



INSTITUT ZA HIDROTEHNIKU
GRAĐEVINSKOG FAKULTETA U SARAJEVU
Stjepana Tomića 1, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Tel./Fax.: 21 24 66/67; 20 44 95; P.P.: 405; E-mail: heis@heis.com.ba
ID broj: 4200608910003, PDV broj: 200608910003, Broj upisa u sudski registar: UF/I-6610/03

ELABORAT ZAŠTITE IZVORIŠTA VODE ZA PIĆE SARAJEVSKO POLJE

KNJIGA 1- TEHNIČKI IZVJEŠTAJ

Sarajevo, maj 2013. godine



**INSTITUT ZA HIDROTEHNIKU
GRAĐEVINSKOG FAKULTETA U SARAJEVU**
Stjepana Tomića 1, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Tel./Fax.: 21 24 66/67; 20 44 95; P.P.: 405; E-mail: heis@heis.com.ba
ID broj: 4200608910003, PDV broj: 200608910003, Broj upisa u sudski registar: UF/I-6610/03

ELABORAT ZAŠTITE IZVORIŠTA VODE ZA PIĆE SARAJEVSKO POLJE

Direktor:

Prof.dr. Tarik Kupusović,
dipl.ing.građ.

Sarajevo, maj 2013. Godine

Sadržaj KNJIGA

KNJIGA 1 – Tehnički izvještaj

KNJIGA 1.1 Prednacrt odluke

KNJIGA 2 – Prilozi

KNJIGA 3 – Ovjerene kopije zemljišno- knjižnog izvatka za područje I. zaštitne zone izvorišta

SADRŽAJ KNJIGE 1

OPĆI PODACI O PROJEKTU	xiii
RJEŠENJE O UPISU U SUDSKI REGISTAR.....	xv
RJEŠENJE O IMENOVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA	xvii
RJEŠENJE O IMENOVANJU IZVRŠIOCA UNUTRAŠNJE KONTROLE	xix
UVJERENJE O POLOŽENOM STRUČNOM ISPITU ODGOVORNOG OBRAĐIVAČA	xxi
UVJERENJE O POLOŽENOM STRUČNOM IZVRŠIOCA UNUTRAŠNJE KONTROLE	xxiii
POTVRDA O UNUTRAŠNJOJ KONTROLI	xxv
PROJEKTNII ZADATAK.....	xxvii
PROJEKTNII ZADATAK – DODATNI RADOVI	xl
1 Povjesni pregled razvoja i zaštite izvorišta Sarajevsko polje	1
1.1 Uvod.....	1
1.2 Prikaz izvorišta	1
1.2.1 Izvorišna zona Konaci, Bačevo i Sokolović kolonija	3
1.2.2 Izvorišna zona Stup.....	6
1.3 Etape u razvoju izvorišta Sarajevsko polje	8
1.3.1 Prva etapa	8
1.3.2 Druga etapa	8
1.3.3 Treća etapa.....	10
1.4 Sistem vodosnabdijevanja.....	11
1.5 Postojeći uvjeti zaštite izvorišta	15
1.5.1 Odluka o zaštiti izvorišta Sarajevsko polje iz 1967. godine.....	15
1.5.2 Odluka o zaštiti izvorišta Sarajevsko polje iz 1987. godine.....	15
1.5.3 Projekat zaštite izvorišta Sarajevsko polje iz 2012.godine	16
1.6 Zaštićena područja.....	19
1.6.1 Spomenik prirode Vrelo Bosne	19
1.6.2 Nacionalni park Igman Bjelašnica	21
1.7 Okolinsko ambijentalne karakteristike prostora zaštite	22
1.7.1 Hidrološke vrijednosti.....	22
1.7.2 Biotske karakteristike područja	23
2 Istražni radovi.....	29
2.1 Pregled ranije izvedenih istraživanja.....	29
2.2 Istražni radovi provedeni u okviru ovog projekta.....	31
3 Opće karakteristike sliva izvorišta	39
3.1 Administrativni ustroj šireg područja izvorišta.....	39
3.2 Fizičko - geografske karakteristike	40
3.2.1 Geomorfološke karakteristike	40
3.2.2 Hidrografske karakteristike	42

3.2.3	Klimatske karakteristike	44
3.2.4	Kvalitet zraka	49
4	Geološke i hidrogeološke karakteristike sliva-indeks osjetljivosti	52
4.1	<i>Geološke i hidrogeološke karakteristike područja</i>	<i>52</i>
4.1.1	Pregled geoloških i hidrogeoloških istraživanja	52
4.1.2	Geološke karakteristike područja	63
4.2	<i>Geofizička istraživanja</i>	<i>71</i>
4.2.1	Analiza paleoreljefa predstavljenog trijaskim sedimentima	72
4.3	<i>Geomorfološke karakteristike</i>	<i>79</i>
4.3.1	Hidrogeološke karakteristike terena	79
4.4	<i>Kriteriji po kojima je definiran sliv Sarajevskog polja</i>	<i>85</i>
4.5	<i>Metodologija vrednovanja indeksa prirodne osjetljivosti geoloških i hidrogeoloških struktura</i>	<i>87</i>
4.5.1	O faktor (preklapanje slojeva)	87
4.5.2	C faktor – koncentracija toka	90
4.5.3	P faktor – padavine	93
4.5.4	Rezultati provedenog proračuna po COP metodi	94
5	Hidrološke karakteristike sliva izvorišta	96
5.1	<i>Rijeka Bosna</i>	<i>97</i>
5.2	<i>Rijeka Željeznica</i>	<i>106</i>
5.3	<i>Večerica</i>	<i>112</i>
5.4	<i>Vodotok Stojčevac</i>	<i>113</i>
5.5	<i>Rijeka Dobrinja</i>	<i>114</i>
5.6	<i>Karakteristike rijeka u Sarajevskoj kotlini</i>	<i>117</i>
5.6.1	Rijeka Miljacka	117
5.6.2	Rijeka Zujevina	119
5.6.3	Kasindolski potok	120
5.7	<i>Hidrološke karakteristike podzemnih voda u Sarajevskom polju</i>	<i>120</i>
5.8	<i>Bilans voda u Sarajevskoj kotlini</i>	<i>124</i>
5.9	<i>Izdašnost vrela i izvora</i>	<i>126</i>
6	Vegetacione karakteristike sliva izvorišta	128
6.1	<i>Vegetacioni pokrivač</i>	<i>128</i>
6.1.1	Karakteristike šumske vegetacije	128
6.1.2	Struktura površina šuma i šumskih zemljišta	133
6.1.3	Struktura drvnih zaliha i zapreminskog prirasta	134
6.1.4	Obim sječa (etat) po širim kategorijama šuma	138
6.1.5	Realizacija sječa	140
6.1.6	Zaključak	140
6.1.7	Vegetacioni pokrivač u zoni zaštićenog područja Spomenik prirode Vrelo Bosne	141
7	Pedološke karakteristike	145

7.1	<i>Pedogenetski faktori</i>	145
7.1.1	Obilježja tla	146
7.1.2	Kvalitet tla	152
8	Karakteristike erozionih procesa u slivu izvorišta	160
8.1	<i>Proračun erozije u slivu</i>	160
9	Morfološke promjene u donjem toku rijeke Željeznice	165
9.1	<i>Eksplotacija šljunka</i>	168
9.2	<i>Utjecaj eksploatacije šljunka na podzemne vode izvorišta Sokolovići</i>	171
9.3	<i>Analiza odnosa površinskih i podzemnih voda</i>	175
9.4	<i>Karakteristike režima podzemnih voda na izvorištu Sokolovići nakon njegovog uključivanja u eksploataciju</i>	177
10	Definiranje količina kojima se prihranjuje izvorište	179
10.1	<i>Infiltracija iz rijeke Željeznice</i>	179
10.2	<i>Infiltracija iz rijeke Bosne</i>	183
10.3	<i>Količine voda kojima se izvorište prihranjuje porijeklom iz drugih izvora</i>	186
10.3.1	Vodotok VečERICA	186
10.3.2	Vrelo Stojčevac	186
10.3.3	Podzemno doticanje iz kraškog zaleđa	187
10.3.4	Vertikalna infiltracija od padavina	187
10.4	<i>Eksplotacione količine vode</i>	188
10.4.1	Nivoi vode u bunarima	189
10.4.2	Vještačko prihranjivanje	193
11	Bilans voda	195
11.1	<i>Bilans voda u sarajevskom polju</i>	195
11.1.1	Bilans voda u Sarajevskom polju u uslovima eksploatacije u količini $Q = 2,2 \text{ m}^3/\text{s}$	195
11.2	<i>Nivoi podzemnih voda na izvorištu</i>	197
11.2.1	Historijski pregled 1955.-1969. godina	197
11.2.2	Stanje nivoa podzemnih voda	205
11.3	<i>Odnos hladnih i termomineralnih voda u Sarajevskom polju</i>	210
11.4	<i>Prividne brzine podzemnih voda</i>	216
11.4.1	Mjerenja brzina u eksploatacionoj izdani	216
11.4.2	Mjerenja brzina u kraškoj izdani bloka Igman-Bjelašnica	219
11.4.3	Bojenje ponora Ponir na lokalitetu Sitnička lokva	219
11.5	<i>Brzine u otvorenom vodotoku</i>	224
12	Kvalitet voda	227
12.1	<i>Osnovne karakteristike</i>	227
12.2	<i>Analiza kvaliteta voda u rubnim vodotocima</i>	235
12.2.1	Rijeka Bosna	235

12.2.2	Rijeka Željeznica	239
12.2.3	Rijeka Večerica.....	245
12.2.4	Rijeka Dobrinja	248
12.3	<i>Generalno stanje kvaliteta vode na istraživanim vodotocima</i>	<i>251</i>
12.4	<i>Vrela</i>	<i>252</i>
12.4.1	Bunički potok izvor	252
12.4.2	Vrelo Stojčevac	252
12.5	<i>Izvorište Sarajevsko polje</i>	<i>253</i>
12.5.1	Izvorišna zona Konaci	253
12.5.2	Izvorišna zona Bačevo.....	254
12.5.3	Izvorišna zona Sokolović kolonija	256
12.5.4	Izvorišna zona Stup.....	257
12.6	<i>Utica j kvaliteta voda rubnih vodotoka koji prihranjuju izvorište na kvalitet vode na zahvatnim objektima.....</i>	<i>260</i>
12.6.1	Utica j kvaliteta vodotoka na stanje podzemnih voda	260
13	Kvalitet voda	261
13.1	<i>Postojeći i potencijalni zagađivači.....</i>	<i>261</i>
13.1.1	Stanovništvo-uticaj otpadnih voda stanovništva.....	261
13.1.2	Stočarstvo	266
13.1.3	Industrija.....	268
13.1.4	Trafostanice i transformatorske stanice.....	270
13.1.5	Deponije	272
13.1.6	Kamenolomi i druga pozajmišta materijala	275
13.1.7	Turizam	276
13.1.8	Benzinske pumpe i autopraonice	281
13.1.9	Groblja	283
13.1.10	Način korištenja zemljišta.....	284
13.1.11	Minska područja	286
13.1.12	Prometno zagađenje	287
13.1.13	Procjena stepena rizika od zagađenja	291
13.1.14	Generalno stanje zagađivača u Sarajevskom polju.....	294
14	Hidrodinamički model tečenja podzemnih voda	296
14.1	<i>Osnove.....</i>	<i>296</i>
14.2	<i>Matematski model</i>	<i>296</i>
14.3	<i>Računarski model</i>	<i>297</i>
14.4	<i>Osnovne postavke modela</i>	<i>298</i>
14.4.1	Definiranje domene modela.....	298
14.4.2	Vrijeme simulacije	299
14.4.3	Parametri vodonosne sredine i njihova prostorna raspodjela	300
14.4.4	Definiranje početnih uvjeta	306
14.4.5	Definiranje graničnih uvjeta	309
14.4.6	Kalibracija modela	310
14.4.7	Preporuke na osnovu rezultata analize hidrodinamičkog modela za potrebe definiranja prijedloga zona sanitarne zaštite	314

14.5	<i>Kriteriji za definiranje granica zaštitnih zona</i>	316
14.5.1	Bačevo-Konaci	316
14.5.2	Sokolovići	317
14.5.3	Indirektni sliv izvorišne zone Sarajevsko polje	317
14.5.4	Otvoreni vodotoci	317
14.5.5	Izvorište Stup.....	318
14.5.6	Opće smjernice za definiranje zona zaštite	319
15	Proračun potencijanog rizika zagađenja-od postojećih aktivnosti	320
16	Zaključci i preporuke	322
17	Zaštita izvorišta	323
17.1	<i>Normativne mjere zaštite izvorišta</i>	323
17.1.1	Zakonski okvir zaštite izvorišta	323
17.1.2	Pristup rješenju	323
17.1.3	Izvorište Sarajevsko polje	325
17.2	<i>Tehničke mjere zaštite</i>	336
17.2.1	Mjere (Program) zaštite izvorišta vode za piće u Sarajevskom polju po odluci iz 1975.g	337
17.2.2	Mjere (Program) zaštite izvorišta vode za piće u Sarajevskom polju po odluci iz 1987.g	337
17.2.3	Prijedlog zaštitnih mjera i mjera sanacije u slivu	340
17.2.4	Monitoring	344
17.2.5	Uređenje korita vodotoka	346
17.2.6	Komunalne djelatnosti	347
17.2.7	Privredne aktivnosti	351
17.2.8	Inspekcijske kontrole(H)	353
17.2.9	Označavanje izvorišta(V)	353
17.3	<i>Dinamika i procjena troškova za provođenje zaštitnih mjera</i>	353
17.3.1	Rekapitulacija	362
18	Korištena literatura i dokumentacija	368

OPĆI PODACI O PROJEKTU

Naručilac:	Zavod za izgradnju Kantona Sarajevo, Kaptol 3, 71000 Sarajevo
Izvršilac:	Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta Sarajevo d.d., Stjepana Tomića 1, 71000 Sarajevo
Naslov projekta:	Projekat zaštite izvorišta vode za piće Sarajevsko polje
Interna šifra projekta:	D – 1068
Odgovorni obrađivači:	mr Dalila Jabučar, dipl.ing.građ. dr. Admir Ćerić, dipl.ing.građ.
Opis izvorišta:	mr Dalila Jabučar, dipl.ing.građ.
Pregled i reinterpetacija prethodnih istražnih radova:	dr. Admir Ćerić, dipl.ing.građ. Nijaz Zerem, sam.tehn.saradnik
Fizičko-geografska obilježja sliva:	Marija Misilo, profesor geologije i geografije
Geološke i hidrogeološke karakteristike:	mr. Vukašin Balta, dipl.ing.geol. Neven Miošić, dipl.ing.geol.
Pedološke karakteristike i stanje poljoprivrede:	prof.dr. Hamid Čustović, dipl.ing.polj.
Šume i šumsko zemljište:	prof.dr. Vladimir Beus, dipl.ing.šum.
Kvantitativne karakteristike vodnih resursa:	Nijaz Zerem, sam.tehn.saradnik
Analiza hidrodinamičkih parametara izdani:	Nijaz Zerem, sam.tehn.saradnik dr. Admir Ćerić, dipl.ing.građ. Fehad Mujić, apsolvent Građevinskog fakulteta mr. Nijaz Lukovac, dipl.ing.građ.
Kvalitet vode:	Melina Džajić-Valjevac, dipl.ing.hem. Ninjel Lukovac, dipl.ing.hem. Janja Šaravanja, viši laborant Sanela Krdžalić, laborant mr Dalila Jabučar, dipl.ing.građ. prof.dr. Mirsada Hukić, dipl.

Analiza zagađivača u slivu:

Fehad Mujić, apsolutent Građevinskog fakulteta.

Senida Džajić, apsolutent Građevinskog fakulteta

Matematski model tečenja podzemnih voda i zaštitnih zona:

mr Dalila Jabučar, dipl.ing.građ.

Fehad Mujić, apsolutent Građevinskog fakulteta

prof.dr. Tarik Kupusović, dipl.ing.građ.

Utvrdjivanje zaštitnih zona i zaštitnih mjera:

mr Dalila Jabučar, dipl.ing.građ.

Nijaz Zerem, sam.tehn.saradnik

prof.dr. Aleksandar Ćorović, dipl.ing.građ.

Prednacrt odluke o zonama sanitarne zaštite:

mr Dalila Jabučar, dipl.ing.građ.

Anđo-Kalem Perić, dipl.pravnik

Selma Osmanagić-Klico,

Tehnička obrada:

Senida Džajić, apsolutent Građevinskog fakulteta

Vildan Mulagić, dipl.ing.građ.

Fehad Mujić, apsolutent Građevinskog fakulteta

mr Dalila Jabučar, dipl.ing.građ.

Unos i analiza GIS podataka:

dr. Branko Vučijak, dipl.mat.

Fehad Mujić, apsolutent Građevinskog fakulteta

Senida Džajić, apsolutent Građevinskog fakulteta

Vildan Mulagić, dipl.ing.građ.

Hidrometrijska mjerenja:

Vildan Mulagić, dipl.ing.građ.

Emin Selimović, tehn.saradnik

Muamer Hrvo, tehn.saradnik

Izrada:

Maj, 2013. godine

RJEŠENJE O IMENOVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA



**INSTITUT ZA HIDROTEHNIKU
GRAĐEVINSKOG FAKULTETA U SARAJEVU**

Stjepana Tomića 1, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Tel./Fax.: 21 24 66/67; 20 44 95; R.P.: 405; E-mail: heis@heis.com.ba

ID broj: 4200608910003, PDV broj: 200608910003, Broj upisa u sudski registar: UF/I-6110/03

Broj: TSP-08-1634/12-2

Sarajevo, 05.12.2012.

Na osnovu člana 19. Zakona o građenju ("Službene novine FBiH", broj 55/02) izdajem:

RJEŠENJE O IMENOVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA

na izradi „Projekta zaštite izvorišta vode za piće Sarajevsko polje“, kao odgovornog projektanta imenujem:

mr. Dalilu Jabučar, dipl.ing.građ.

Imenovana posjeduje stručnu spremu za izradu navedene investiciono-tehničke dokumentacije i ispunjava sve uslove iz člana 19. Zakona o građenju.

Direktor:

Prof.dr. Tarik Kupusović,

dipl.ing.građ.

RJEŠENJE O IMENOVANJU IZVRŠIOCA UNUTRAŠNJE KONTROLE



INSTITUT ZA HIDROTEHNIKU
GRAĐEVINSKOG FAKULTETA U SARAJEVU
Stjepana Tomića 1, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Tel./Fax.: 21 24 66/67; 20 44 95; PP: 405; E-mail: heis@heis.com.ba

ID broj: 4200608910003, PDV broj: 200608910003, Broj upisa u sudski registar: UF/I-6110/03

Broj: TSP-08-1634/12-3

Sarajevo, 05.12.2012.

Na osnovu člana 19. Zakona o građenju ("Službene novine FBiH", broj 55/02) izdajem:

RJEŠENJE O IMENOVANJU IZVRŠIOCA UNUTRAŠNJE KONTROLE

na izradi „Projekta zaštite izvorišta vode za piće Sarajevsko polje“, kao odgovornog izvršioca unutrašnje kontrole imenujem:

mr. Nijaz Lukovac, dipl. ing.građ.

Imenovani posjeduje stručnu spremu za kontrolu navedene investiciono-tehničke dokumentacije i ispunjava sve uslove iz člana 19. Zakona o građenju.

Direktor:

Prof.dr. Tarik Kupusović,

dipl.ing.građ.

UVJERENJE O POLOŽENOM STRUČNOM ISPITU ODGOVORNOG OBRAĐIVAČA

UVJERENJE O POLOŽENOM STRUČNOM IZVRŠIOCA UNUTRAŠNJE KONTROLE

POTVRDA O UNUTRAŠNJOJ KONTROLI



**INSTITUT ZA HIDROTEHNIKU
GRAĐEVINSKOG FAKULTETA U SARAJEVU**

Stjepana Tomića 1, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Tel./Fax.: 21 24 66/67; 20 44 95; PP: 405; E-mail: heis@heis.com.ba

ID broj: 4200608910003, PDV broj: 200608910003, Broj upisa u sudski registar: UF/I-6110/03

Broj: TSP-01-542/13-1

Sarajevo, 29.04.2013.

Na osnovu člana 19. Zakona o građenju ("Službene novine FBiH", broj 55/02) i rješenja o imenovanju izvršioca interne kontrole za „Projekat zaštite izvorišta vode za piće Sarajevsko polje“, dajem:

POTVRDU O TEHNIČKOJ KONTROLI

Izjavljujem da sam izvršio tehničku kontrolu navedenog Projekta i da je isti rađen u skladu sa Zakonom o građenju, te da su poštovani tehnički normativi i standardi, te drugi zakoni relevantni za izradu ovakvog projekta.

Tehničku kontrolu izvršio:

mr. Nijaz Lukovac, dipl. ing.građ.

Direktor:

Prof.dr. Tarik Kupusović,

dipl.ing.građ.

PROJEKTNİ ZADATAK

BOSNA I HERCEGOVINA
FEDERACIJA BOSNE I HERCEGOVINE
KANTON SARAJEVO
ZAVOD ZA IZGRADNJU KANTONA SARAJEVO

PROJEKTNİ ZADATAK

za istražne radove i definiranje obuhvata i granica zaštitnih zona u svrhu donošenja
Odluke o provođenju zaštite izvorišta vode za piće "Sarajevsko polje"

Sarajevo, februar/veljača 2010. godine

Sadržaj:

A. Cilj projekta.....	1
B. Zadatak projekta	1
C. Namjena projekta.....	1
D. Obuhvat projekta	1
E. Zakonske, normativne i dokumentacione osnove projekta.....	2
F. Polazni aspekti projekta	2
G. Izrada projekta.....	5
H. Interpretacija i obrada projekta.....	8
I. Sadržaj projekta	9

PROJEKTNI ZADATAK

za istražne radove i definiranje obuhvata i granica zaštitnih zona u svrhu donošenja
Odluke o provođenju zaštite izvorišta vode za piće "Sarajevsko polje"

A. CILJ PROJEKTA

Cilj je donošenje Odluke o zaštiti izvorišta vode za piće "Sarajevsko polje" sa definiranjem zaštitnih zona, uključujući zaštitu i bilans vodnih resursa pripadajućeg sliva (aeracione zone nastajanja pitkih voda), prirodni kvalitet i tipove voda, biodiverzitet, te prirodne i društvene vrijednosti unutar prostornog obuhvata sliva, a sve u funkciji zaštite kvaliteta vode za piće.

B. ZADATAK PROJEKTA

Zadatak projekta je definiranje zaštitnih zona (uže, prve, druge i treće sa prostornim obuhvatom aeracionih zona nastajanja pitkih voda) i mjera zaštite kao sastavnog dijela Odluke o zaštiti izvorišta vode za piće "Sarajevsko polje". Odlukom sa mjerama zaštite određuje se ukupno ponašanje subjekata u zaštićenom prostoru i jasno se usmjeravaju prostorni i planski dokumenti cjelokupnog područja sa profiliranjem potencijala vodnih resursa i planova korištenja voda za potrebe vodosnabdijevanja Kantona Sarajevo.

C. NAMJENA PROJEKTA

Realizacija projekta zahtjeva multidisciplinarna istraživanja i ispitivanja, pripremu, izradu, donošenje i usvajanje odgovarajućih dokumenata za provođenje propisa o zaštiti voda i namjeni prostora koji se koristi kao javno izvorište vode za piće "Sarajevsko polje". Zbog toga je potrebno sačiniti cjelovitu projektnu dokumentaciju kojom se moraju uspostaviti načela ponašanja svih subjekata unutar prostornog obuhvata definiranih zona zaštite, uspostavljanja i provođenja zaštitnih mjera, prevencije, predostrožnosti, monitoringa, evidentiranja i registracije promjena stanja i kvaliteta voda, upozorenja, djelovanja i otklanjanja uzroka eventualnih zagađenja, te saniranja neželjenih posljedica.

D. OBUHVAT PROJEKTA

Prostorni obuhvat uključuje slivno područje Sarajevskog polja unutar kojega se nalaze:

1. izvorište i zona bunara "Sokolovići" sa zahvatnim i tehnološkim objektima;
2. izvorište i zona bunara "Bačevo" sa zahvatnim i tehnološkim objektima;
3. izvorište i zona bunara "Konaci" sa zahvatnim i tehnološkim objektima;
4. izvorište i zona bunara "Stup" sa zahvatnim i tehnološkim objektima;
5. zone vodozahvata filterskih postrojenja "Bosna I" i "Bosna II" sa zahvatnim i tehnološkim objektima, te
6. zone infiltracije iz vodotoka Bosne, Željeznice, Večerice, Buničkog, Stojčevačkog, Kasindolskog i drugih pritočnih potoka.

E. ZAKONSKE, NORMATIVNE I DOKUMENTACIONE OSNOVE PROJEKTA

Pri realizaciji zadatka u svrhu izrade odgovarajuće projektne dokumentacije sa Prednactrom odluke o zaštiti izvorišta, moraju se respektirati sljedeći akti:

1. Zakon o vodama (Sl.nov. F BiH 70/2006);
2. Zakon o zaštiti prirodnog i kulturno-historijskog nasljeđa (Sl. list SRBiH, 1985), uključujući prostore Igmana, Bjelašnice i Treskavice sa posebnim obilježjima od značaja za FBiH (Sl. nov. F BiH 82/06 i 72/07);
3. Zakon o proglašenju spomenika prirode "Vrelo Bosne" (Sl. nov. KS 16/2006);
4. Pravilnik o uslovima za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta voda koje se upotrebljavaju ili se planiraju koristiti za piće (Sl.nov. F BiH 51/2002);
5. Pravilnik o monitoringu u područjima podložnim eutrofikaciji i osjetljivom na nitratre (Sl. nov. F BiH 71/09);
6. Programi zaštite izvorišta "Sarajevsko polje", Skupština Grada Sarajeva (1976, 1987 i 1990);
7. Odluka o zaštiti izvorišta vode za piće u Sarajevskom polju (Sl. nov. grada Sarajeva 2/87);
8. Programske mjere zaštite sanacije održavanja područja i vodoprivrednih objekata definiranih Interventnim programom zaštite izvorišta vode za piće "Sarajevsko polje" (2000);
9. Urbanistički plan za urbano područje Kantona Sarajevo za period 1986.-2015. godina;
10. Prostorni plan Kantona Sarajevo za period 2003.-2023. godina;
11. Raspoloživa tehnička dokumentacija iz područja istražnih radova, studija, elaborata i projekata koji se odnose na zaštitu izvorišta vode za piće "Sarajevsko polje", uključujući Karakterizaciju podzemnih voda sliva rijeke Save na teritoriji Federacije BiH (2010), Studiju ranjivosti Federacije BiH (2007), Bilans podzemnih voda na teritoriji Bosne i Hercegovine za 1989. godinu (1990.), Elaborat o hidrogeološkoj rejonizaciji i bilansu podzemnih voda u pukotinskim i karstno-pukotinskim stijenskim masama (1983.) itd.
12. Pravilnici, normativi i standardi koji se odnose na pojedine oblasti i struke involvirane u predmetnu problematiku.

F. POLAZNI ASPEKTI PROJEKTA

"Sarajevsko polje" je najveći i najvažniji resurs za vodosnabdijevanje grada, odnosno Kantona Sarajevo. U izvorištima Sokolovići, Bačevo, Konaci, Stup (Azići), te vodozahvata Bosna I i Bosna II crpi se preko 80 % ukupno potrebnih količina vode za piće.

Zaštita izvorišta je od ključne važnosti za blizu 500.000 stanovnika Sarajeva koji se vodom snabdijevaju iz sistema Sarajevskog vodovoda. Više od 2.600 litara vode svakog sekunda isporučuje se iz ovih izvorišta.

Istovremeno, izvorišta su izuzetno ranjiva zbog niza okolnosti, između kojih se navode:

- lokacije izvorišta se nalaze u urbanom području Sarajeva, kao i kompletne postojeće prve i druge zaštitne zone svih izvorišta u Sarajevskom polju, ako se izuzmu bespravno

izgrađeni objekti - naselja u / ili blizini zaštitnih zona, dok treća zaštitna zona obuhvata i značajan dio vanurbanog područja;

- intenzivira se uticaj zagađenja zraka na zemljište u kojem egzistiraju vode za ljudsku upotrebu;
- zagađenja tla i voda u zaštićenim zonama zbog masovne bespravne gradnje objekata, saobraćajnica i drugih infrastrukturnih sadržaja, te poljoprivrede, sve su učestalija;
- zagađenja tla, površinskih i podzemnih voda od nelegalno i "legalno" istresenog krutog otpada (Krupac, Butmir, "divlje" deponije, smetlišta itd.) događaju se nekontrolirano;
- zagađenja površinskih vodotokova koji prihranjuju podzemne vode u Sarajevskom polju (Željeznica, Bosna, Tila, odnosno Kasindolska rijeka, VečERICA, potok Stojčevac, Bunički potok itd.) su gotovo svakodnevna pojava, a
- zagađenja tla, podzemnih i površinskih voda sa otpadnim industrijskim i posebno, sanitarno-fekalnim otpadnim vodama koje se izravno izlivaju u vodotoke ili septičke jame neposredno ugrožavaju izvorišta i to, ne samo vodozahvatne objekte, nego i kvalitet ukupnih vodnih rezervi u aquiferu.

Sa stanovišta saznanja o mogućnosti zagađenja voda u izvorištu "Sarajevsko polje", pored obuhvata i rangiranja zaštite, posebno je važno saznanje da zagađenja podzemnih i površinskih voda u izvorišta dopijevaju i iz šireg zaleđa. Plato Igmana i Bjelašnice, obronci Treskavice (Trnovsko područje do Rogoja) su prostori aeracionih zona nastajanja i prikupljanja voda koje dopijevaju u podzemlje Sarajevskog polja, bilo površinskim tokovima, infiltracijom ili pak podzemnim tokovima i procjeđivanjem. Zbog toga, projekt treba odgovoriti i na slijedeća pitanja:

- kakav je trenutni kvalitet vode u izvorištima i kontrolnim pijezometrima (fizičko-kemijske i mikrobiološke karakteristike vode)?
- kakav je kvalitet i intenzitet zagađenosti površinskih voda koje mogu uticati na vode u podzemlju Sarajevskog polja (Bosna i posebno Željeznica sa pritokama)?
- kolike su raspoložive količine voda u različitim hidrološkim prilikama, posebno u sušnom periodu (juni - oktobar)?
- kolika je zagađenost tla u I-im, II-im i III-im zaštitnim zonama (iz postojeće Odluke o zaštiti - 1987.), posebno u obuhvatu saobraćajnica, benzinskih pumpi, prostora obrade zemljišta u poljoprivredne svrhe i štalskih objekata na određene pokazatelje (teški metali, mineralna ulja, nitrogena i fosfora jedinjenja)?
- kolika je zagađenost zraka u I-im, II-im i III-im zaštitnim zonama (iz postojeće Odluke o zaštiti - 1987.) sa posebnim osvrtom na zagađenje emanatima iz termalnog područja Ilidže na određene pokazatelje (sumpordioksid, ugljenmonoksid, azotni oksidi, ugljovodici i dr.)?
- kakav je kvalitet i karakter eventualne zagađenosti površinskih voda i tla u područjima postojećih ili novoizgrađenih objekata na platou Velikog i Malog polja, Grkarice, Babinog i Štinjeg dola?

Nadalje, neophodno je definirati primarni uticaj ljudskih aktivnosti (antropogeni faktor) i to u nizu važnih segmenata:

- eksploatacija pijeska i šljunka (legalna i nelegalna) iz riječnih korita - uticaj na infiltraciju količina vode u podzemlje u područjima infiltracionih kanala i laguna;
- stanje sa nastajanjem i ispuštanjem otpadnih voda i emisijom ispušnih plinova i mineralnih ulja iz motornih vozila (u kretanju i mirovanju) sa posebnim osvrtnom na postojeće / nove saobraćajnice, parking prostore, postojeće / novoizgrađene stambene i privredne objekte;
- utvrđivanje, odnosno evidentiranje postojećeg stanja broja stanovnika - domaćinstava na područjima I-ih, II-ih i III-ih zaštitnih zona, kao i način ispuštanja otpadnih voda (septičke jame, javna kanalizacija sa ispuštanjem u vodotoke, odvodnja kolektorima itd.);
- broj i karakter industrijskih zagađivača površinskih voda, odnosno način dispozicije otpadnih voda;
- karakter i količine nelegalno i "legalno" odloženog krutnog (kućnog i industrijskog) otpada i
- broj i karakter stočnih farmi (peradarnika) u kompletnom području, kao i karakter i obim ostale poljoprivredne proizvodnje itd.

U istom smislu, iz prostora Igmana, Bjelašnice i Treskavice treba prikupiti važne informacije o:

- stanju odvodnje (količine i zagađenost) kanizacionih voda postojećih i novoizgrađenih turističkih objekata;
- kvalitetu i zagađenosti tla mineralnim uljima i PAH-ovima i površinsko-oborinskih voda teškim metalima, neposredno uz saobraćajnice (parkinzi), a posebno onih u područjima infiltracije voda u podzemlje na pravcu: Mrazište - Malo polje - Veliko polje - Grkarica - Babin do - Štini do, uz ispitivanja po slojevima zemljišta, uzorcima snijega i kišnog spiranja površina;
- efikasnosti rada uljnih separatora i njihove ukupne svrsishodnosti u područjima izuzetno osjetljivih zaštitnih zona izvorišta uz benzinske pumpe ili remontne radionice - tehničke baze (Bjelašnica, Hrasnica, Ilidža, Stup, Trnovo, Kijevo, Vojkovići, Kotorac, Lukavica, Kasindo itd.);
- količini i sastavu sirovina za pravljenje vještačkog snijega, te soli za posipanje saobraćajnica itd.

U hipsometrijski nižem dijelu terena, najznačajniji površinski vodotoci koji imaju neposredan uticaj na količinu i kvalitet vode u izvorištu "Sarajevsko polje", svakako su rijeke Željeznica i Bosna. S tim u vezi, neophodno je ustanoviti:

- količine voda koje dotiču Željeznicom i pritokama;
- količine voda iz vrela i rijeke Bosne do Rimskog mosta;
- ispitati i utvrditi eventualno pogoršanje kvaliteta voda nizvodno od Trnova na nizu mjernih mjesta (Kijevo, Krupac, Vojkovići, Sokolović kolonija, Ilidža, vrelo i vodotok Bosne do Rimskog mosta) sa karakterističnim pokazateljima: protok, teški metali, natrij, nitrogene i fosforne materije, mineralna ulja, mikrobiološki pokazatelji itd., i
- ispitati neposredan uticaj odlagališta krutog otpada Krupac na kvalitet i zagađenje Željeznice (procjedne vode sa odlagališta u periodu intenzivnih padavina).

Pored navedenog, kao i zahtjevanih radova iz poglavlja G (t. 1 - 18) ovog Projektnog zadatka, pri istraživanju, analizama, obradi i interpretaciji podataka i rezultata, naročitu pažnju treba usmjeriti i na slijedeće aspekte:

- ukupni uticaj sportsko-rekreacionih objekata, apartmanskih naselja, komunalne infrastrukture, saobraćajnica i parking prostora, te pratećih sadržaja na prostoru Igmansko-bjelašničkog masiva i platoa na bilans i kvalitet voda vrela Bosne i ostalih vrela i izvora kojima se prihranjuje podzemna akumulacija i otvoreni vodotoci u Sarajevskom polju;
- postojeće i planirane saobraćajnice u područjima infiltracija voda u zonama zaštite i intergranularnih horizonata iz kojih se eksploatacionim bunarima zahvata voda za piće;
- postojeće i planirane industrijske, privredne, prerađivačke i objekte ostalih namjena nastalih prije 1992. godine, tokom rata i nakon 1995. godine (naročito odlagališta otpada, benzinske pumpe, posebno u Hrasnici - "Mandić Komerc" i "Olimer" sa transportom goriva kroz zaštitna područja i sl.);
- objekte bespravne gradnje u individualnom korištenju;
- prostore obuhvaćene obradom zemljišta i korištenjem zemljišta u poljoprivredne i druge svrhe.

U cilju sagledavanja i definiranja rečenih aspekata, odnosno otklanjanja uzroka koji bi mogli imati negativne posljedice na izdašnost i kvalitet voda u izvorištima Sarajevskog polja, Dobavljač, pored ovim Projektnim zadatkom predviđenih radova treba programirati i izvesti ciljana istraživanja koja minimalno obuhvataju:

1. uspostavljanje optimalne mreže i broja piježometarskih monitoring objekata duž rubnih područja zaštitnih zona sa određivanjem (utvrđivanjem) pravaca, brzina i količina proticaja podzemnih voda prema bunarima "Sokolovići", "Bačevo", "Konaci" i "Stup" (metodom trasiranja Na-fluoresceinom ili nekim drugim obilježivačem) kako bi se odredile ekvipotencijalne linije proticaja voda u podzemnoj/im akumulacijama izvorišta, rizici zagađenja, nivoi mogućih autopurifikacija i obim optimalne / maksimalne eksploatacije, uključujući broj osmatračkih tačaka po lokalitetu, tehničke karakteristike osmatračkih objekata, period uzorkovanja i komponente koje su predmet monitoringa;
2. uzorkovanje i analize kvaliteta površinskih i podzemnih voda, zemljišta, nanosa, bioplanktona i sl.;
3. uzorkovanje i analize upotrebnih i otpadnih anorganskih, organskih, tehnoloških i antropogenih supstanci u vodama slivnog područja i
4. ostala namjenska istraživanja i ispitivanja koja bi se pokazala potrebnim tokom realizacije zadatka, a koja bi prethodno verificirao i odobrio Ugovorni organ.

G. IZRADA PROJEKTA

Polazeći od navedenog, izrada projekta zaštite izvorišta vode za piće "Sarajevsko polje" uključuje:

1. prikupljanje, selekciju, sistematizaciju, analizu i reinterpetaciju cjelokupne raspoložive objavljene i neobjavljene investiciono-tehničke, fondovske i stručne dokumentacije svih ranijih provedenih istraživanja tangentnih zaštiti u smislu čl. 44 i 45 Pravilnika, kao i topografskih podloga i aviosnimaka, kako bi projekt bio urađen u skladu s

Pravilnikom, odnosno, kako bi predstavljao sintezu poznavanja svih karakteristika prostora koje se tiču zaštite vode za piće, a historijski podaci, zajedno sa podacima i rezultatima koji bi se nakon provedenih radova iz okvira ovog Projektnog zadatka, mogli unijeti u module i aplikacije GIS baze podataka kao: "podzemne vode"; "korištenje voda"; "zaštita voda", odnosno: "podzemne vode" i dalje: "izvori i vrela"; "bušeni" ili "kopani objekti"; "geomorfološki objekti"; "trasiranje podzemnih tokova"; "cjeline podzemnih voda" sa "listom slatkih podzemnih voda", te prikupljene, obrađene i sistematizirane podatke uraditi u obliku i formi koji će zadovoljiti potrebe informacionih sistema u oblasti zaštite i korištenja voda, a sve u skladu sa savremenim tehničko-tehnološkim dostignućima i najzad, obim podataka (geometrija i pripadajući atributi) trebaju biti obrađeni minimalno alatima ACAD, odnosno ARC GIS-a;

2. proučavanje podataka o klimatskim, meteorološkim, geomorfološkim, hidrografskim, hidrološkim i vodnim objektima i pojavama od značenja za predmetnu problematiku, te obrada fotogeoloških i satelitskih snimaka uz detaljno interpretiranje litološko-stratigrafskog sastava i strukturno-tektonskog sklopa terena;
3. geološko-hidrogeološko rekognosciranje i kartiranje terena sliva, izdvajanje intenzivno okršanih dijelova, ponora, ponornih zona i zona rasjeda regionalnog značenja, uz prikupljanje podataka o strukturno-geološkim elementima na otvorenim izdancima karbonatnih i drugih tipova stijena koje mogu predisponirati hidrogeološke odlike stijenskih masa, njihov položaj u prostoru i filtracione značajke, karakter i smjerove tečenja podzemnih voda sa izdvajanjima zona strukturnih ekstenzija, koje u uvjetima kraških terena mogu biti privilegirani tokovi podzemnih voda;
4. geološko-hidrogeološko kartiranje i utvrđivanje karakteristika izvorišta sa detaljnim hidrogeološkim kartiranjem Ia i Ib zona sanitarne zaštite, što uključuje da se metodom terenskog kartiranja izdvoje svi litološki, stratigrafski i tektonski elementi, stijene podloge, vodonosne stijene, pukotinski sistemi, struktura poroznosti vodonosnih horizonata, tipovi i vrste pokrivača, antropogene tvorevine po sastavu i porijeklu, hidrogeološke pojave i objekti, osnovni hidrogeološki parametri (generalni i lokalni), koncentrirani i privilegirani putevi cirkulacije podzemnih voda, te ukoliko nema pouzdanih podataka, da se uradi procjena debljina i sastava aquifera, kao i hidrogeoloških karakteristika pokrivača (hidrogeološko kartiranje Ia zona uraditi u mjerilu 1: 2.500, a rezultate prezentirati u kartama 1: 5.000, dok hidrogeološko kartiranje Ib zona treba uraditi u mjerilu 1: 5.000);
5. utvrđivanje hidrogeoloških kategorija, funkcija i poroznosti terena u zonama infiltracije voda u podzemlje sa izradom "infiltracione" hidrogeološke karte (mjerila 1: 10.000, odnosno 1: 25.000), uključujući i izradu karakterističnih profila;
6. utvrđivanje hidrometeoroloških, hidrografskih i hidroloških karakteristika za sva izvorišta sa težištem na definiranje minimalne izdašnosti i linija trajanja proticaja, uzimajući u obzir rezultate prethodnih istraživanja i njihovu reinterpretaciju;
7. mjerenje i procjene oscilacija nivoa podzemnih voda u funkciji proticaja u otvorenim vodotocima, mjerenje efektivnih brzina tečenja podzemne vode, prikaz i evaluacija hidrogeoloških parametara na bazi efektivne poroznosti akvifera, hidrauličke provodnosti, pijezoprovodnosti i transmisivnosti aquifera, radijusa uticaja, koeficijenta tarissementa, vodoobilnosti, režima pražnjenja, naročito u retardacionim - regresionim uvjetima, kao i graničnim uvjetima eksploatacije;
8. obilježavanje infiltracionih voda Na-fluoresceinom ili nekim drugim traserom i kvantitativno određivanje i kontinuirano praćenje vodostaja i proticaja u zonama

- izvorišta, kako bi se definirale koncentracije i količine istekle boje u vodotocima, izvorima, pijezometrima i/ili eksploatacionim objektima (bunarima), a hidrogeološke elemente, kao i tačkaste i linijske podatke, te geološke, hidrogeološke i tehničke profile pijezometara, istražnih bušotina i bunara prikazati u hidrogeološkim kartama i profilima;
9. utvrđivanje pedoloških i vegetacijskih karakteristika slivnog područja sa izdvajanjem tipova tala u zaštitnim područjima koristeći se novom Nacionalnom klasifikacijom i uporednim prikazom sa FAO klasifikacijskim sistemom (uključujući i prikaz u kartama odgovarajućeg mjerila), te analize šumskih resursa sa identifikacijom i preporukama za zaštitu voda i provođenje zaštitnih mjera;
 10. utvrđivanje elemenata i karakteristika erozionih procesa u slivnom području sa analizom erozionih tendencija unutar izdvojenih zona erozionih pojava i rizika i obrazloženjem faktora bitnih za metode otklanjanja negativnih uticaja erozije, te kartografski, u odgovarajućem mjerilu izvršiti okonturenje kategoriziranih procesa u smislu: nema vidljivih tragova, slaba, srednja i jaka erozija i preporukama za sprječavanje djelovanja erozije u funkciji zaštite izvorišta;
 11. sagledavanje okolinsko-ambijentalnih karakteristika prostora sa usmjerenjem na prepoznavanje prednosti za dijelove koji su ambijentalno ujednačeni (bez uočljivih naznaka poremećaja okolinske ravnoteže) i koji bi trebali predstavljati "nulto" stanje za praćenje promjena kvaliteta okoliša i kvaliteta voda, dok za područja gdje se ustanove poremećaji u okolinskoj ravnoteži, ukazati na nosioce poremećaja i pravce otklanjanja poremećaja koji mogu biti ili koji jesu uzročnici promjena u kvaliteti voda izvorišta, uključujući i uzimajući u obzir podatke o stanovništvu, stambenim objektima i djelatnostima kojima se stanovništvo bavi, sve u cilju definiranja potencijalnih i postojećih koncentriranih, tačkastih, linijskih i rasutih zagađivača voda u slivu;
 12. registriranje, evidentiranje i katalogiziranje postojećih i potencijalnih zagađivača (stalnih i incidentnih) u slivnom području (gradska i seoska naselja, septičke jame, dubrišta, farme, groblja, kanalizacioni sistemi, deponije, industrijski objekti, saobraćajni objekti, područja rekreacije, kamenolomi, pozajmišta šljunka, pijeska ili gline, skladišta, servisi automobila, praonice automobila, benzinske pumpe, minska polja itd.) i njihovo lociranje (GPS), odnosno okonturenje u kartama odgovarajućeg mjerila sa kategorizacijom prema procjeni tereta zagađenja i/ili posljedica koje uzrokuju, uzimajući u obzir ukupnu promjenu sa aspekta industrijskog razvoja, demografskih kretanja, korištenja đubriva i pesticida u poljoprivredi i drugih faktora, uključujući prijedlog mjera sanacije i zaštite, kako bi se sačuvali vodni resursi;
 13. određivanje ranjivosti akvifera na unos i transport polutanata sa analizom transporta zagađenja podzemnom filtracijom za različite varijante, lokacije i intenzitete unosa polutanata;
 14. analiziranje hidrodinamičkih i hidrogeoloških parametara primjenom matematičkog modela transporta polutanata za određivanje zaštitnih zona izvorišta, uključujući definiranje hidrauličkog mehanizma formiranja, prihranjivanja i pražnjenja vodonosnika, te graničnih uvjeta eksploatacije iz vodozahvatnih objekata;
 15. utvrđivanje kvalitativnih karakteristika voda u izvorištima i u slivnom području (minimalno po 3 "nove" proširene fizičko-kemijske i bakteriološke analize voda u tri različita hidrološka perioda) uzimajući u obzir rezultate prethodnih istraživanja i njihovu reinterpetaciju, kao i kontrolu ispravnosti urađenih analiza (raspoložive rezultate prethodnih kemijskih analiza koristiti kao prirodne trasere za procjenjivanje porijekla podzemne vode, formiranje kemijskog sastava i analize hidrodinamičkih uvjeta u vodonosniku - temperatura, ionski sastav i ionski odnosi, indeks zasićenosti i

- sl.), te podatke i rezultate prikazati u tabelama i dijagramima, naročito naglašavajući ingradijente koji premašuju MDK;
16. evaluiranje postojećih podataka i istražnih radova u području izvorišta i vodozahvatnih objekata (bunara, filterskih postrojenja, infiltracionih laguna: Konaci, Stojčevac, VečERICA) koji se tiču zaštite izvorišta sa klasifikacijom hidrogeoloških svojstava, uključujući razvrstavanje prema strukturama poroznosti, filtracionim karakteristikama, vodoobilnosti i hidrogeološkim funkcijama stijena i hidrauličkom mehanizmu u predmetnom području;
 17. analitičku delineaciju zaštitnih zona na osnovu sinteze raspoloživih i novodobivenih podataka i rezultata istraživanja i ispitivanja (padavine, rezultati bojenja, isparavanje, infiltracija, površinski oticaj i sl.), čime bi se inovirale granice zaštitnih zona na osnovu aktualnog (realnog) stanja i u skladu sa kriterijima iz Pravilnika, uz uspostavljanje odgovarajućeg konceptualnog modela izvorišnih zona (hipsometrijski profili, debljine međuzrnskih vodonosnika i vodonosnih horizonata, dubine do karbonatne podine itd.);
 18. na bazi parametara iz Pravilnika utvrđivanje granica zaštitnih zona sa analizom osjetljivosti, odnosno reagiranja utvrđenih granica na pojedine hidrogeološke parametre.

H. INTERPRETACIJA I OBRADA PROJEKTA

Nakon izvršenja zahtjeva u izradi projekta, potrebno je sačiniti projekt na osnovu interpretacije dobivenih rezultata i obraditi ih kako slijedi:

1. definiranje administrativnih granica zaštitnih zona (I, odnosno Ia i Ib, II i III zona) sa prikazom u topografskim kartama odgovarajućeg mjerila, a što treba provesti uz konsultacije i saradnju sa nadležnim ministarstvima, KJKP "VIK" i ostalim institucijama, te odgovarajućim službama općina, Kantona, grada i i entiteta, imajući u vidu održivost implementacije definiranih zaštitnih zona i u tom smislu treba usaglasiti zaštitu, zaštitne mjere i mjere sanacije;
2. *Administrativne granice zaštitnih zona prikazati u topografskim kartama¹ slijedećih mjerila:*
I zona, M 1: 1.000 / 1: 2.500;
II i III zona, M 1: 2.500 / 1: 5.000;
Ukoliko se u blizini granica II zone nalaze zagađivači koji značajnije mogu ugroziti izvorišta, potrebno je i za II zonu sanitarne zaštite, kao i za uže područje na kojem je lociran zagađivač izraditi kartu sa administrativnim granicama II zone u mjerilu 1: 1.000 / 1: 2.500, kako bi se mogla odrediti lokacija zagađivača u odnosu na granice zaštitnih zona;
3. obradu i interpretaciju svih prikupljenih podataka, rezultata i analiza sa izradom Projekta zaštite izvorišta prema sadržaju datom u poglavlju I ovog Projektnog zadatka, uključujući i izradu geoloških, hidrogeoloških, pedoloških i ostalih karata, kao i karata zona zaštite izvorišta koje treba vezati na državni premjer, odnosno na mrežu apsolutnih koordinata;
4. u okviru obrazloženja Prednacrta Odluke o zaštiti izvorišta, obrazložiti definiranje zaštitnih mjera po pojedinim zonama izvorišta, uključujući i detaljnu argumentaciju za svaku od predloženih mjera, te dati prijedloge mjera za provođenje monitoringa kvaliteta i dinamike

¹ Topografske podloge navedenih mjerila obezbjeđuje Ugovorni organ i isporučuje ih u digitalnom obliku

- podzemnih voda, uključujući dinamiku realizacije i orijentacionu procjenu troškova za provođenje mjera zaštite;
5. Prednacrt Odluke o zaštiti izvorišta sačiniti u skladu sa važećim Pravilnikom, odnosno zakonskim, pravnim i tehničkim aktima, normativima i standardima za ovu vrstu dokumenata;
 6. Projekat zaštite izvorišta će se realizirati pod nadzorom odabranog Revidenta. Investitor će neposredno nakon ove ponudbene procedure, provesti proceduru odabira revidenta (tim stručnjaka čiji bi zadatak bio da u ime Investitora prati i usmjerava realizaciju projekta, odobrava sugestije, prijedloge i eventualne izmjene predložene od strane odabranog Dobavljača sa trajnom zadaćom da kao kompetentno tijelo i u konačnici odgovorni revident doprinosi prevazilaženju nejasnoća i otklanjanju teškoća pri realizaciji radova i sl.)
 7. Nakon stručne verifikacije kompletne projektne dokumentacije od strane Revidenta, istu je potrebno isporučiti u 6 (šest) primjeraka -printana verzija, knjige uvezane u tvrdi povez, i 6 (šest) primjeraka na nekom od elektronskih medija.

SADRŽAJ PROJEKTA

I. TEHNIČKI IZVJEŠTAJ

1. Uvod
 - 1.1. Prikaz izvorišta
 - 1.2. Sadašnji uvjeti zaštite izvorišta
 - 1.3. Okolinsko-ambijentalne karakteristike prostora zaštite
2. Zadatak
3. Prethodno izvedeni istražni radovi i ispitivanja
4. Karakteristike šireg područja izvorišta
 - 4.1. Fizičkogeografske karakteristike
 - 4.2. Geološke i hidrogeološke karakteristike
 - 4.2.1. Pregled dosadašnjih istraživanja
 - 4.2.2. Sirovinski resursi u zonama zaštite
 - 4.2.3. Litološko-stratigrafske karakteristike stijenskih masa
 - 4.2.4. Tektonski sklop terena
 - 4.2.5. Hidrogeološke karakteristike stijenskih masa i terena
 - 4.2.6. Hidrogeološko zoniranje šireg i užeg zaštitnog prostora
 - 4.3. Pedološke karakteristike
 - 4.3.1. Vodna fizičko-kemijska svojstva tla u području zaštite
 - 4.3.2. Vrste i tipovi zemljišta u području sliva
 - 4.3.3. Karakteristike poljoprivrednih površina
 - 4.3.4. Preporuke za sanaciju, uređenje i korištenje zemljišnog prostora
 - 4.4. Analiza stanja šuma i šumskih resursa
 - 4.4.1. Struktura šuma i šumskih površina
 - 4.4.2. Preporuke za korištenje i zaštitu šuma u području izvorišta
 - 4.5. Erozioni procesi
 - 4.5.1. Procjena intenziteta erozionih procesa
 - 4.5.2. Pravci i metode zaštite od erozije
 - 4.6. Demografske karakteristike
 - 4.6.1. Stanovništvo i djelatnosti
 - 4.6.2. Urbane aglomeracije i seoska područja
 - 4.7. Potencijalni zagađivači
 - 4.7.1. Karakteristike zagađivača
 - 4.7.2. Procjena tereta zagađenja
5. Kvantitativno-kvalitativne karakteristike izvorišta
 - 5.1. Hidrološke karakteristike
 - 5.1.1. Karakteristični proticaji
 - 5.1.2. Izdašnost vrela i izvora
 - 5.1.3. Nivoi podzemnih voda u izvorištu
 - 5.1.4. Mehanizmi pojava voda u izvorištu
 - 5.1.5. Efektivne brzine tokova podzemnih voda u aquiferu
 - 5.2. Fizičko-kemijske i bakteriološke karakteristike vode
 - 5.3. Hidrobiološke karakteristike vode
 - 5.4. Klase vodotokova

6. Zaštita izvorišta

- 6.1. Zakonski okvir zaštite izvorišta
- 6.2. Pristup rješenju
- 6.3. Zone sanitarne zaštite
 - 6.3.1. I zaštitna zona (zona najstrožijeg režima zaštite)
 - 6.3.2. II zaštitna zona (zona ograničenog režima zaštite)
 - 6.3.3. III zaštitna zona (zona blagog režima zaštite)
- 6.4. Mjere sanitarne zaštite
 - 6.4.1. Ia zaštitna zona (zona najstrožijeg režima zaštite-zona izvorišta)
 - 6.4.2. Ib zaštitna zona (zona strogog režima zaštite)
 - 6.4.3. II zaštitna zona (zona ograničenog režima zaštite)
 - 6.4.4. III zaštitna zona (zona blagog režima zaštite)
- 6.5. Posebna kontrola aktivnosti u slivu
- 6.6. Mjere sanacije
 - 6.6.1. Veoma hitne mjere sanacije
 - 6.6.2. Hitne mjere sanacije
 - 6.6.3. Manje hitne mjere sanacije
- 6.7. Dinamika realizacije provođenja zaštitnih mjera
- 6.8. Orijentaciona procjena troškova za provođenje zaštitnih mjera

7. Spisak literature i korištene fondovske dokumentacije**II. PREDNACRT ODLUKE O ZAŠTITI IZVORIŠTA VODE ZA PIĆE
"SARAJEVSKO POLJE"****III. OBRAZLOŽENJE PREDNACRTA ODLUKE O ZAŠTITI****IV. PRILOZI**

1. Geološka karta slivnog područja, M 1: 100.000
2. Hidrogeološka karta slivnog područja, M 1: 25.000 / 1: 50.000
3. Pedološka karta slivnog područja, M 1: 25.000 / 1: 50.000
4. Karta vegetacionog pokrivača slivnog područja, M 1: 25.000 / 1: 50.000
5. Pregledna karta erozionih procesa u slivnom području, M 1: 25.000 / 1: 50.000
6. Pregledna karta zagađivača u slivnom području, M 1: 25.000 / 1: 50.000
7. Pregledna karta infiltracionih zona izvorišta "Sokolovići", "Bačevo", "Konaci" i "Stup", M 1: 10.000 / 1: 25.000
8. Pregledna karta zaštitnih zona izvorišta "Sarajevsko polje", M 1: 10.000 / 1: 25.000
- 8.1. Detaljna karta zaštitnih zona izvorišta "Sokolovići", M 1: 2.500 / 1: 5.000
- 8.2. Detaljna karta zaštitnih zona izvorišta "Bačevo", M 1: 2.500 / 1: 5.000
- 8.3. Detaljna karta zaštitnih zona izvorišta "Konaci", M 1: 2.500 / 1: 5.000
- 8.4. Detaljna karta zaštitnih zona izvorišta "Stup", M 1: 2.500 / 1: 5.000
- 8.5. Detaljna karta zaštitnih zona filtracionih postrojenja "Bosna I" i "Bosna II", M 1: 2.500 / 1: 5.000
9. Hidrometeorološki podaci za slivno područje i izvorište
10. Rezultati analiza tereta zagađenja slivnog područja i izvorišta
11. Rezultati fizikalno-kemijskih i bakterioloških analiza voda slivnog područja i izvorišta

Vlada Kantona Sarajevo je Zaključkom broj: 02-05-7100-32/10 od 07. 04. 2010. godine dala saglasnost na tekst Projektnog zadatka

U cilju efikasnije, svrsishodnije, cjelovitije, te u konačnici i korektnije realizacije ovog Projektnog zadatka sastavni dio istog je:

DOPUNA PROJEKTOG ZADATKA

E. ZAKONSKE, NORMATIVNE I DOKUMENTACIONE OSNOVE PROJEKTA

Svi akti, odluke i propisi, koji stupe na snagu u periodu predviđenom za realizaciju projekta su obavezujući dokumenti za odabranog Dobavljača.

G. IZRADA PROJEKTA

tačka 1.

Odabrani Dobavljač će imati mogućnost uvida, korištenja i, u okviru definirane i planirane dinamike izvršenja usluge, mogućnost privremenog preuzimanja dokumentacije, koju posjeduju dole navedene institucije Općina i Kantona Sarajevo, a koje participiraju u području zaštite izvorišta vode „Sarajevsko polje“:

1. Ministarstvo privrede Kantona Sarajevo
2. Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša Kantona Sarajevo
3. Zavod za planiranje razvoja Kantona Sarajevo
4. Zavod za izgradnju Kantona Sarajevo
5. Ministarstvo zdravstva Kantona Sarajevo
6. Općina Ilidža
7. Agencija za vodno područje rijeke Save
8. KJKP "Vodovod i Kanalizacija" Sarajevo

U cilju cjelishodnije izrade Projekta, koji bi u samom startu bio baziran, raden i sačinjen na predhodnim spoznajama uz inoviranje novim podacima i rezultatima Investitor dostavlja listing ulaznih dokumenata, elaborata, istraživanja, studija koji je pripremljen na osnovu podataka dostavljenih od gore navedenih institucija, a biti će na raspolaganju odabranom Dobavljaču.

1. Ministarstvo privrede Kantona Sarajevo

- a. Istraživanja koja su vršena za Višenamjenski vodoprivredni podsistem „Crna rijeka“. Obradena je 21 oblast i svaka oblast ima svoju knjigu.
- b. Studija izvodljivosti - Izvještaj pod nazivom „Dugoročno rješavanje vodosnabdijevanja, odvodnje i tretmana otpadnih voda u Kantonu Sarajevo“, koju je izradio konzorcij "GIBB-KCIC-EE Consortium, 2000. godine.
- c. Studija za definisanje aktivnosti, programa, sredstava za iskorištavanje prirodnih izvorišta voda na području Sarajevske makroregije, koju je izradio Institut za građevinarstvo „IG“ Banja Luka.
- d. Studija o mogućnosti korištenja rezidencijalnog prostora u II zaštitnoj zoni, urađena od strane Eart Science Institute Sarajevo

2. Ministarstvo zdravstva Kantona Sarajevo

- a. Određena dokumentacija, analize (radi se o bakteriološkim i hemijskim analizama vode sliva rijeke Bosne) i nalazi mogu se dobiti u JU Zavod za javno zdravstvo Kantona Sarajevo, Dr. Mustafe Pintola 1, kontakt tel: 033 624 470, direktorica Doc dr Habiba Salihović.

3. Zavod za planiranje razvoja Kantona Sarajevo

- a. Prostorni plan Kantona Sarajevo za period od 2003-2023 god.;
- b. Urbanistički plan za urbano područje KS za period 1986-2015 god.;
- c. Pravilnik o uslovima za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta voda koje se upotrebljavaju ili se planiraju koristiti za piće („Sl.nov. F BiH“ 51/2002);
- d. Zakon o proglašenju spomenika prirode "Vrelo Bosne" („Sl. nov. KS“ 16/2006);
- e. Odluka o zaštiti izvorišta vode za piće u Sarajevskom polju („Sl. nov. grada Sarajeva“ 2/87);
- f. Zakon o vodama („Sl.nov. F BiH“ 70/2006);
- g. Odluka o donošenju Plana upravljanja Spomenikom prirode Vrelo Bosne („Sl. novine KS“ br. 25 od 20. 07. 2007. god.)
- h. Odluka o legalizaciji građevina izgrađenih bez odobrenja za građenje i građevina privremenog karaktera čl. 13. stav 3. („Sl. novine KS“ br.6/2006)
- i. Provedbeni planovi u čijem obuhvatu se nalaze i dijelovi zona sanitarne zaštite (napr. RP. "Kovači" iz 1987 god.)
- j. Određeni broj naučno-istraživačkih radova i elaborata koji predstavljaju analitičko-dokumentacionu osnovu za svaki studiozan pristup ovom osjetljivom prostoru, koji se sada eventualno može koristiti više u smislu metodologije izrade, jer je njihova aktualnost vrlo upitna obzirom da su rađeni prije 25 i više godina

4. Zavod za izgradnju Kantona Sarajevo

- a. Aktualni prostorni obuhvat vodozaštitnih zona Zavod - Sektor za katastar komunalnih uređaja, će dostaviti na CD-u u formatu DWG, sa posebnim modulom na CD-u koji će se koristiti za otvaranje DWG-a. (geodetski plan komunalnih uređaja, raspoložive razmjere 1:500; 1:1000; 1:2500 i 1:5000).
- b. Spisak parcela neotkupljenog i otkupljenog zemljišta u vodozaštitnoj zoni „Sarajevsko polje“

5. KJKP "Vodovod i kanalizacija" Sarajevo

- a. Tabelarni i grafički pregled mjerenja nivoa voda u bunarima i mjerinim piježometrima u Sarajevskom polju za period 2000-2009, a po potrebi i ranije;
- b. Periodični tabelarni pregled kvaliteta vode (fizikalno-kemijska i bakteriološka analiza) u bunarima i piježometrima za protekli period;
- c. Jednogodišnji (2008. i 2009.) nalaz kompozitnog uzorka snijega (ispitivana mineralna ulja i teški metali) sa saobraćajnica u zaštitnim zonama SP i slivu Igman-Bjelašnica;
- d. Projektantske podloge hidrološke grade: bunara, infiltracioni laguna, gabionskih zahvata, prepumpnih sistema, kartiranih i grafičkih dokmunenata područja zaštitne zone SP;
- e. Knjiga autorice mr. Busuladžić Hasije – „Izvorište Sarajevsko polje“

- f. ostala dokumentacija, vezana za ovu oblast koja nije pobrojana, a koju KJKP „ViK“ posjeduje također će biti na raspolaganju

6. Općina Ilidža

- a. Pregledna karta vodozaštitne zone Bačevo, Sokolovići i Stup, digitalno prikazane površine vodozaštitnih zona pojedinačno. Grafički prikaz površina zona pojedinačno sa obračunatim procentima pojedinačnih površina u odnosu na ukupno
- b. Analiza i sistematizacija podataka o otkupljenim parcelama, zaključno sa 27. 01. 2010. godine sa prilazom istih na karti vodozaštitnih zona, praćeno procentualnim odnosom na grafičkoj obradi površina
- c. Pregled otkupljenih parcela po uknjiženosti sa grafičkim i procentualnim osvrtom na stanje uknjiženosti
- d. Prikaz podataka o namjeni otkupljenih parcela, datim površinama kao i grafičkoj obradi odnosa površina
- e. Prikaz držanja i ispaše stoke unutar vodozaštitne zone sa grafičkim prikazom odnosa vezanim za vrstu stoke
- f. Prikaz i pregledna karta preklapanja obuhvata vodozaštitne zone sa obuhvatom Javne ustanove park prirode „Vrelo Bosne“.
- g. Evidencioni popis bespravno izgrađenih stambenih i drugih objekata od 1987.-1992.g. i od 2006.-2009.g.
- h. Evidencioni popis staja, đubravnika i dr. objekata potencijalnih zagađivača područja, kao i procjenu površina zemljišta koje se koristi u poljoprivredne svrhe;
- i. Evidencioni popis pravnih i bespravnih privrednih subjekata nap.proizvodnje, skladišta rizičnih roba, benzinskih pumpi i sl.

Napomena:

Investitor će odabranom Dobavljaču blagovremeno obezbijediti spisak osoba za kontakt u svim navedenim institucijama.

Obaveza odabranog Dobavljača je da obezbijedi i slijedeće dokumente:

- a. Postojeću i staru pravnu dokumentaciju: Odluke, Programe zaštite, Uslove, Elaborate o zaštiti, istražne radove itd, kao i Interventni program zaštite 2000.
- b. Dokumenta, kojim raspolažu i druge institucije, čija je djelatnost usko vezana za aktualnu sferu vodnog dobra (nap. Zavod za Agropedologiju, Agencija za slivno područje rijeke Save“, Veterinarski fakultet, Općine Hadžići i Trnovo - prostorni obuhvati i planovi istih);
- c. Elaborat istražnih radova uticaja na okoliš u području Butmira. EUFOR posjeduje ovaj elaborat raden 2007.g. a isti je značajan hidrološki i hidro-geološki dokument, posebno sa aspekta uticaja područja baze EUFOR, naselja Kotorac i potoka Kasindo;
- d. Elaborat/studija prof.dr. Šarić - Veterinarski fakultet „Zagađivanje i uticaj stajskih i vještačkih đubriva na kvalitet izvorikih i podzemnih voda u područjima obrade zemljišta u poljoprivredne svrhe“

1. Rok za realizaciju Projekta

Projektnim zadatkom određen rok za realizaciju Projekta, koji obuhvata:

- a. hidrološki ciklus-srednjeg hidrološkog nivoa i početnog vegetacionog perioda,
- b. niskog hidrološkog nivoa /sušni period/
- c. visokog hidrološkog nivoa /vanvegetacioni period-kišni-sniježni period/
- d. vrijeme za doradu i dopunu dokumentacije nakon prezentacije i obavljene revizije ukupno iznosi 12 mjeseci.

2. Dinamički plan realizacije usluga

Projektnim zadatkom predviđena je izrada Dinamičkog plana aktivnosti na realizaciji usluge. Istim planom predvidjeti kvartalnu prezentaciju posla ugovornom organu, koja će biti popraćena pisanim izvještajem o napredovanju posla na realizaciji usluge.

Napomena:

Plaćanje privremenih situacija, ispostavljenih od strane Dobavljača, Investitor će izvršiti nakon što iste budu pregledane i usvojene od strane odabranog Revidenta.

Napominjemo da situacija (6 primjeraka) pored finansijskih izkazanih podataka mora sadržati prateće dokumente u skladu sa svim detaljima Projektnog zadatka.

3. Prilog Projektnog zadatka je Pregledna situacija vodozaštitnih zona – Mjerilo 1:15000

Dopunu Projektnog zadatka sačinila:

Alma Skender, dipl.ing.građ.

Sarajevo, 05. 2010. god.

PROJEKTNI ZADATAK – DODATNI RADOVI

Projekat za istražne radove i definiranje obuhvata i granica zaštitnih zona u svrhu donošenja Odluke o provođenju zaštite izvorišta vode za piće "Sarajevsko polje"

a prema „Projektnom zadatku“ i „Programu dodatnih radova za potrebe usklađivanja studije zaštite izvorišta Sarajevsko polje i određivanja brzina tečenja vode u akviferu Sarajevskog polja“

OPIS POZICIE

I. Bojenje, monitoring i analiza rezultata.

II. Obezbjedenje ovjerene kopije zemljišno-knjižnog izvotka za područje I. zaštitne zone izvorište nakon definiranja I zaštitne zone po novom pravilniku od nadležnih institucija.

III. Usklađivanje obrađenih geoloških i hidrogeoloških karakteristika sliva izvorišta sa izradom prostornog modela i vrednovanje indeksa osjetljivosti geoloških i hidrogeoloških struktura u odnosu na postojeće i planirane aktivnosti u slivu izvorišta (prema Prilogu 1. važećeg Pravilnika).

IV. Sistematizacija u skladu sa novim u skladu sa podacima KJKP „Vodovod i Kanalizacija“ obrađenih podataka kada se radi o bunarima: optimalni kapacitet bunara, poroznost akfivera, koeficijent filtracije i transmisibilnost, stvarnu brzinu podzemne vode, karakteristične nivoe podzemne vode, projektovano sniženje nivoa vode kao i dinamički nivo vode u bunaru dobiven tokom testiranja bunara.

OPIS POZICIJE

V. Usklađenost vrijednovanja postojećih indeksa zagađivača /postoji katastar postojećih i potencijalnih izvora zagađenja na sliv izvorišta sa prikazom vrste zagađenja, procjenom količine zagađenja i vrednovanjem indeksa zagađivača/ za zahtjevima važećeg Pravilnika o načinu utvrđivanja uslova za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorište vode za javno vodosnabdijevanje stanovništva.

VI. Pregledan prikaz rezultata dodatnih istražnih radova.

VII. Nova delineacija zaštitnih zona u skladu sa novim pravilnikom okvira tehničke analize identifikacije ključnih hidrodinamičkih i hidrogeoloških karakteristika sliva izvorišta sa proračunom indeksa rizika zagađenja u cilju određivanje vrste i veličine zaštitnih zona kao i definiranja prostornog obuhvata pojedinih zaštitnih zona izvršiti.

VIII. Sistematizacija nakon definiranja zaštitnih zona, nakon identifikacije postojećih aktivnosti po pojedinim zaštitnim zonama i njihova specifikacija u skladu sa odredbama Člana 10. st. 1. do 6. ovog Pravilnika.

OPIS POZICIE

IX. Identifikacija zaštitnih mjera po pojedinim zaštitnim zonama nakon definiranja zaštitnih zona

X. Prijedlog sanacionih zahvata na postojećim objektima unutar zona sanitarne zaštite /po potrebi/.

XI . Inovacija procjene troškova provođenja Odluke u skladu sa prijedlogom mjera po zonama zaštite, nakon njihovog definiranja.

XII. Izrada zaključka o tehničkoj i financijskoj opravdanosti provođenja zaštite izvorišta u odnosu na potencijalna alternativna rješenja.

XIII. Izrada prednacrtu Odluke o zaštiti izvorišta u skladu sa zahtjevima važećeg pravilnika.

XIV. Prerada grafičkih nacrtu zaštitnih zona na kartama odgovarajuće razmjere pri čemu na nacrtu I.

OPIS POZICIJE

zaštitne zone izvorišta treba dati i prikaz svih vodozahvatnih objekata nakon definiranja I zaštitne zone.

XV. Dorada GIS baze podataka.

1.1 UVOD

Centralni vodovodni sistem u Sarajevu, kojim gazduje KJKP "Vodovod i kanalizacija" d.o.o. Sarajevo snabdijeva vodom šest općina, oko 400.000 stanovnika i manji dio privrednih subjekata koji su nakon rata obnovljeni. Sarajevo je grad koji za vodosnabdijevanje koristi više izvorišta: gravitaciona vrela (Moščanica, Kovačići, Peračko vrelo, Crnil, Sedrenik, Uroševno vrelo i mala vrela), vode podzemne akumulacije (Sarajevsko polje) i vode površinskih vodotoka (Vogošće i Bosne), nakon prethodne obrade na uređajima za prečišćavanje pitkih voda.

Sa kaptiranih gravitacionih vrela u vodovodni sistem, dotiče do 10% potrebnih količina, dok se preostalih 90% obezbjeđuje na najznačajnijem izvorištu Sarajevsko polje, uključujući i vode zahvaćene na površinskim vodotocima. Vodovodni sistem predstavlja kombinaciju pumpnog i gravitacionog sistema. Zahvaćene količine se distribuiraju u 43 zone vodosnabdijevanja. Zbog nedovoljne izgrađenosti dijelova vodovodnog sistema, postoje poteškoće pri snabdijevanju padinskih područja grada. Postojeći vodovodni sistem prostorno prelazi administrativnu granicu entiteta: dio vode sa Jahorinskih vrela preuzima se, uz naknadu, iz drugog Entiteta. Zone sanitarne zaštite izvorišta, također se prostiru van administrativnih granica grada, kantona i entiteta, što usložnjava gazdovanje raspoloživim vodnim resursima.

Strategija razvoja Kantona Sarajevo do 2015. godine predviđa rast broja stanovnika i dostizanje predratnog broja od 494.000 i značajno oživljavanje proizvodnje (rekonstrukcijom i izgradnjom novih) privrednih objekata, što će značajno uticati na povećanje potrošnje. U procjeni potreba za vodom značajnu ulogu imaju gubici u vodovodnom sistemu, koji trenutno iznose 67% - iskazani kao neoprihodovana voda. Njihov značaj, pored ekonomskog i tehničkog, sadrži i sanitarni aspekt. S toga se u procjeni potreba računalo sa stalnim akcijama na smanjenju stope gubitaka, kako bi se isti do 2030. godine sveli na 25%.

Zadovoljenje vrlo izraženog rasta potreba Grada za vodom, uz 24-satno snabdijevanje, proteklih godina iznudilo je mnoga složena, pa čak i rješenja privremenog karaktera. Evidentno je da se već dugi niz godina nedostajuće količine pokušavaju nadomjestiti dodatnom i neplanskom eksploatacijom podzemne akumulacije Sarajevsko polje. Prekomjerna eksploatacija podzemnih voda, izvorišta Sarajevsko polje uvjetovala je 1980. godine primjenu vještačkog prihranjivanja vodama rijeke Bosne, bez prethodne obrade. Strateški pravci razvoja vodovodnog sistema (bazirani na dokumentaciji: Master plan 1999. godine, Studija izvodljivosti 2000. godine, te Razvojni projekti KJKP "Vodovod i kanalizacija" 2003. godine) oslonjeni su i, u narednom periodu, na raspoložive mogućnosti podzemne akumulacije Sarajevsko polje i gravitacionih vrela.

1.2 PRIKAZ IZVORIŠTA

Izvorište Sarajevsko polje se nalazi jugozapadno od Sarajeva u rejonu Ilidže, ispod Igmana (1.647 mn.m.). Nadmorska visina Polja je oko 500 mn.m. Sa juga i jugoistoka proteže se vijenac visokih planina, koji čine Bjelašnica (2067 mn.m.), Treskavica (2068 mn.m.) i Jahorina (1910 mn.m.), a sa zapada Bitovnja (1.700 mn.m.).

Ukupne potrebe u vodi Kantona Sarajevo, do 2040, procjenjuju se na $7 \text{ m}^3/\text{s}$ (bez učešća gubitka u vodovodnom sistemu). Ovako velike količine vode moguće je osigurati samo izgradnjom akumulacija na slivu rijeke Željeznice ("Crna rijeka", u nekoj daljoj perspektivi "Bijela rijeka") i Misoče ("Misoča"). Svaki od ovih objekata ima približno isti prosječni proticaj ($2 \text{ m}^3/\text{s}$), a ukupni proticaj iznosi $6 \text{ m}^3/\text{s}$. To je ujedno i neophodan uslov za obogaćivanje izvorišta podzemne akumulacije Sarajevsko polje, kao i za stvaranje strateške rezerve, neophodne za pokrivanje

deficita, koji se na regionalnom nivou već nazire. S obzirom na značajna materijalna sredstva i kompleksnost izgradnje sistema "Crna rijeka" (čija realizacija će se izvoditi fazno), neophodno je ovaj prelazni period iskoristiti za nastavak istraživanja u cilju provjere parametara postojećeg sistema.

Pored obimnih istraživanja, provedenih na širem prostoru Sarajevskog polja, još uvijek nisu precizno definirane količine vode koje je moguće eksploatirati iz podzemne akumulacije, u uslovima njenog prirodnog prihranjivanja i različitim stanjima na konturama sliva. Kako na prostoru izvorišta Sarajevsko polje postoje osim pitkih i termalne vode, dosadašnjim istraživanjima nisu definirani mehanizmi koji bi omogućili nesmetano i istovremeno eksploatiranje oba resursa. Ispitivanja te vrste tek predstoje.

Visok i ujednačen kvalitete podzemne vode osiguran je prvenstveno filterskim djelovanjem šljunčano pjeskovitog sedimenta, kroz koji se voda kreće (u toku eksploatacije od 1962. godine nije bilo poteškoća u pogledu kvaliteta).

Vrijeme zadržavanja vode u podzemlju je izuzetno kratko (u prosjeku od 2 do 4 dana, a na prostoru Lužana oko 17 dana). Proširenjem eksploatacionog prostora, sa povećanjem eksploatacionih količina, korištenjem površinskih voda iz otvorenih vodotoka, uz pojačanu prirodnu i vještačku infiltraciju rijeka (Bosne, Željeznice i Večerice), postaje izvjesnija i opasnost od incidentnih zagađenja (neophodna uspostava mreže za kontinuirano praćenje kvantitativno-kvalitativnih karakteristika vode podzemne akumulacije i rubnih vodotoka).

Korištenje vještačkog prihranjivanja za ovo izvorište je neminovnost, uz naznaku da trenutni sistem treba modifikovati i uskladiti sa stvarnim mogućnostima akvifera i potrebama eksploatacije. Zbog intenzivnog i permanentnog procesa kolmacije (uzrokovane suspendovanim česticama) trenutni efekti površinske infiltracije su na donjoj granici tehničke opravdanosti.

Provedena analiza (u cilju obezbjeđenja dodatnih količina vode iz rijeke Bosne, za potrebe Sarajevskog vodovodnog sistema), bazirana isključivo na hidrološkim pokazateljima, upućuje na činjenicu da nije moguće vršiti dodatno zahvatanje voda iz rijeke Bosne, u periodima malih voda.

Radi provođenja zaštitnih mjera na prostoru Sarajevskog polja i šire, za sva izvorišta i vodotoke treba izraditi inovaciju planova zaštite. U njih se moraju inkorporirati nova stanja, počevši od namjene površina do izmijenjenog sistema upravljanja. Potrebno je posebnu pažnju posvetiti rješavanju zaštitnih mjera na zajedničkim slivnim površinama obaju entiteta.

U narednom periodu neophodno je na izvorištu Sarajevsko polje provesti opsežna hidrodinamička istraživanja (određeni terenski radovi, matematičko modeliranje strujanja podzemnih voda, kao i odgovarajući studijski rad) kako bi se dobio uvid u stvarni kapacitet izvorišta, procjenu njegovih mogućnosti. Sva ta istraživanja moraju biti u funkciji buduće namjene i odgovarajućih aktivnosti.

Stoga je zaštita Sarajevskog polja od velikog značaja za održivo i dugoročno vodosnabdijevanje Grada i Kantona. Imajući u vidu ulogu ovog izvorišta, u cilju definiranja tehničkih i pravnih elemenata zaštite izvorišta Sarajevsko polje, pokrenute su aktivnosti od strane različitih institucija u Gradu i Kantonu Sarajevo na rješavanju ove problematike. Nakon dugotrajnih konsultacija različitih zainteresiranih strana, Zavod za izgradnju Kantona Sarajevo određen je kao institucija koja treba da realizira projekat, čiji puni naziv glasi „Projekat istražnih radova i definiranje obuhvata i granica zaštitnih zona u svrhu donošenja Odluke o provođenju zaštite izvorišta vode za piće Sarajevsko polje“.

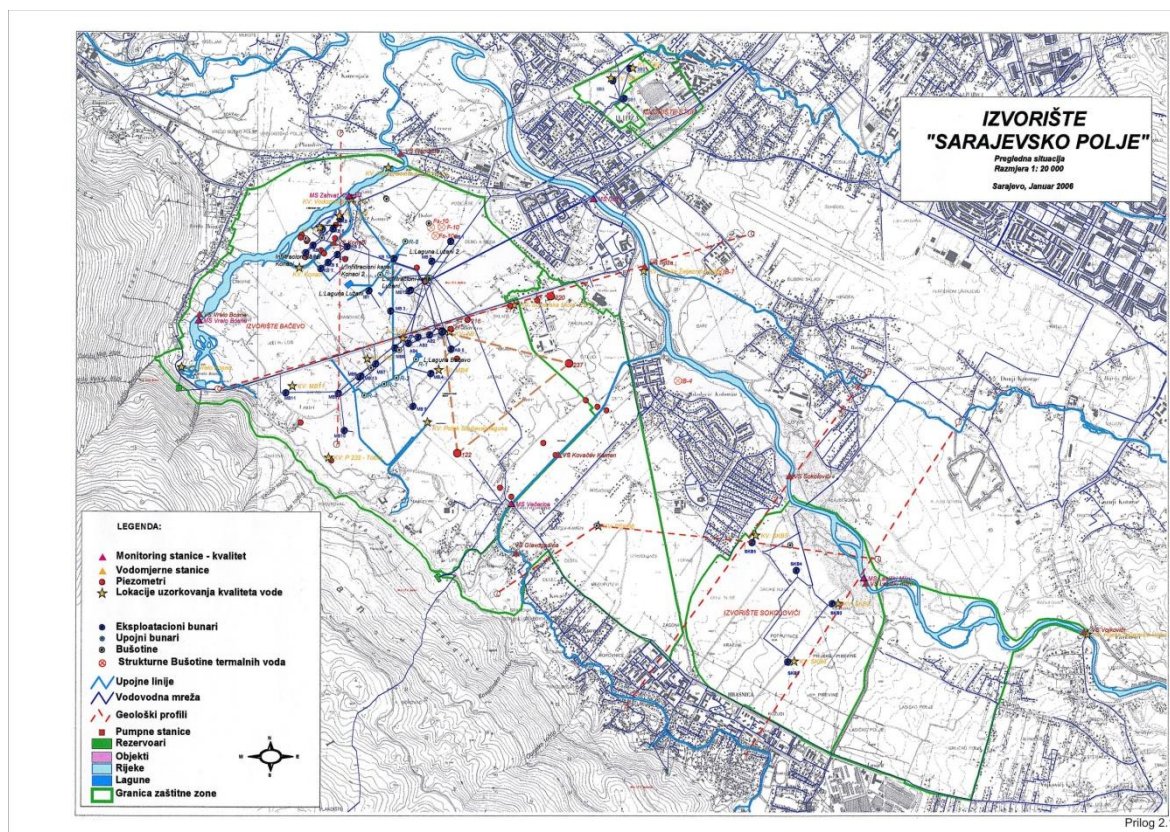
Ovaj projekat zaštite urađen je prema projektnom zadatku priloženom u knjizi priloga. Pri izradi ovog projekta zaštite, a posebno prednacrtu Odluke o zaštiti predmetnog izvorišta, razmatrani su i korišteni uslovi za utvrđivanje zona sanitarne zaštite, propisani Pravilnikom o uslovima za određivanje zona sanitarne zaštite i

zaštitnih mjera za izvorišta voda koje se koriste ili planiraju da koriste za piće (u daljem tekstu: Pravilnik o zaštitnim zonama; „Službene novine Federacije BiH“, broj 88/12; FBiH, 2012). Pored toga, pri izradi ovog projekta zaštite poštovane su odredbe Federalnog zakona o vodama („Službene novine FBiH“, broj 70/06; FBiH, 2006), Zakona o vodama Kantona Sarajevo („Službene novine Kantona Sarajevo“, broj 16/10; KS, 2010), kao i drugih važećih zakona koji se primjenjuju na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine.

U ovoj tački projekta dat je opis izvorišta Sarajevsko polje, koje se sastoji od četiri izvorišne zone: Konaci, Bačevo, Sokolović kolonija i Stup. S obzirom da je izvorišna zona Stup fizički odvojena rijekom Željeznicom od preostale tri zone, ovo izvorište je prikazano u zasebnoj tački.

1.2.1 IZVORIŠNA ZONA KONACI, BAČEVO I SOKOLOVIĆ KOLONIJA

Izvorište podzemne vode Sarajevsko polje se proširivalo proteklih 40 godina, ovisno o iskazanim potrebama. Trenutno je na prostoru Bačeva, Konaka, Sokolović kolonije i Stupa u funkciji 36 bunara koji osiguravaju 90 % (2467 l/s – 3150 l/s) vode za Grad.



Slika 1. Prikaz izvorišne zone¹

Prekomjerna eksploatacija izvorišne zone Sarajevskog polja, prethodnih godina, uzrokovala je sniženje nivoa vode u polju i do 20 m, što je uvjetovalo primjenu vještačkog prihranjivanja početkom 80-tih godina prošlog

¹ Knjiga: “Izvorište Sarajevsko polje”, Hasija Busuladžić, Sarajevo 2008.

vijeka. Od tada, nastali deficit u količinama uglavnom se nadoknađuje vještačkim prihranjivanjem vodom iz rijeke Bosne, bez prethodne obrade.

U prvoj fazi, prihranjivanje izvorišta Sarajevsko polje se vršilo preko infiltracionog kanala Konaci 1, dužine 800 m i širine 10 m, dubine 3 m, koji je izgrađen 1980. godine. Prema svojoj geometriji, kanal Konaci 1 je trebao osigurati infiltraciju od 600 l/s. Međutim, zbog prisutne kolmacije, izazvane intenzivnom biološkom produkcijom, nije dao zadovoljavajuće rezultate. Iskustva stečena na ovom infiltracionom sistemu potvrdila su potrebu čišćenja² ovog kanala svaka dva mjeseca ljeti, a zimi nešto rjeđe.

Druga faza prihranjivanja izvorišta Sarajevsko polje je realizirana izgradnjom upojnih bunara. Na osnovu dugogodišnjih istraživanja geoloških, hidrogeoloških, hidroloških i hidrodinamičkih odnosa te simulacijama različitih uslova prihranjivanja i definirane su najpovoljnije lokacije prihranjivanja (Lužani i Bačevo). Mikrolokacije su određene na bazi rezultata strukturnih bušenja.

Tokom 1987. godine izgrađeno je osam upojnih bunara i to R1, R2, R3 i R4, na lokalitetu Bačevo, i R5, R6, R7 i R8, na lokalitetu Lužani, sa zahvatom "Konaci" na rijeci Bosni i transportnim cjevovodom do obje linije upojnih bunara.

Prvobitne količine koje su se zahvatale iz otvorenog toka rijeke Bosne su se kretale oko 500 l/s, dok u 2000. dostižu kapacitet i do 1150 l/s. Instalirani kapacitet zahvata "Konaci" je 1200 l/s – 1500 l/s.

Intenzivna kolmacija infiltracionog kanala Konaci 1, priobalja rijeke Bosne, rijeke Večerice i potoka Stojčevca, uvjetovala je potrebu realizacije još tri lagune – infiltraciona objekta (smještenih u blizini upojnih bunara R7, R5 i R1), sa ciljem dobivanja dodatnih 400 l/s. Ove lagune su izvedene u periodu 1993–1995. godine, ali nisu dale očekivane rezultate.

Sredinom 1998. pušten je u rad još jedan manji infiltracioni kanal, Konaci 2, uzvodno od linije upojnih bunara na lokalitetu Lužani. Dimenzije kanala: dužina 150 m, širina 3 m i dubina 2 m, trebale su osigurati projektovanu infiltraciju u količini od 250 l/s. Međutim, dvije godine nakon puštanja u rad, stvarna infiltracija je iznosila oko 100 l/s, sa nivoom vode u kanalu približno na koti terena. U 2001. godini ovaj kanal je produžen na dužinu od 173 m, u cilju povećanja infiltracije. U ljeto 2003. godine je izvršena revitalizacija dna kanala što je podrazumijevalo skidanje i zamjenu kolmiranog sloja u debljini 30 cm.

Da bi se poboljšala izdašnost bunara KB10 i IB1, koji su nastali pretvorbom upojnih bunara R7 i R5, 2000. godine je izgrađen novi infiltracioni kanal "Lužani" dužine 300 m, širine 8 m u dnu i dubine 3 m, sa nagibom stranica 1:1,5. Voda za infiltracioni kanal je uzeta iz transportnog cjevovoda sa druge linije upojnih bunara, tačnije ispred upojnog bunara R6, gdje je ugrađen zatvarač kako bi se mogao regulisati dotok u infiltracioni kanal. Za dobivanje slike strujanja vode u području bunara druge upojne linije (R5, R6 R7 i R8), kao i u području novog

² U proteklom periodu, na infiltracionom kanalu Konaci 1 revitalizacija je vršena: 1985, 1998, 1999. i 2004. godine.

infiltracionog kanala, izvršeno je matematičko modeliranje strujanja podzemne vode, za približno stacionarno stanje, u prostoru infiltracionog kanala Konaci 1 i Aleje.

U novom infiltracionom kanalu Lužani, koji je postavljen 100 m uzvodno od linije bunara R5, R6 i R7, a približno je toliko udaljen i od linije bunara MB12–MB3, omogućava se održavanje nivoa vode na koti između 493 i 495 m n.m. Ukupna količina vode koja se infiltrira u infiltracioni kanal je 300 l/s, koliko se i planira crpiti na bunarima R5–IB1, R6 i R7–KB10.

U ljeto 2004. godine izgrađen je infiltracioni kanal Bačevo, dužine 500 m, širine 5 m i prosječne dubine 1,2 m. Debljina ugrađenog infiltracionog sloja iznosi cca 40 cm. Voda za ovaj infiltracioni kanal je uzeta sa prve linije upojnih bunara. Cilj je bio da se poveća izdašnost bunara MB4 i MB5.

Izmještanjem i regulacijom korita vodotoka VečERICA 1979. godine željela se osigurati maksimalna moguća infiltracija voda iz tog vodotoka. Projektovani kapacitet je bio oko 200 l/s.

Međutim, kao i kod prethodno opisanih objekata, u vrlo kratkom vremenskom periodu došlo je do kolmacije. Ranijim istraživanjima i bojenjem, dokazano je da se rijeka VečERICA uglavnom prihranjuje vodama iz igmansko-bjelašničkog bloka te da njena infiltracija, na nizvodnom dijelu, prigušuje dotok iz rijeke Željeznice. Iz tih razloga, sve dosadašnje intervencije su bile usmjerene ka osiguranju povećanja infiltracije iz rijeke VečERICA na njenom uzvodnom toku.

Značajno mjesto u prihranjivanju podzemne akumulacije Sarajevsko polje ima i rijeka Željeznica, koja se prirodno infiltrira u zonu izvorišta Sokolovića. Količina vode koja se infiltrira ovisi od: proticaja u rijeci Željeznici, razlike nivoa u rijeci i podzemnoj akumulaciji (hidraulički gradijent), te od kolmacije dna i od spuštavanja nivoa korita rijeke, uslijed nekontrolirane eksploatacije šljunka iz riječnog korita.

Prema dosadašnjim mjerenjima, prosječna količina infiltracije iz rijeke Željeznice, na potezu VS Krupac – VS Ilidža u periodu 1982–1988. godina, iznosila je 867 l/s, dok je u periodu 1996–1997. godina za vrijeme malih voda iznosila 700–1200 l/s. Iako dobiveni rezultati ukazuju da se količine infiltriranih voda praktično nisu značajno mijenjale u zadnjih deset godina, treba reći da ta mjerenja ne odražavaju stvarnu sliku stanja, jer su vršena u periodu kada izvorište Sokolovići nije bilo pušteno u eksploataciju. U novije vrijeme vršeno je matematičko modeliranje strujanja podzemne vode u području izvorišta Sokolovići u cilju optimizacije eksploatacionih količina. Došlo se do zaključka da su optimalne količine eksploatacije za ovo izvorište od 270 do 320 l/s.

Potok Stojčevac u zoni kroz koju protiče, prvenstveno zbog geološke građe terena, ima i vrlo lošu infiltraciju: $Q_{sr} = 0,122 \text{ m}^3/\text{s}$, a srednja minimalna $Q_{MV} = 0,048 \text{ l/s}$.

Na kraju se može zaključiti da svi objekti koji služe u sistemu prirodne ili vještačke infiltracije Sarajevskog polja imaju velike probleme sa kolmacijom³ tako da se projektovani i stvarni kapaciteti znatno razlikuju

³ Na osnovu eksperimentalnih podataka, sa probno upojnih bunara na izvorištu Sarajevsko polje, radi se o kolmaciji uzrokovanoj suspendovanim česticama. [40]

Oznake bunara su promijenjene prije nekoliko godina u odnosu na izvorne oznake, pa su stoga u prikazane usporedno i stare i nove oznake. Radi konzistentnosti, u ovom projektu zaštite korištene su isključivo nove oznake bunara.

Tabela. 1.2.1. Nove oznake (nazivi) bunara u Sarajevskom polju

A/ Bunari za pravac Alipašin Most

Stari naziv	B1	B2	B3	B4	B13
Novi naziv	AB1	AB2	AB3	AB4	AB5

B/ Bunari za pravac Mojmiło

Stari naziv	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B14	B15	B16	B17	B18	B8A
Novi naziv	MB6	MB7	MB8	MB9	MB10	MB11	MB12	MB4	MB5	MB3	MB2	MB1	M13

C/ Bunari Konaci-Bačevó

Stari naziv	BK1	BK2	BK5	BK6	BK7	BK8	BK9	BK10	NB9	BK11 (R7)	BK3	BK4
Novi naziv	KB1	KB2	KB5	KB6	KB7	KB8	KB9	KB3	KB4	KB10	KB11	KB12

- Bunar koji ide direktno u potrošnju

Stari naziv	R5 (upojni bunar)
Novi naziv	IB1(Igmanski bunar 1)

D/ Bunari Sokolovići

Stari naziv	BSK2	BSK3	BSK4	BSK5
Novi naziv	SKB2	SKB3	SKB4	SKB5

1.2.2 IZVORIŠNA ZONA STUP

Izvorište Stup locirano je između Željezničke kolonije na Ilidži, saobraćajnice Sarajevo-Blažuj, rijeke Dobrinje i nasipa željezničke pruge Sarajevo-Ploče.

U ranijim istraživanjima, dok je ovo područje bilo industrijsko, za tadašnje potencijalne zagađivače vrijeme zadržavanja procijenjeno je na 2-3 dana. Zbog velike vjerojatnosti pojave incidentnog zagađenja, bilo je predviđeno da se taj prostor opremi monitoring opremom koja će registrovati karakteristične parametre. To nije nikada urađeno, tako da su postojeći podaci nedovoljni za bar približnu procjenu vremena zadržavanja.

E/ Bunari Stup

Stari naziv	SB1	SB2	SB3
Novi naziv	SB1	SB2	SB3

1.3 ETAPE U RAZVOJU IZVORIŠTA SARAJEVSKO POLJE

1.3.1 PRVA ETAPA

Prva etapa istraživanja provedena je u periodu 1954-62. godina, a rezultirala je izgradnjom i uvođenjem u eksploataciju izvorišta Sarajevsko polje 1962. godine. Istraživanja u ovoj etapi uglavnom su obuhvatila gornji vodonosni horizont, u kojem se podzemne vode javljaju sa slobodnom površinom (ZHGF, 1971.g.). Niži vodonosni horizonti, u kojima se javlja voda pod pritiskom kao arteška i subarteška, nisu detaljnije istraživani zbog ograničenih finansijskih resursa. Ispitivanja su usmjerena na prostor između rijeka Željeznice i Bosne i padina planine Igman, što obuhvata prostor Bačevo-Lužani-Vruci.

Tokom ove etape proveden je niz istražnih radova, koji su obuhvatili geofizička ispitivanja, strukturalna bušenja, hidrološka mjerenja, hidrodinamička ispitivanja i sl. Tako je istražena mreža na oko 400 geofizičkih sondi (ZHGF, 1960.g.), uspostavljen je veliki broj novih pijezometara i bušotina (oko 90), kao i eksploatacionih bunara (5), te su vršena detaljna osmatranja na uspostavljenoj mreži pijezometara, hidrološka i hidrometrijska mjerenja na rijekama Bosni, Željeznici, Zujevini, Miljacki i Dobrinji.

Ova istraživanja su potvrdila pretpostavke da se na ovom prostoru mogu očekivati podzemne vode u količini i kvalitetu koji zadovoljavaju tadašnje potrebe grada Sarajeva. Tako je minimalna izdašnost izdani na prostoru Bačevo-Lužani-Vruci procijenjena na 450 l/s 1960. godine. Ova istraživanja nisu u potpunosti završena, ali se bez obzira na to pristupilo projektovanju i izgradnji vodovoda zbog značajne nestašice vode. Istraživanjima u okviru prve etape, kao i tokom prvih godina eksploatacije izvorišta, utvrđeno je da je kvalitet podzemne vode bolji od kvaliteta susjednih površinskih voda i vrela, uključujući tu i Vrelo Bosne.

Na izvorištu Stup je u okviru prve etape istraživana izdašnost postojećeg bunara SB-1, koja je procijenjena na 70 l/s (ZHGF, 1971.g.).

1.3.2 DRUGA ETAPA

Istraživanja provedena u periodu 1966-69. godina predstavljaju drugu etapu sistematskih istraživanja podzemne vode na izvorištu Sarajevsko polje (ZHGF, 1967.g, ZHGF, 1971.g.). Ovoj fazi istraživanja pristupilo se zbog nedovoljnog fonda podataka koji su prikupljeni tokom prve etape, kao i zbog potrebe da se povećaju količine zahvaćene vode zbog sve većeg rasta potreba za pitkom vodom stanovništva i industrije Grada. Istraživanja su uglavnom bila usmjerena na gornji vodonosni sloj na lokalitetima Bačevo-Lužani-Konaci, Vruci-Stojčevac i Stup-Ilidža. Pored toga, obavljena su i manje detaljna istraživanja na ostalim dijelovima izvorišnog prostora rijeke Bosne: dolina Željeznice, dolina Zujevine, rijeka Bosna do sastavaka i izvorišna linija Krupac-Blažuj (ZHGF, 1971.g.).

U okviru ove faze istraživanja, izveden je veliki obim hidroloških istražnih radova koji su bili usmjereni na (ZHGF, 1971.g.):

- određivanje karakteristika režima i strujanja podzemnih voda i izdašnosti izvorišta,
- određivanje infiltracije iz otvorenih vodotoka,
- određivanje elemenata za zaštitu izvorišta,
- istražna bušenja, i
- prethodna hidrološka istraživanja šireg istražnog prostora.

Za potrebe druge etape istraživanja prostor je opremljen sa 70 novih pijezometara, 16 vodomjernih letvi, te 4 kišomjera, a izvršeno je i izvođenje nekoliko istražnih bušotina (ZHGF, 1971.). Na ovim, kao i na već postojećim istražnim objektima, izvršen je veliki broj različitih mjerenja, uključujući, između ostalog, i 85 mjerenja proticaja na vodotocima, od čega 43 mjerenja na rijeci Željeznici, te 10 mjerenja efektivnih brzina podzemnih voda. Na prostoru izvorišta Stup izbušen je jedan novi bunar (SB-2), jedna strukturna bušotina (SB-3) i nekoliko pijezometara (ZHGF, 1971.).

Istraživanjima u okviru druge etape određene su eksploatacione rezerve izvorišta, korištenjem metode kategorizacije rezervi mineralnih sirovina. Rezerve kategorije A_1+A_2 , koje su određene prema podacima eksploatacije i na osnovu detaljnih istražnih radova na mjestima vodozahvata, procijenjene su na ukupno 1.250 l/s za cjelokupno područje izvorišta Sarajevsko polje, uključujući i izvorište Stup. Rezerve kategorije B i C, koje se respektivno odnose na količine određene istražnim radovima u rejonu predviđenih vodozahvata i količine procijenjene na osnovu opštih hidroloških analiza, procijenjene su na 480 i 620 l/s. Ukupna izdašnost, odnosno rezerve kategorije A_1+A_2+B+C tako su procijenjene na 2.350 l/s. Zaključak studije (ZHGF, 1971.g.) bio je da je opravdano graditi vodozahvatne objekte kapaciteta od 1.200 l/s, dok bi preostale rezerve trebalo dokazati dodatnim istražnim radovima. Ovi zaključci određeni su na bazi provedenih mnogobrojnih pojedinačnih probnih crpljenja na bunarima (NB-3, NB-7, NB-9, SB-1, SB-2 i SB-3), kao i jednog zajedničkog crpljenja, koje je provedeno na bunarima BB-1a, NB-10, NB-8 i NB-11 (ZHGF, 1971b).

U studiji (ZHGF, 1971.) je konstatirano da je kvalitet vode tokom perioda eksploatacije bio zadovoljavajući, tako da nije bilo potrebno prečišćavanje vode osim redovnog hloriranja. Uočeno je da je kvalitet zahvaćene podzemne vode bolji od kvaliteta vode rubnih izvorišta, koja se javljaju duž padina Igmana. Naime, premda se na ovim izvorištima voda povremeno zamućuje, zamućivanje nije nikada registrirano u podzemnim vodama zbog dobrih filtracionih karakteristika sredine. Ipak su uočeni slijedeći problemi sa kvalitetom vode:

- Zagađenje koje dolazi iz pogona fabrike „Famos“ ugrožava podzemne vode izvorišta. Posebno su opasne dvije vrste otpadnih materija koje se ispuštaju, derivati nafte i spojevi cijanida i teških metala.
- Pogoni preduzeća Energoinvest, koje se nalazi neposredno uzvodno od izvorišta Stup, također predstavlja opasnost po navedeno izvorište.
- Otpadne vode iz naselja Ilidža, Sokolović kolonija, Vojkovići i Stup, koja su bez kanalizacije, povećavaju opasnost od zagađenja izvorišta. Naselje Hrasnica ima izgrađenu kanalizaciju, ali je utvrđeno da kolektor nije vodonepropustan, tako da se fekalna otpadna voda i iz ovog naselja infiltrira u podzemlje.
- Površinski vodotoci koji protiču kroz Sarajevsko polje (VečERICA, StojčEVAC) su recipijenti otpadnih voda stanovništva, tako da pokazuju visok stepen bakteriološkog zagađenja koje ugrožava podzemne vode.
- U dosadašnjoj eksploataciji izvorišta nije primijećeno miješanje podzemnih voda iz gornjeg akvifera sa termomineralnim vodama koje se nalaze u dubljim horizontima. Naglašena je potreba daljeg istraživanja uticaja termomineralnih voda koji bi mogli nastupiti povećanjem eksploatacije na ovom prostoru.

Ovim istraživanjima date su i preporuke za korištenje rubnih vodotoka izvorišta Sarajevsko polje, rijeka Željeznice, Bosne i VečERICA. S obzirom na veliki doprinos rijeke Željeznice prirodnom prihranjivanju izdani, predložena je izgradnja akumulacije koja bi omogućila izravnanje proticaja tokom godine, a u cilju povećanja infiltracije u sušnom periodu. Također je ukazano na potrebu obustavljanja eksploatacije šljunka u koritu ovog vodotoka, kako bi se spriječilo smanjenje infiltracije izdani uslijed spuštanja kote korita. Za rijeku Bosnu je

navedeno da se mogu zahvatiti količine od najmanje 400 l/s, uz zadržavanje minimalnog proticaja od 500 l/s. Naznačeno je da je potrebno definirati način korištenja tih voda, direktnim zahvatanjem i upuštanjem u sistem ili indirektno putem vještačke infiltracije. Za rijeku Večericu je konstatirano da je potrebno izvršiti regulaciju i izmještanje korita, kako bi se osiguralo dovoljno dugo vrijeme tečenja vode kroz podzemlje od mjesta infiltracije do zahvatnih bunara.

1.3.3 TREĆA ETAPA

Već 1971. godine uvedene su nepopularne mjere redukcije vode tokom dana. Gubici su u tom periodu procijenjeni na oko 38%.

Uvođenjem samodoprinosu građana, tokom 1972.-76.g. izgrađeni su novi bunari, potisni cjevovod prema rezervoaru i drugi objekti i na taj način osigurale nove količine vode.

Tokom implementacije kreditnih sredstava Međunarodne banke (Projekat zaštite okoliša), od 1977 do 1982 godine nastavljeni su radovi na unaprjeđenju sistema i uveden telemetrijski sistem.

U periodu od 1973-1988 godine potrošnja je narasla sa 1023 l/s na 2310 l/s. U procentima, zahvatanje iz Sarajevskog polja je 1973. godine iznosilo 57% od ukupnih raspoloživih količina, u 1980. godini 71%, a 1988.godine 77%.

Prema Dugoročnom planu vodosnabdijevanja Sarajeva do 1987.godine raspoložive količine su mogle zadovoljiti potrebe, ali za zadovoljenje budućeg rasta potreba planirana je akumulacija na Bijeloj rijeci. Akumulacija je trebala osigurati smanjenje varijacija protoka na rijeci Željeznici, a istovremene bi se voda i direktno zahvatala iz akumulacije.

Obzirom na investicione troškove i kompleksnost od ovog projekta se odustalo.

Kada se usporede zahvaćene količine vode sa Sarajevskog polja, (1200 l/s u 1981.g., 1500 l/s u 1985.g. i 2000 l/s u 1991.g.), godišnji rast u periodu 1981-1991.g. „je bio otprilike oko 100 l/s.

Na osnovu prognoza rasta potreba/potrošnje, zaključeno je da će 2004. godine biti potrebno dodatnih 200 l/s.

Tokom rata sistem je pretrpio značajna fizička oštećenja, sa gubicima oko 70%. Nakon 1995. godine pokrenuto je nekoliko projekata urgentnih sanacija sistema vodosnabdijevanja i gubici su smanjeni na oko 56% (2000. godina).

Za potrebe dugoročnog rješavanja problema vodosnabdijevanja izrađene su studije vodosnabdijevanja i kanalizacije za Kanton:

- Master Plan

- Studija izvodljivosti

Nacrt Master Plana, koji je završen 1999. godine, je dao preporuke oko iskorištenja vodnih resursa, poboljšanja vodosnabdijevanja, prikupljanja i odvodnje otpadnih voda. Predloženo je zahvatanje vode iz rijeke Bosne kao prve faze, nakon čega bi uslijedila izgradnja brane na Crnoj Rijeci. Koncept vodozahvata na rijeci Bosni, kao najjeftinije rješenje, je prihvaćen s tim daje u Studiji izvodljivosti detaljnije obrađen ovaj aspekt i podcrtana potreba izgradnje akumulacije na Crnoj rijeci.

Vodozahvat je lociran nizvodno od izvorišta Vrelo Bosne. Pumpna stanica sirove vode snabdijeva vodom postrojenje za kondicioniranje locirano blizu postojeće pumpne stanice Bačevo. Predložena je direktna filtracija bez koagulanata, a zbog visokog kvaliteta sirove vode. Filtrirana voda se hlariše prije odlaska u postojeći rezervoar, iz kojeg se pumpa u sistem.

Sljedeći najekonomičniji vodni resurs za iskorištenje je brana i akumulacija Crna Rijeka. Vrijeme potrebno za planiranje i izgradnju brane se procjenjuje na oko 6 (šest) godina .

Jedan od načina za transport zahtijevanih $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ je ispuštanje vode iz akumulacije u rijeku Željeznicu, zahvatanje vode na nizvodnom vodozahvatu, slanje iste u infiltracione lagune, te potom pumpanje infiltrirane vode, nakon hloriranja, u sistem vodosnabdijevanja.

Ove opcije su razmatrane u projektu „Višenamjenski vodoprivredni podsistem Crna rijeka“, koje je 1999. godine izradio konzorcij Energoinvest i Institut za hidrotehniku GF u Sarajevu.

1.4 SISTEM VODOSNABDIJEVANJA

Centralni vodovodni sistem, kojim upravlja KJKP „Vodovod i kanalizacija“ predstavlja kombinaciju pumpnog i gravitacionog sistema. Zahvaćene količine vode iz svih izvorišta centralnog sistema se distribuiraju u 43 zone vodosnabdijevanja⁴.

U okviru ovog sistema, postoje 23 pumpne stanice i 7 hidrofleks-postrojenja (sa više od 80 pumpi), koji potiskuju vodu u 56 rezervoara, odakle dalje voda ide u distributivnu mrežu⁵.

Voda se transportuje sa oko 51 km glavnih potisnih transportnih cjevovoda (profila od 90 do 1000, različitih materijala-čelične, daktilne, liveno-željezne i azbest-cementne cijevi)⁶.

Tabela 1. Glavni potisni transportni cjevovodi u centralnom sistemu vodosnabdijevanja

Red. br.	Glavni transportni cjevovod	Profil (mm)	Materijal	Dužina (m)	Tip	Sliv
1	P.S. Alipašin Most – Rez. Centar	500/600	čelik/daktil/liveno željezo	5494,4	pod pritiskom	Miljacka
2	P.S. Alipašin Most - Rez. Kobilja Glava	700	čelik/daktil	5109,3	pod pritiskom	Miljacka
3	P.S. Alipašin Most- Rez.	700	čelik/daktil	1507,1	pod pritiskom	Miljacka

⁴ GIBB/KCIC/EE Consortium, Master Plan Sarajevo, Aneks 8-Sistem vodosnabdijevanja

⁵ Podaci dobiveni od KJKPVIK Sarajevo, 2011

⁶ Podaci dobiveni od KJKPVIK Sarajevo, 2011

Red. br.	Glavni transportni cjevovod	Profil (mm)	Materijal	Dužina (m)	Tip	Sliv
	Buća Potok I					
4	P.S. Bačevo - Rez. Alipašin Most	600/700	liveno željezo	6166,7	pod pritiskom	Bosna, Željeznica, Dobrinja i Miljacka
5	P.S. Bačevo - Rez. Igman	500/700	čelik	2650,1	pod pritiskom	Bosna i Željeznica
6	P.S. Bačevo - Rez. Mojnilo	600/800/1000	čelik	6208,1	pod pritiskom	Bosna, Željeznica i Dobrinja
7	P.S. Brijuni - Rez. Vitkovac	90	liveno željezo	1301,7	pod pritiskom	Miljacka
8	P.S. Buća potok I - Rez. Buća potok II	300	čelik	637,2	pod pritiskom	Miljacka
9	P.S. Centar - Rez. Bjelave	350	daktil/liveno željezo	1077,9	pod pritiskom	Miljacka
10	P.S. Centar - Rez. Podhrastovi	500	čelik/liveno željezo	1846,6	pod pritiskom	Miljacka
11	P.S. Centar - Rez. Crni Vrh	400	daktil/liveno željezo	727,2	pod pritiskom	Miljacka
12	P.S. Hambina carina - Rez. Pogledine	300/400	daktil	2314,9	pod pritiskom	Miljacka
13	P.S. Hrasnica - Rez. Hrasnica	200	liveno željezo	226,9	pod pritiskom	Miljacka
14	P.S. Hrasno - Rez. Lukavac	300	liveno željezo	817,8	pod pritiskom	Miljacka
15	P.S. Hrasno - Rez. Skenderija	600/700	čelik	3739,9	pod pritiskom	Miljacka
16	P.S. Igman - Rez. Hrasnički stan	273	čelik	5176,4	pod pritiskom	Miljacka
17	P.S. Kobilja Glava - Rez. Hum II	150/250	daktil	913,5	pod pritiskom	Miljacka
18	P.S. Komatin - Rez. Boguševac	100	liveno željezo	978,6	pod pritiskom	Miljacka
19	P.S. Kovačići - Rez. Vraca	125/200	azbest cement/liveno željezo	298,9	pod pritiskom	Miljacka
20	P.S. Podhrastovi - Rez. Grdonj	300	liveno željezo/čelik	1136,4	pod pritiskom	Miljacka
21	P.S. Podhrastovi - Rez. Sedrenik	300	liveno željezo	585,3	pod pritiskom	Miljacka
22	P.S. Pofalići novi II - Rez. Hum novi	200	čelik	295,2	pod pritiskom	Miljacka
23	P.S. Reljevo - Rez. Reljevo	300	daktil	121,2	pod pritiskom	Miljacka
24	P.S. Skenderija - Rez. Hambina carina	300/350	čelik	714,8	pod pritiskom	Miljacka
25	P.S. Vlakovo - Rez. Vlakovo	200	liveno željezo	398,4	pod pritiskom	Miljacka
26	P.S. Vrelo Bosne - Rez. Vrelo Bosne	125	liveno željezo	126,1	pod pritiskom	Miljacka

Sa područja izvorišne zone *Bačevo-Konaci* voda se transportuje u rezervoar Bačevo. Iz pumpne stanice Bačevo (tri pumpe, dvije radne i jedna rezervna) voda se pumpa u pravcu rezervoara Alipašin Most kroz cjevovod (liveno-željezne cijevi promjera Φ 700 mm) do rezervoara „Alipašin Most“ ($V=7500 \text{ m}^3$), odnosno pumpne stanice. Iz pumpne stanice Alipašin Most postoje tri grupe pumpi koje potiskuju vodu u tri pravca, i to prema rezervoarima Centar, Kobilja Glava i Buća Potok ⁷.

Prvi pravac koji ide prema Centru ima tri pumpe, dvije radne i jednu rezervnu, koji vodu pumpa kroz cjevovod (čelične/liveno-željezne cijevi promjera Φ 500/600 mm) do rezervoara „Centar“ ($V=1000 \text{ m}^3$).

Iz rezervoara Centar voda se pumpa cjevovodom (liveno-željezne cijevi promjera Φ 400 mm) u rezervoar „Crni vrh“ ($V=3000 \text{ m}^3$) ⁸.

⁷ Podaci dobiveni od KJKPVIK Sarajevo, 2011

⁸ Podaci dobiveni od KJKPVIK Sarajevo, 2011

Iz rezervoara Centar voda se pumpa i cjevovodom (liveno-željezne cijevi promjera Φ 350 mm) u rezervoar „Bjelave“ ($V=1000 \text{ m}^3$)⁹.

Iz rezervoara Centar voda se pumpa i cjevovodom (liveno-željezne i čelične cijevi promjera Φ 500 mm) u rezervoar „Podhrastovi Novi“ ($V=3000 \text{ m}^3$). Iz ovog rezervoara voda se pumpa u dva pravca. U pravcu rezervoara „Sedrenik“ ($V=1000 \text{ m}^3$) cijevima (čelične cijevi promjera Φ 300 mm), i u pravcu rezervoara „Grdonj“ ($V=1000 \text{ m}^3$) cijevima (liveno-željezne cijevi promjera Φ 300 mm). Iz rezervoara Grdonj voda ide u pravcu rezervoara Kromolj ($V=100 \text{ m}^3$) i dalje u distributivnu mrežu¹⁰.

Drugi pravac ide prema Kobiljoj Glavi i ima četiri pumpe, tri radne i jednu rezervnu, koje potiskuju vodu kroz cjevovod (čelične cijevi promjera Φ 700 mm), koja ide u rezervoar „Kobilja Glava“ ($V=5000 \text{ m}^3$). Sa ovog pravca voda se odvaja cjevovodom (čelične cijevi promjera Φ 200 mm, gravitaciono) do pumpne stanice „Pofalići Novi“, odakle se dalje pumpa cijevima (čelične cijevi promjera Φ 200 mm) do rezervoara „Hum Novi“ ($V=500 \text{ m}^3$). Na glavnom cjevovodu Centar-Kobilja Glava, voda se odvaja gravitaciono i do Hidrofleksa „Kobilja Glava“ odakle se dalje pumpa do rezervoara „Hum II“ ($V=500 \text{ m}^3$).

Iz rezervoara Kobilja Glava, voda se gravitaciono transportuje cjevovodom (čelične cijevi promjera Φ 700 mm) do pumpne stanice Betanija, odakle dalje ide u distributivnu mrežu¹¹.

Treći pravac ide prema Buća potoku, ima dvije pumpe, jednu radnu i jednu rezervnu, a koji potiskuje vodu prema rezervoaru „Buća potok I“ ($V=1000 \text{ m}^3$) kroz cjevovod (čelične cijevi promjera Φ 700 mm), odnosno pumpnoj stanici Buća potok I. Iz pumpne stanice „Buća potok I“ voda se pumpa do rezervoara „Buća potok II“ ($V=1000 \text{ m}^3$) kroz cjevovod (čelične cijevi promjera Φ 300 mm), odakle dalje ide u distributivnu mrežu¹².

Iz pumpne stanice Bačevo voda se pumpa cjevovodom (čelične cijevi promjera Φ 600, 800 i 1000 mm) do rezervoara „Mojmilo“ ($V=20\,000 \text{ m}^3$). U rezervoar „Mojmilo“ dolazi još i voda iz bunara Sokolovića, kroz dvije vodovodne cijevi (daktil cijevi promjera Φ 450 mm). Odavde se voda dalje transportuje gravitaciono (čelična cijevi promjera Φ 1000 mm) do rezervoara „Hrasno“ ($V=4000 \text{ m}^3$). Sa ovog transportno-distributivnog cjevovoda postoji ogranak (daktil cijevi promjera Φ 600 mm) za P.S. Alipašin Most i ogranaka za rezervoar Hrasno (Φ 1000 mm)¹³.

Iz pumpne stanice Hrasno voda se transportuje u dva pravca, prema rezervoaru Skenderija i Lukavica. Pravac koji vodi prema Skenderiji ima četiri pumpe, tri radne i jednu rezervnu, i vodu transportuje cjevovodom pod pritiskom (čelične cijevi promjera Φ 600 i 700 mm) do rezervoara „Skenderija“ ($V=8000 \text{ m}^3$). Drugi pravac ima dvije pumpe, jednu radnu i jednu rezervnu, koje vodu pumpaju prema rezervoaru „Lukavica“ ($V=3000 \text{ m}^3$) transportnim cjevovodom pod pritiskom (čelične cijevi promjera Φ 300 mm), odakle se dalje uz pomoć hidrofleksa „Lukavica“ pumpa u distributivnu mrežu¹⁴.

⁹Podaci dobiveni od KJKPVIK Sarajevo, 2011

¹⁰Podaci dobiveni od KJKPVIK Sarajevo, 2011

¹¹Podaci dobiveni od KJKPVIK Sarajevo, 2011

¹²Podaci dobiveni od KJKPVIK Sarajevo, 2011

¹³Podaci dobiveni od KJKPVIK Sarajevo, 2011

¹⁴Podaci dobiveni od KJKPVIK Sarajevo, 2011

Iz pumpne stanice Skenderija, voda se uz pomoć tri pumpe, dvije radne i jedne rezervne, pumpa cjevovodom pod pritiskom (čelične cijevi promjera Φ 300 i 350 mm) u rezervoar „Hambina Carina“ ($V=1000 \text{ m}^3$), odnosno pumpnu stanicu Hambina Carina¹⁵.

Iz pumpne stanice Hambina Carina, voda uz pomoć dvije pumpe, jedne radne i jedne rezervne transportuje cjevovodom pod pritiskom (daktilne cijevi promjera Φ 300 i 400 mm) do rezervoara „Pogledine“ ($V=500 \text{ m}^3$). Drugi dio vode se transportuje cjevovodom pod pritiskom (čelične cijevi promjera Φ 100 mm) do rezervoara „Komatin“ ($V=100 \text{ m}^3$), odnosno pumpne stanice Komatin. Odatle uz pomoć dvije pumpe, jedne radne i jedne rezervne, voda se transportuje cjevovodom do rezervoara „Boguševac“ ($V=100 \text{ m}^3$), a drugi dio ide do hidrofleksa Komatin cjevovodom (čelične cijevi promjera Φ 100 mm) koji vodu pumpa u distributivnu mrežu¹⁶.

Iz pumpna stanica Kovačići, koja crpi vodu sa izvorišta Kovačići, voda se uz pomoć dvije pumpe, jedne radne i jedne rezervne, transportuje cjevovodom pod pritiskom (azbest-cementne i liveno-željezne cijevi promjera Φ 100 i 125 mm) transportuje do rezervoara „Vraca“ ($V=200 \text{ m}^3$), a odakle dalje ide u distributivnu mrežu¹⁷.

Pumpna stanica Brijesće, pumpa vodu (uz pomoć dvije pumpe, jedne radne i jedne rezervne) iz distributivne mreže rezervoara Buća potok I. Ova voda dolazi iz rezervoara Mojmiro, koji dobiva vodu sa Bačeva i Sokolovića, a koja se prepumpava iz P.S. Alipašin Most u rezervoar Buća potok I¹⁸.

Od pumpnih stanica u centralnom vodovodnom sistemu nalaze se još i pumpne stanice Faletići, te hidrofleks Kromolj i Grdonj, zatim rezervoari Brusulje, Čebedžije, Crnil, Vrelo Sedrenik, Vrelo Moščanica, Hladvode, Hrid, Hum Stari Jekovac, Nahorevo, Pofalići Stari i Rasteretne Komore II, III, IV i V¹⁹.

Voda u ove rezervoare i pumpne stanice dolazi sa slijedećih izvorišta: Vrelo Moščanica, Kovačići, Sedrenik, Crnil, Vrelo Vode, Uroševo Vrelo i FP Moščanica, ukupnog raspoloživog kapaciteta 279 l/s. U prethodno spomenute objekte, odnosno u rasteretne komore, dolazi i voda sa izvorišta Jahorinska vrela, sa kojim upravlja KJP Vodovod i kanalizacija Pale. Izvorištem i vodovodnim sistemom do entitetske linije (kod Prvog šumara) upravlja KJP Vodovod i kanalizacija Pale, a od Prvog šumara pa prema gradu vodovodnim sistemom upravlja KJKPVIK Sarajevo²⁰.

¹⁵ Podaci dobiveni od KJKPVIK Sarajevo, 2011

¹⁶ Podaci dobiveni od KJKPVIK Sarajevo, 2011

¹⁷ Podaci dobiveni od KJKPVIK Sarajevo, 2011

¹⁸ Podaci dobiveni od KJKPVIK Sarajevo, 2011

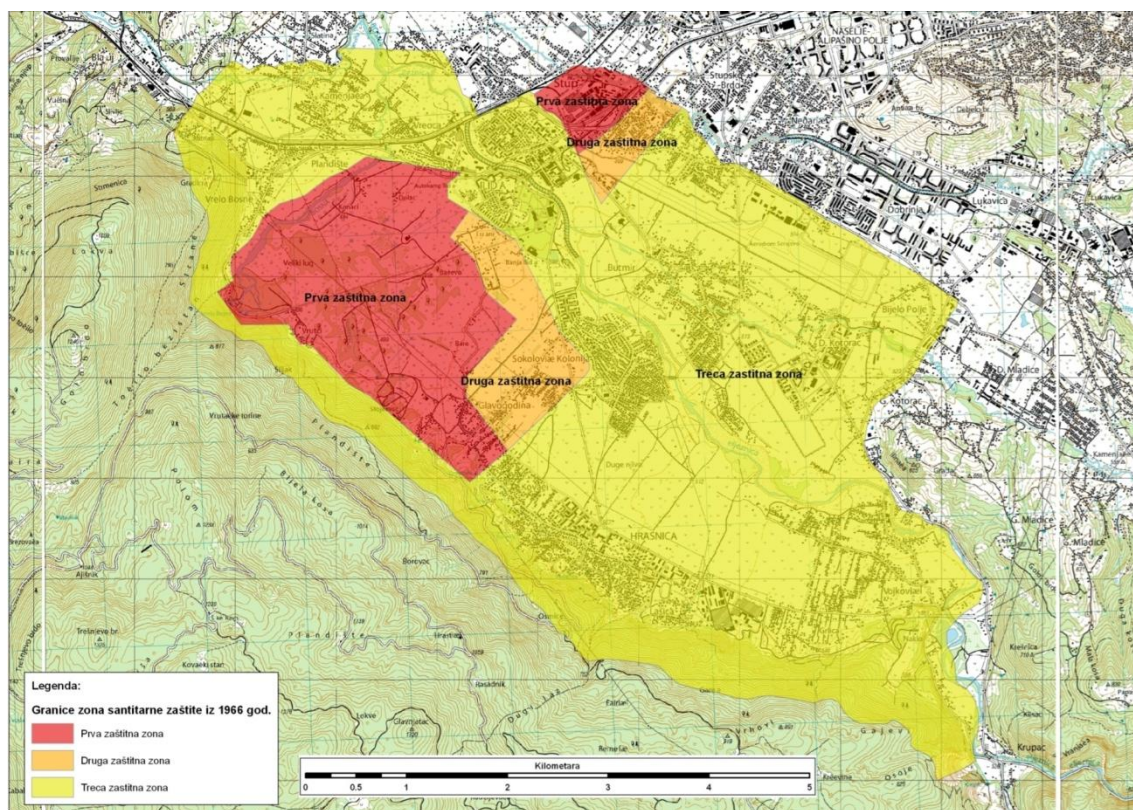
¹⁹ Podaci dobiveni od KJKPVIK Sarajevo, 2011

²⁰ Podaci dobiveni od KJKPVIK Sarajevo, 2011

1.5 POSTOJEĆI UVJETI ZAŠTITE IZVORIŠTA

1.5.1 ODLUKA O ZAŠTITI IZVORIŠTA SARAJEVSKO POLJE IZ 1967. GODINE

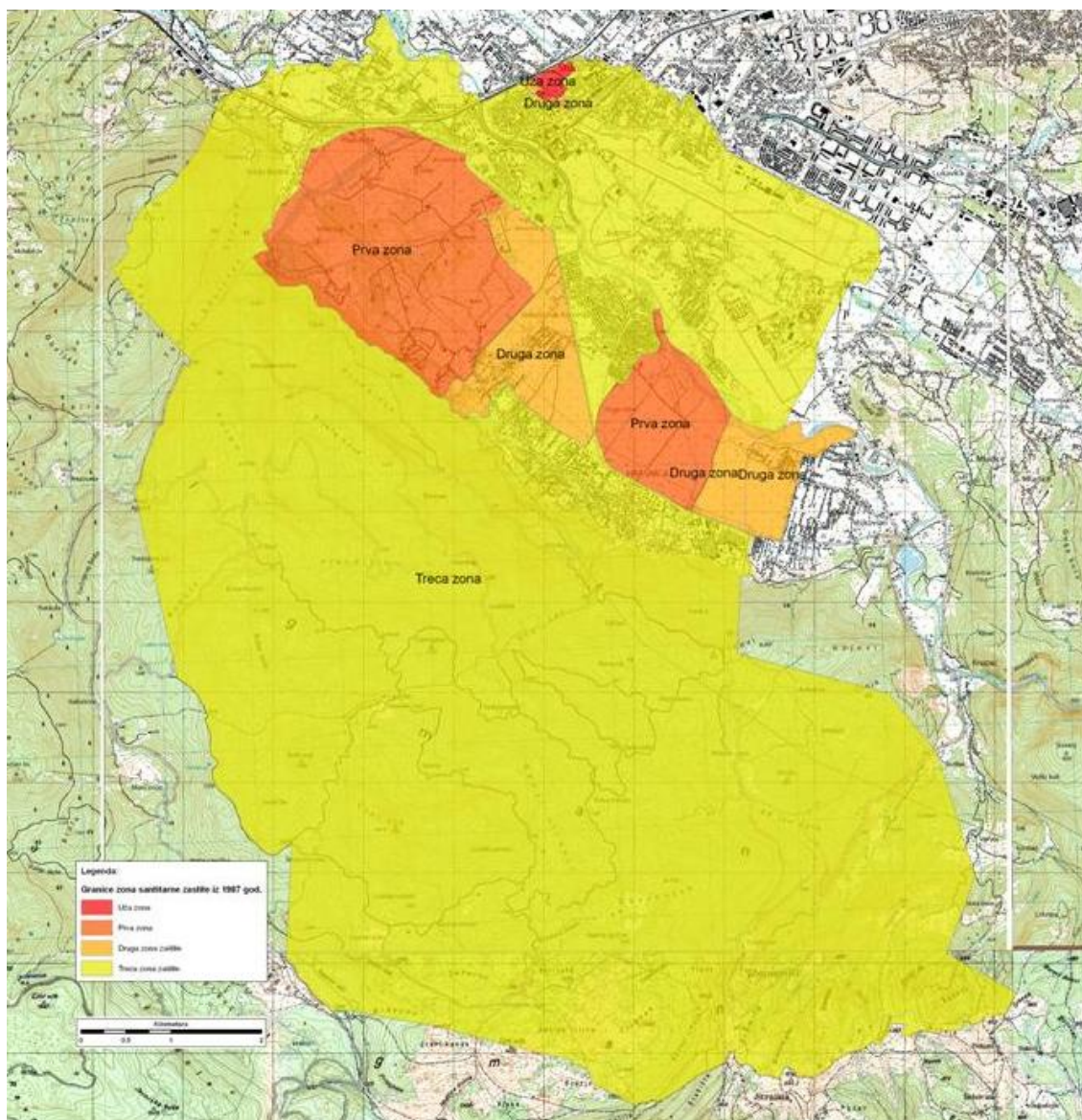
Prva odluka o zaštiti izvorišta Sarajevsko polje – Odluka o zaštitnom području izvorišta u Sarajevskom polju, donio je tadašnji Narodni odbor sreza Sarajevo 1961. godine (ZHGF, 1967.godina), nakon čega je 1967. godine usvojena Odluka o dopunama Odluke o generalnom urbanističkom planu (ZHGF, 1971.godina). Utvrđene zaštitne zone iz tog perioda prikazane su na narednoj slici. Na osnovu raspoloživih podataka (ZGHF, 1967.godina), uspostavljeni režim zaštite može se ocijeniti da je bio na granici sigurne zaštite. Tako je, naprimjer, prva (najuža) zona zaštite određena na bazi vremena tečenja podzemne vode od 15 dana. Treća (najšira) zaštitna zona obuhvaćala je samo područje u uskom pojasu od oko 250 metara od eksploatacione izdani prema masivu Igmana i Bjelašnice, dok sliv rijeke Željeznice nije bio obuhvaćen zaštitom. Bez obzira na donošenje navedenih normativnih akata, realizacija mjera zaštite nije bila sprovedena na odgovarajući način, jer u prostoru neposredno uzvodno i oko bunara nisu uklonjeni stambeni i privredni objekti. Pored toga, došlo je i do dalje nekontrolirane gradnje u zaštitnom području, dijelom zato što je dopuštena stambena izgradnja na nekim prostorima, a dijelom zbog bespravne gradnje.



Slika 2. Zaštitne zone izvorišta Sarajevsko polje iz 1967. godine

1.5.2 ODLUKA O ZAŠTITI IZVORIŠTA SARAJEVSKO POLJE IZ 1987. GODINE

Posljednja odluka o zaštiti izvorišta Sarajevsko polje datira iz 1987. godine (Grad Sarajevo, 1987.godina). Po ovoj odluci utvrđene su tri zone sanitarne zaštite, koje su prikazane na gornjoj slici. U odnosu na odluku iz 1966. godine, prva zaštitna zona izvorišne zone Konaci i Bačevo je nešto smanjena na području Glavogodine. Također je smanjena zaštitna zona na području Stupa, dok je na području izvorišne zone Sokolović kolonija uvedena prva i druga zaštitna zona, zbog uvođenja ovog izvorišta u eksploataciju. Veoma značajna promjena nastupila je u pogledu proširenja treće zaštitne zone u području krečnjačkog masiva Igman-Bjelašnica.



Slika 3. Zaštitne zone izvorišta Sarajevsko polje prema odluci o zaštiti iz 1987. godine

Režim zaštite dijela izvorišnog područja osnažen je donošenjem Zakona o proglašenju spomenika prirode „Vrelo Bosne“ („Službene novine Kantona Sarajevo“, broj 16/06; KS, 2006.), kojim je uspostavljeno zaštićeno područje u skladu sa Zakonom o zaštiti prirode („Službene novine FBiH“, 33/03; FBiH, 2003.godina).

1.5.3 PROJEKAT ZAŠTITE IZVORIŠTA SARAJEVSKO POLJE IZ 2012.GODINE

Zakonom o vodama Federacije BiH (Službene novine FBiH br. 70/06), član 66., definirana je pravna osnova za utvrđivanje područja zaštite izvorišta koja se koriste za javno snabdijevanje vodom za piće. Ovim članom Zakona utvrđeno je da područje na kojem se nalazi izvorište vode koja se po količini i kvalitetu može koristiti ili se koristi za javno vodosnabdijevanje mora biti zaštićeno od zagađenja i drugih nepovoljnih uticaja na zdravstvenu ispravnost vode ili izdašnost izvorišta. Zaštita se provodi utvrđivanjem zona sanitarne zaštite čija se veličina, granice, sanitarni režim, mjere zaštite i drugi uvjeti određuju prema propisu o načinu utvrđivanja uvjeta za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta vode koja se po količini i kvalitetu mogu koristiti ili se koriste za javno vodosnabdijevanje (te Pravilnik o uslovima za određivanje zona sanitarne

zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta voda koje se koriste ili planiraju koristiti za piće („Službene novine FBiH“ br. 51/02).

U skladu sa gore navedenim Zavod za izgradnju Kantona Sarajevo, inicirao je izradu Projekta zaštite izvorišta Sarajevsko polje. Projekat je završen u decembru 2011. godine i zatim revidovan 2012. godine. Sastavni dio projekata je činio i Prijedlog nacrtu Odluke o zaštiti izvorišta.

Definiranje zaštitnih zona izvorišta izvršeno je na osnovu analizi svih raspoloživih podataka, studija i istraživanja, zatim provedenih terenskih radovima u okviru projekta i simulaciji tečenja podzemnih voda u Sarajevskom polju. Na narednoj slici je prikaz predloženih zona zaštite.

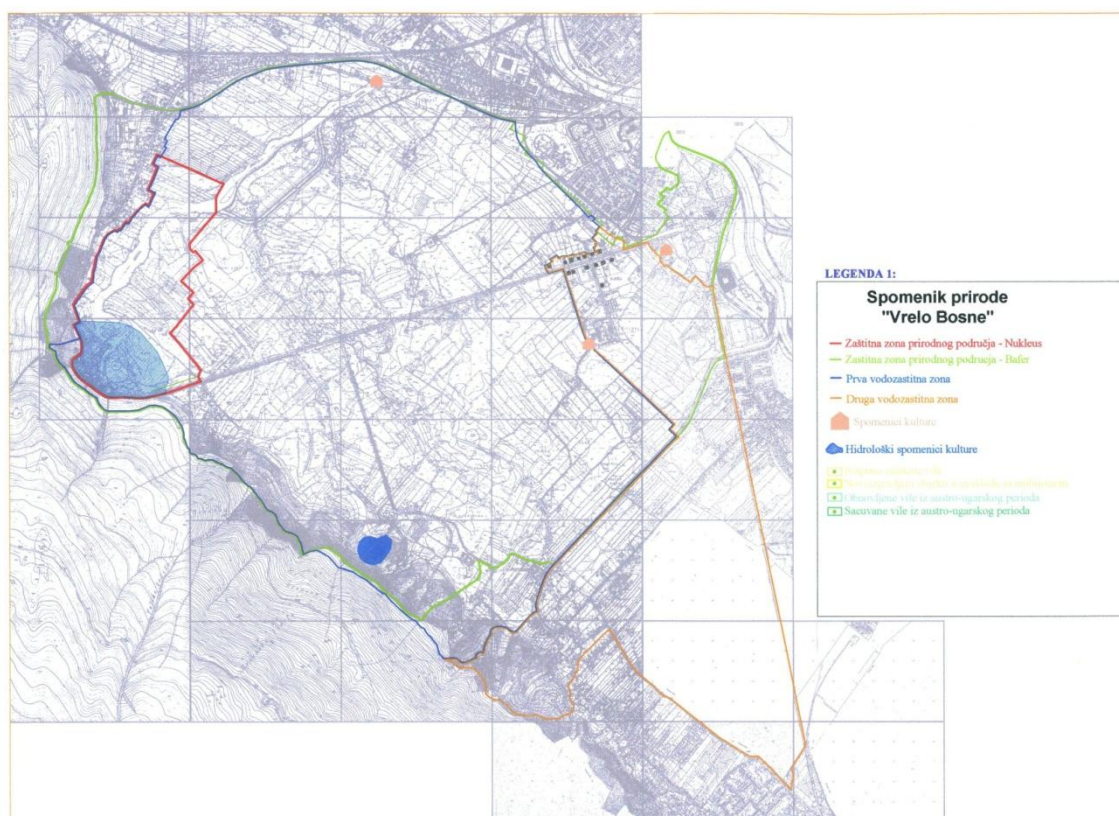
Bitne razlike između zona zaštite iz 1987. godine i zona zaštite predloženih Projektom iz 2011. godine su:

- Vrelo Bosne je zaštićeno u skladu sa zahtjevima Pravilnika o zaštiti kraških vrela,
- Za ponore za koje je na osnovu bojenja utvrđena veza sa rubnim vrelima Sarajevskog polja (uključujući i vrelo Bosne) uspostavljena je prva i druga zona zaštite,
- Za vodotok Večericu je uspostavljena prva zona zaštite,
- Rijeka Željeznica je po projektovanoj trasi regulacije u prvoj zoni zaštite na dionici od Mosta spasa uzvodno do ulaza u Sarajevsko polje,
- Uspostavljena je treća zona zaštite uz saobraćajnicu prema Trnovu na dionici na kojoj se cesta nalazi neposredno uz rijeku Željeznicu.

1.6 ZAŠTIĆENA PODRUČJA

1.6.1 SPOMENIK PRIRODE VRELO BOSNE

Zakonom o proglašenju spomenika prirode (KS, 2006.godina) određene su granice obuhvata zaštićenog područja, te su postavljeni razvojni ciljevi zaštite područja, mjere zaštite, intervencije u zaštićenom području i razrađeni mehanizmi upravljanja i finansiranja zaštićenog područja. Zaštićeno područje nalazi se na području Općine Ilidža i obuhvata površinu od 603 ha. U skladu sa stepenom zaštite, utvrđene su dvije zaštićene zone, prva (nukleus) i druga (pufer) zaštićena zona, čiji prostorni obuhvat je prikazan na slici narednoj slici. U prvoj zaštićenoj zoni uspostavljene su mjere zabrane svih aktivnosti, izuzimajući uređenje i obilježavanje staza za šetnju i mjesta za razgledanje i odmor, te mjere koje se odnose na uspostavljanje adekvatnog sistema prikupljanja i odvoženja komunalnog otpada i otpadnih komunalnih voda, te sanacije područja sa ciljem revitalizacije uništenih i degradiranih biljnih i životinjskih zajednica, te očuvanja prirodnih staništa u autentičnom obliku. U drugoj zaštitnoj zoni nisu specificirane posebne mjere zaštite, već se provode mjere propisane zakonom o vodama Federacije i Kantona Sarajevo, te Pravilnikom o zaštitnim zonama (FBiH, 2002. godina) i drugim važećim podzakonskim aktima, odlukama i prostorno-planskim dokumentima.



Slika 5. Granice zaštićenog područja Vrelo Bosne (Izvor: COOR, 2007)

U skladu sa Zakonom o proglašenju spomenika prirode „Vrelo Bosne“ (KS, 2006), formirana je Javna ustanova spomenika prirode „Vrelo Bosne“, koja je pravno lice nadležno za provođenje mjera i ispunjavanje ciljeva zaštite Spomenika prirode. Zakonom je utvrđeno da izvorištima vode za piće na području Spomenika prirode upravlja KJKP „Vodovod i kanalizacija“ Sarajevo, koje je dužno da vrši u koordinaciji sa Javnom ustanovom. Nakon donošenja Zakona proglašenju spomenika prirode „Vrelo Bosne“ (KS, 2006.godina), izrađen je Plan upravljanja Spomenikom prirode „Vrelo Bosne“ (COOR, 2007.godina), koji ima za cilj usmjeriti i kontrolirati upravljanje i korištenje dobara, te razvoj ljudskih resursa, finansijskih sredstava, objekata, opreme, kao i programa potrebnih za podršku tom upravljanju i korištenju.

U skladu sa Zakonom o proglašenju Vrela Bosne Spomenikom prirode osnovni ciljevi upravljanja područjem su:

- Zaštita biodiverziteta,
- Održavanje zaštitnih funkcija prirodnih resursa,
- Zaštita posebnih prirodnih/kulturnih znamenitosti,
- Održivo korištenje prirodnih resursa, osiguranje dugoročnog snabdijevanja vodom za piće,
- Održivi razvoj područja usklađen sa njegovim prirodnim vrijednostima.



Slika 6. Spomenik prirode „Vrelo Bosne“

Područje Spomenika prirode „Vrelo Bosne“²¹ obuhvata krajnji jugozapadni dio Sarajevskog polja i neposredni kontaktni planinski obod. Ukupna površina mu iznosi 603 ha. Cjelokupni zaštićeni prostor i šira regija ima iznadprosječnu količinu površinske i podzemne vode, čije pojave predstavljaju veliku specifičnost i atraktivnost. Prije svih, to su vrela Bosne kojih na cjelokupnom prostoru ima oko 30. Riječ je o izvorima kontaktnog tipa čija je pojedinačna vodoizdašnost različita. Ukupna prosječna vodoizdašnost svih vrela uzvodno od Rimskog mosta iznosi oko 5m³/s, iako u toku sezone povodnja ta vrijednost raste i na oko 24m³/s. To je sasvim dovoljno da se od njih direktno obrazuje jedna od najvećih rijeka BiH – rijeka Bosna. Glavna desna pritoka u zaštićenom području je rijeka VečERICA, kojoj sa desne strane dotječe potok Stojčevac. Na ovom prostoru postoji veoma visok stepen biološke raznolikosti kojeg karakterizira postojanje 99 autohtonih i alohtonih dendrotaksona, preko 200 zeljastih vrsta biljaka, oko 35 vrsta medonosnog i ljekovitog bilja, 20 vrsta sisara i 52 vrste ptica.

U skladu sa stepenom zaštite, utvrđene su dvije zaštićene zone:

- ◆ I zona (nukleus ZP) ima površinu od 54,5 ha. Ona obuhvata neposredni prostor izvora od sela Vrutci do prvih Vrela Bosne i neposredni tok rijeke Bosne do infiltracionog kanala.
- ◆ II (puferska) zona obuhvata prostor od 548,50 ha na kojoj se prvenstveno ostvaruje očuvanje i zaštita izvornog stanja. Najznačajniji elementi hidrološke raznolikosti su vrelo Stojčevac, rijeka Bosna od

21 Kantonalni zavod za zaštitu kulturno-historijskog i prirodnog naslijeđa Sarajevo (2008): „Prirodna baština Kantona Sarajevo“

infiltracionog kanala do Plandišta, podzemne termalne i termomineralne vode oko banje Ilidža i hladne podzemne vode, skoncentrirane u dva odvojena vodonosna horizonta.

1.6.2 NACIONALNI PARK IGMAN BJELAŠNICA

Osim spomenutog postojećeg zaštićenog područja, u predmetnom dijelu sliva rijeke Bosne nalazi se dio još jednog izuzetno vrijednog prirodnog područja. Naime, u ovom slivnom području je jedan dio planiranog nacionalnog parka koji uključuje Igman i Bjelašnicu. Valorizacija prostora Igmana i Bjelašnice (rađena 1998/1999.god.) sa nominovanom II kategorijom vrijednosti (nacionalni park) nije rezultirala aktom zaštite, nego donošenjem Odluke o utvrđivanju Igmana, Bjelašnice, Treskavice i kanjona Rakitnice (Visočica) područjem posebnih obilježja od značaja za Federaciju BiH, što se u okviru puno šire teritorije bez utvrđene kategorije vrijednosti kandiduje za dalja ciljana istraživanja i prostorno-plansku dokumentaciju.²²

Dakle, s ciljem očuvanja bioloških, pejzažnih i geomorfoloških vrijednosti područja Igmana, Bjelašnice, Treskavice i kanjona rijeke Rakitnice (dio planinskog masiva Visočice) koji se karakterišu vrlo visokim biološkim diverzitetom, ugroženim biljnim i životinjskim vrstama, te posebno endemskim vrstama, krečnjačkim kanjonima i sistemom podzemnih pećina, te šumom prašumskog tipa, za potrebe razvoja sporta i rekreacije, razvoja turizma, kao i zaštite voda i podzemnih vodnih bazena za potrebe vodosnabdijevanja, a na osnovu do sada provedenih istraživanja ovoga područja Parlament Federacije Bosne i Hercegovine na sjednici Zastupničkog doma, održanoj 21.07.2004.godine i na sjednici Doma naroda održanoj 23.11.2004.godine donio je Odluku o utvrđivanju Igmana, Bjelašnice, Treskavice i kanjona rijeke Rakitnice (dio planinskog masiva Visočice) područjem posebnih obilježja od posebnog značaja za Federaciju Bosne i Hercegovine.

Na osnovu predložene granice predmetnog obuhvata, ukupna površina područja posebnog obilježja, koja pripada Federaciji BiH iznosi oko 900 km², dok dio koji pripada entitetu RS ima površinu od oko 300 km².²³ Područje predmetnog obuhvata se nalazi na dijelovima općina Ilidža, Hadžići, Trnovo (Kanton Sarajevo), Konjic i Kalinovik (Hercegovačko-neretvanski kanton). Na području entiteta RS područje se rasprostire na dijelovima općine Trnovo, Kalinovik i Foča. Navedena odluka je objavljena u Službenim novinama Federacije Bosne i Hercegovine broj 08/05 od 09.02.2005.godine. Na osnovu navedene Odluke Predsjednik Parlamenta Federacije donio je Ukaz broj 01-26/05 od 26.01.2005.godine o proglašenju Odluke o utvrđivanju Igmana, Bjelašnice, Treskavice i kanjona rijeke Rakitnice (dio planinskog masiva Visočice) područjem posebnih obilježja od posebnog značaja za Federaciju Bosne i Hercegovine. U službenim novinama Federacije Bosne i Hercegovine broj 66/08 od 22.10.2008.godine, je objavljena Odluka Parlamenta Federacije Bosne i Hercegovine o izmjenama odluke o utvrđivanju Igmana, Bjelašnice, Treskavice i kanjona rijeke Rakitnice (dio planinskog masiva Visočice) područjem posebnih obilježja od posebnog značaja za Federaciju Bosne i Hercegovine u tačkama I, II i IV. Planine Bjelašnica i Igman, Visočica i Treskavica čine morfostrukturnu okosnicu nacionalnog parka, koji se rasprostire dijelom na područje Kantona/županije Sarajevo (južni, jugozapadni i jugoistočni dio), a dijelom pripada Hercegovačko-neretvanskom kantonu/županiji (sjeverni dijelovi). Planirana aproksimativna površina rasprostranjenja mu iznosi oko 950,3 km².²⁴

Površina planiranog Nacionalnog parka u slivu rijeke Bosne zauzima površinu od 6,83 km².

²² Zavod za planiranje Kantona Sarajevo (2006): Prostorni plan Kantona Sarajevo za period od 2003-2023.god.

²³ Urbanistički zavod BiH, Sarajevo; Eco-Plan Mostar, IPSA Institut Sarajevo (2010): Prostorni plan FBiH za period 2008-2028. god. – Prostorna osnova

²⁴ Urbanistički zavod BiH, Sarajevo; Eco-Plan Mostar, IPSA Institut Sarajevo (2010): Prostorni plan FBiH za period 2008-2028. god. – Prostorna osnova

Specifične karakteristike i planiranih i postojećih zaštićenih područja u slivu rijeke Bosne prikazane su u GIS bazi podataka. Te karakteristike podrazumijevaju tačan naziv područja, stupanj njegove zaštite, površinu, kategoriju prema IUCN-u te izvor podataka.

Podaci koji su bili raspoloživi pri obradi ovog potpoglavlja isključivo su bili bazirani na već postojećoj dokumentaciji, bez dodatnih terenskih istraživanja. Za razmatrano slivno područje rijeke Bosne može se reći da je bilo izvjesnih nepodudarnosti u dokumentaciji kada je u pitanju planirani nacionalni park Igman, Bjelašnica, Treskavica i kanjon rijeke Rakitnice (dio planinskog masiva Visočice) čiji se samo mali dio nalazi u granicama sliva. Naime, u dostupnoj dokumentaciji se navodi da je približna površina ovog područja oko 950,3 km², odnosno oko 820 km², a posve treća vrijednost površine ovog područja je dostupna unutar GIS baze podataka. Izvori iz kojih su preuzete vrijednosti površine su navedeni u fus noti, odnosno u atributnoj tabeli.

S druge strane, sama ukupna površina Spomenika prirode „Vrelo Bosne“ nije ista u GIS bazi podataka kao u preostaloj korištenoj dokumentaciji gdje se navodi da ukupna površina iznosi 603 ha.

1.7 OKOLINSKO AMBIJENTALNE KARAKTERISTIKE PROSTORA ZAŠTITE

1.7.1 HIDROLOŠKE VRIJEDNOSTI

Valorizacija hidroloških vrijednosti šireg područja Vrela Bosne na potezu Ilidža-Stojčevac –Vrelo Bosne pokazuje da je prostor u prirodnom stanju obilovao raznolikim vodnim pojavama koje su doprinosile ukupnoj prirodnoj vrijednosti ovog područja. Antropogenim aktivnostima ovaj hidrološki kompleks je u velikom dijelu izmijenjen, a i podređen potrebama vodosnabdijevanja.

Prirodni režim tečenja rijeke Bosne od izvorišta do Rimskog mosta je narušen gradnjom objekata za vještačku infiltraciju i reguliranjem rijeke Večerice. Vode iz vrelâ u okviru Vrela Bosne se trenutno koriste za vještačko prihranjivanje putem izgrađenog sistema za vještačku infiltraciju, te za potrebe postrojenja za prečišćavanje „Filter Bosna“, faza I i II u kapacitetu oko 400 l/s, zatim korito rijeke Večerica je regulacijom preusmjereno na rijeku Željeznicu, tako da se ona više ne ulijeva u rijeku Bosnu. Također, Stojčevac je pretvoren u infiltracioni kanal i potom regulacijom preusmjeren ka Vrelu Bosne. Ovim zahvatima su prirodne karakteristike vodotoka, kao i rijeke Bosne u području koje je predmet zaštite u potpunosti izmijenjene.

Sa aspekta prirodnih vrijednosti, može se konstatirati da je hidrografija ovog područja izmijenjena i degradirana. Stupanj degradiranosti je različit i varira od potpunog, kao što je slučaj sa vodotocima Večerica i Stojčevac, te rijeka Bosna na potezu od Vrela Bosne do Plandišta.

Unatoč degradaciji prirodnih vrijednosti područja prostor i danas ima vrijedno hidrološko bogatstvo izraženo u prirodnim i pejzažnim značajkama izvora Vrela Bosne i Stojčevac, kao i termalnih i termomineralnih voda sa prostora Ilidže.

1.7.2 BIOTSKE KARAKTERISTIKE PODRUČJA

1.7.2.1 ŠUMSKA VEGETACIJA I AUTOHTONA I ALOHTONA DENDROFLORA

Ovo područje u ekološkom i vegetacijskom smislu čine dvije cjeline: a) nizinska i b) padinska.

a) U nizinskim predjelima područja Vrela Bosne, i općenito u ravničarskim predjelima Sarajevskog polja, na šumsku vegetaciju odlučujući uticaj ima mikroteljek i s tim u vezi različito izražen uticaj podzemnih i poplavnih voda, odnosno vodni režim zemljišta uopće. U manjim i najnižim priobalnim dijelovima, na adama rijeke Bosne, kao i u najnižim mikrodepresijama u ovim predjelima, pored podzemne vode povremeni uticaj na šumsku vegetaciju imaju i poplavne vode u periodu jesen-proljeće. Zbog ovog ravničarski tereni aluvijalne ravni pripadaju nizinskim šumama lužnjaka i običnog graba i šumama crne johe. Ove šume, uvjetovane specifičnim vodnim režimom zemljišta, imaju karakter trajnih stadija vegetacije i u prošlosti su pokrivala Sarajevsko polje.

b) Blage padine podnožja Igmana se ekološki i vegetacijski bitno razlikuju od aluvijalne ravni. Prema orografskim i edafskim karakteristikama ovo područje je stanište mezofilnih hrastovih šuma (šuma kitnjaka i običnog graba), koje predstavljaju klimazonalnu šumsku vegetaciju brežuljkastih terena oko nizinskih predjela Sarajevskog polja. Danas se na ovim površinama nalaze samo ostaci šumske vegetacije, često fragmentarnog karaktera i jako izmijenjenog florističkog sastava, te većinom čine mješavine vegetacije (karta realne šumske vegetacije).

Na samom Vrelu Bosne i padinama Stojčevca dobro se održala sastojina crne johe *Alnetum glutinose* razvijena na tlima tipa aluvijalno-karbonatnih zemljišta (fluvisolima) hidrogenih crnica, te uz vodotoke naznačenog prostora obrazuju vodozaštitne zone. Zbog velike važnosti u prirodnoj regulaciji vodnog režima, a samim tim održavanju biološkog diverziteta predstavljaju veoma značajnu sastojinu koju je neophodno očuvati i zaštititi od dalje degradacije.

Kako se stepen higrofilnosti smanjuju idući od obale dolazi do smjene vegetacije te se na tim mjestima javljaju zajednice:

- bijele vrbe i topole - *Salici-Populetum*,
- zajednice bijele vrbe - *Salicetum albae* i
- zajednice bijele i lomljive vrbe - *Salicetum albae-fragilis*.

U ovim zajednicama mjestimično se javljaju šibljaci:

- rakite - *Salicetum purpureae*,
- šibljaci barske i ve- *Salicetum cinereae*, te na riječnim sprudovima i šljunkovitim tlima
- zajednica sive vrbe *Salicetum incanae*.

Vrste drveća karakteristične za razvijene sastojine: *Alnus glutinosa*, *Salix cinerea*, *Rhamnus frangula*, *Viburnum opulus*, *Evonymus europaea*, *Rubus caesius*, zatim: *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Acer tataricum*, *A. campestre*, *Prunus avium*, *Malus silvestris*, *Pirus piraster*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*, *Cornus sanguinea*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *R. arvensis*. Prisutne su i vrbe: *Salix alba* i *S. fragilis* (obično sađene u međama), zatim *S. purpurea*, te jasika (*Populus tremula*), koja se često javlja u skupinama na progalama i uz rubove šumskih sastojina. Uz već navedene vrste grmlja na ovim mjestima je zastupljena i zova (*Sambucus nigra*).

1. *Alnus glutinosa*- crna joha
2. *Salix alba* - bijela vrba
3. *Salix fragilis* - lomljiva vrba
4. *Populus nigra*- crna topola
5. *Populus canadensis* - kanadska topola
6. *Populus nigra* var. *pyramidalis* - jablan

Na nešto suhljim tlima sa manjim stepenom higrofilnosti javljaju se pojedinačno šume i šumarci poljskog jasena *Fraxinetum angustifoliae*, kao i šumarci sa hrastom lužnjakom *Quercetum roboris* koje su nekada dominirali ovim prostorom. Sva ostala vegetacija se sekundarno razvila na datom prostoru prvenstveno antropogenim utjecajem koji se naročito reflektira u zasađivanju alohtonih biljnih (drvenastih) vrsta.

Na adama izvorišnog dijela rijeke Bosne, te u uskim zonama najnižih dijelova priobalja Bosne, na zemljištima zadržale su se šume crne johe (*Carici brizoides – Alnetum glutinosae*) izdanačkog porijekla pod jakim antropogenim uticajima. Ovo su monodominantne fitocenozе u kojima su, uz crnu joku (*Alnus glutinosa*), pojedinačno zastupljene i vrste grmlja: *Rhamnus frangula*, *Viburnum opulus*, *Evonymus europaea*, *Rubus caesius*, a subspontano se javlja i *Prunus padus*. Ove zajednice u sindinamskom smislu imaju karakter trajnih stadija vegetacije.

Kao alohtona dendroflora javljaju se euroameričke topole i jablan, koje su inače u prošlosti masovno sađene, kao i brojne druge alohtone vrste u parkovskim prostorima Vrela Bosne i Stojčevca.

Na ranijim poljoprivrednim površinama unutar prve zaštitne zone vodozahvata uočljiva je sukcesija šumske vegetacije i njihovo zarastanje, gdje crna joha ima dominantnu ulogu uz veći broj heliofilnih vrsta drveća i grmlja. Ova pojava kao i šire prisustvo sastojina crne johe, koje su sekundarnog karaktera i koje predstavljaju sukcesiju šumske vegetacije, indiciraju znatniju zamočvarenost ovih terena.

Na blagim padinskim terenima samog podnožja Igmana, koje se često završava malim grebenima u vidu "poluotoka" u aluvijalnoj ravni, prisutni su florni elementi i fragmenti šumske vegetacije kitnjaka i običnog graba. Ove izrazito mezofilne fitocenozе se odlikuju bogatim florističkim sastavom, a od vrsta dendroflore su prisutne: *Quercus petraea*, *Carpinus betulus*, *Acer campestre*, *Prunus avium*, *Malus silvestris*, *Pirus piraster*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*, *Rosa canina*, *R. arvensis*, *Corylus avellana*.

Na cijelom području antropogenim uticajima, koji su dugotrajno izraženi, prirodni sastav vegetacije je jako izmijenjen, što je posebno izraženo u sastavu prizemne flore.

Kompleks Vrela Bosne u širem smislu karakterizira ruralna dendroflora, sa izuzetkom tri vrijedna prostora: Vrelo Bosne u užem smislu, park Stojčevac i Velika Aleje, zajedno sa tri manje, naslanjajuće aleje: prema Stojčevcu, zatim u ul. Jasika i prema Srednjoj šumarskoj školi.

Osnovnu površinu, van navedenih objekata, karakterizira dendroflora bivših seljačkih imanja kao i neke spontano rasprostranjene vrste, koje odgovaraju ovom staništu. Tu se nalaze ostaci potpuno zapuštenih voćnjaka, standardne vrste lužnjakovih nizinskih šuma, uz pridolazak vrsta normalno rastućih i na nižim padinama Igmana. Istina, bilo je od bivših vlasnika sađeno u ograničenom asortimanu i dosta nevoćarskih vrsta, od kojih vrijedi spomenuti običnu smrču (*Picea abies*), bodljikavu smrču (*P. pungens*), crni bor (*Pinus nigra*), kanadsku topolu (*Populus x canadensis*), i neke druge. Od spontano nadolazećih divljih vrsta ističe se naročito jasika (*Populus tremula*), crna joha (*Alnus glutinosa*), bijela i krta vrba (*Salix alba* i *S. fragilis*), te njihovi prirodno nastali hibridi (*S. russelina*), zatim rakita (*S. purpurea*) i barska iva (*S. cinerea*), koja sačinjava brojne facijese u okviru ukupne površine, a u manjoj mjeri i siva vrba (*S. elaeagnos*), koja ponekada odrasta i kao nisko stablo (stablasića). Nadalje, često se sreću lužnjak (*Quercus robur*), kojem je ovo područje pravo prirodno stanište, žestika (*Acer tataricum*) i klen (*A. campestre*); a na blažim padinama Igmana u predjelu Vrutaka i Stojčevca i obični grab (*Carpinus betulus*). Od grmova česta je kurika (*Euonymus europaeus*), crna udika (*Viburnum lantana*), trušljika (*Rhamnus frangula*), svib (*Cornus sanguinea*), divlja ruža (*Rosa canina*), razne kupine (*Rubus* spp.), kalina (*Ligustrum vulgare*), trnjina (*Prunus spinosa*) i neke druge. Od stranih vrsta subspontano se širi sremza (*Prunus padus*).

Tri navedena, hortikulturno uređena, objekta treba razmatrati posebno, ne samo zbog njihovih različitih namjena, nego i s obzirom na modele njihovog oblikovanja i specifičnosti staništa i namjene upotrijebljenih vrsta.

Stanje dendroflore nije zadovoljavajuće. Platani i divlji kesten, od kojih je izgrađena Aleja, kao i druge vrste drveća pate od nekih pratećih bolesti neparazitskog i parazitskog porijekla. Neparazitske bolesti uzrokuju faktori nežive prirode, a parazitske živi organizmi.

Neparazitske bolesti- uzrokuju različiti faktori okoline čije je poznavanje vrlo kompleksno naročito u urbanim sredinama gdje su klimatski i edafski uvjeti bitno drugačiji nego u nenaseljenim područjima. Na osnovu iskustva i literaturnih izvora, kao i opće anamneze, konstatovani su sljedeći najvažniji uzročnici ove skupine bolesti :

- **Nedostatak vode u rizosferi stabala**, što može biti posljedica kontinuiranog opadanja nivoa podzemne vode. Analizom zemljišta i korijena u pojedinim ugroženim dijelovima aleje utvrđeno je da je voda tek na dva metra dubine i tu su evidentirana stabla različitog intenziteta sušenja, čak i potpuno suha stabla.
- **Gušenje stabala** - Nastaje naglim promjenama u funkcijama korijenskog sistema, obično nakon asfaltiranja i redukcije slobodnog pojasa oko stabala, nabijanjem zemljišta oko stabala, nedostatkom vode zbog površinskog oticanja i dr. Simptomi ovih promjena jesu: sušenje pojedinih grana koje počinje od vrha i zatim se širi po cijeloj krošnji tako da često propada i cijelo stablo.

- **Štetno djelovanje gasova**- ozon (O₃) kao primarni sastojak smoga i izaziva veće štete na biljkama nego bilo koji drugi sastojak zagađene atmosfere. Glavne količine ozona nastaju u reakciji koja se razvija između svjetlosne energije i sastojaka koje oslobađaju fabrike i automobili. Ozon se, također, prenosi iz viših u niže slojeve atmosfere putem turbulencije. Na platanima, vrsti koja je osjetljiva na ozon, su zabilježeni hronični simptomi šteta u vidu hlorotičnih pjega ili pigmentacije lisnog tkiva. Simptomi štetnog djelovanja sumpordioksida su u vidu rubnih crvenosmeđih nekroza, a utvrđeni su na divljem kestenu.

Od ostalih uzročnika neparazitskih bolesti veći značaj za aleju imaju: podzemna infrastruktura, zemljište koje postaje skeletno, anaerobni uslovi za rast korijena, odsustvo vode čak i u kišnim danima, slabiji pristup svjetlosti, oštećenja od čovjeka, motornih vozila i dr. Ovi i drugi uzroci djeluju često istovremeno što i dovodi do šteta na biljkama ili do njihove predispozicije na ulančavanje biotičkih štetnih agensa, kao što su parazitske bolesti, insekti i dr.

Parazitske bolesti - Iako je opća ocjena da ove bolesti biljaka imaju manji značaj u urbanim sredinama, jer su biljke malobrojne, one, ipak, u nekim slučajevima izazivaju velike štete. Naročito su značajne one prateće bolesti (specifične za pojedine biljne vrste) koje nastaju kao posljedica ozljeđivanja (ranjavanja) stabala, što je uobičajena pojava uzročnici truleži drveta (što je pojava parazitskog porijekla). Ova stabla konačno stradaju djelovanjem vjetra ili snijega.

1.7.2.2 LIVADSKI EKOSISTEMI

Regresijom šumske vegetacije i jakom antropogenizacijom najvećeg dijela ovoga prostora formirane su sekundarne zajednice livadske vegetacije, koje imaju brojne florne elemente higrofilnog karaktera, npr.: *Molinia coerulea*, *Deschampsia caespitosa*, *Carex sp.*, *Juncus sp.*, *Ranunculus sp.*, *Lysimachia nummularia* i dr. Interesantna je pojava većih površina sa formiranim sastojinama izgrađenim skoro isključivo od vrste bezkoljenke (*Molinia coerulea*).

Osnovni ekološki faktori (prvenstveno vlažnost) uvjetovali su sličnost sa ishodišnim ekosistemima, a i visok stepen biodiverziteta.

➤ **Higrofilna vegetacija:**

U prostorima sa većim stupnjem vlažnosti dominiraju sastojine vlažne beskoljenke *Molinia coeruleae* sa nešto manje vlažnom livadama bušike *Deschampsia*.

➤ **Mesofilna vegetacija:**

Za mezofilnija staništa karakterističan je razvoj zajednice pahovke *Arrhenatheretum elatioris*.

➤ **Nitrificirana zajednica:**

Na prostoru Vrela Bosne kao i na području Stojčevca u porastu je zastupljenost umjereno nitrificirane zajednice *Agropyro-Rumicion crispi*. Pojava nitrificiranih biljaka posebno se reflektira kroz širenje populacije koprive *Urtica dioica*.

Ovo područje je mjesto razvoja mnogih ljekovitih, jestivih, vitaminskih i aromatičnih samoniklih biljaka. Sa aspekta razvoja zdravstvenog i edukacionog turizma ovo je veoma značajna činjenica. Broj tih vrsta je preko nekoliko stotina što čitavom prostoru daje poseban značaj.

Za prostor Vrela Bosne, Stojčevca, a posebno sela Vrutak je značajno naglasiti razvoj tercijarnih ekosistema koji su nastali radi potrebe čovjeka. Ovi ekosistemi se razvijaju kroz uništenja šuma kao primarnih i livada kao sekundarnih ekosistema. Na ovakvoj prirodnoj progradaciji razvoja ekosistema čovjek je za svoje potrebe ogromne površine pretvorio u oranice u poljoprivrednoj proizvodnji, u voćnjake, mjesta za neplansku izgradnju kuća, vikendica i sl.

Sve ovo za sobom nosi mijenjanje osnovnih ekoloških uvjeta koji drastično dovode do pada biološke raznolikosti i mijenjanja prirodnih uvjeta uopće.

1.7.2.3 VALORIZACIJA

Šire istraživano područje Vrela Bosne odlikuje se visokim biodiverzitetom oko 131 dendrotakson (uključujući alohtone i autohtone vrste), nekoliko stotina zeljastih biljaka i preko 20 akvatičnih makrofita sa dominacijom vodenih mahovina (*Fontinalis antipyretica*). Prostor Vrela Bosne sa područjem Stojčevca odlikuje se razvojem zajednice crne johe *Alnetum glutinosae* koja kao takva predstavlja očuvanu sastojinu u sarajevsko-zeničkom bazenu bez obzira što se razvila kroz proces sukcesije vegetacije. Već ranije je utvrđena senzibilnost naznačene sastojine i neophodnost zaštite. Uzimajući u obzir da navedenu zajednicu obuhvaćaju autohtone vrste koje su vezane za ovaj prostor, a zajedno sa vrstama bijele, krte, vrbe ive, topole, jablana i dr. koje prema svojim indikatorskim vrijednostima za relativnu vlažnost 7-9 (Ellenberg i drugi. 1991.g.) mogu poslužiti za ekološki monitoring naznačenog prostora u cilju determinacije stupnja eutrofikacije i stabilnosti ekosistema. Vezanost kopnene vegetacije sa vodenom direktno uvjetuje razvoj zajednica životinja čije populacije su u direktnoj ovisnosti od stupnja razvoja i očuvanosti naznačenih biljnih vrsta. Istraživani prostor Vrela Bosne je već u davnoj prošlosti pretrpio velike promjene koje su najizraženije aplicirane na biljni svijet, a u tom sklopu uz sukcesiju drvenaste vegetacije ekološki su se prihvatljivo uklopile livadske zajednice i u sadašnjem trenutku čine jednu prirodnu cjelinu.

S aspekta valorizacije vegetacije u prostoru obuhvata Vrela Bosne mogu se izdvojiti vrijedne cjeline aleja Ilidža – Vrelo Bosne, izgrađena od platana i divljeg kestena krajem XIX stoljeća sa hotelskim parkovima Ilidže. Ove cjeline predstavljaju izuzetnu hortikulturnu, rekreacionu i turističku vrijednost i izvan područja BiH.

S obzirom na različita oštećenja i biljne bolesti nameće se kao urgentan zahvat revitalizacije Aleje i parkova, čije bi odugovlačenje dovelo do značajnog propadanja i umanjenja vrijednosti ovih izuzetno značajnih hortikulturnih cjelina.

Pedesetih godina prošloga stoljeća sa formiranjem objekata u Stojčevcu i parkovskih površina u njihovom okruženju te podignutom alejom – drvoredom duž saobraćajnice koja povezuje Veliki aleju sa Stojčevcem lošim izborom drveća, nažalost, ova aleja – drvored nikada nije dala estetske efekte koji su se od nje očekivali. Rekonstrukcijom u budućnosti ove greške treba ukloniti.

Visokom pejzažnim vrijednostima ovih predjela doprinose i ostaci – sukcesije prirodne šumske vegetacije što predstavlja raritet u nizinskim područjima Sarajevskog polja. Blizina grada i različiti negativni antropogeni uticaji ukazuju na vrijednost ovih površina sa estetskog, zaštitnog, obrazovno naučnog aspekta.

U svakom planiranju namjene i korištenja ovog prostora treba imati na umu da je ovo prostor izvorišnog dijela, a da okolna ili pribrežna vegetacija zajedno sa vodnim ekosistemom i postojećom faunom predstavlja prirodnu cjelinu. Degradacija bilo kojeg dijela prirodne cjeline (zemljišta, vodenih tokova, flore i faune), neminovno će uzrokovati negativne promjene u ostalim dijelovima.

Na širem prostoru izvorišta Sarajevsko polje proveden je veliki obim istražnih radova, koja su otpočela sredinom 1950-tih godina. U nastavku je prikazan kratak pregled dosadašnjih istraživanja po pojedinim fazama, odnosno periodima. Dat je i sažetak istraživanja provedenih u okviru ovog projekta.

2.1 PREGLED RANIJE IZVEDENIH ISTRAŽIVANJA

Istražni radovi u Sarajevskom polju za potrebe iznalaženja mogućnosti zahvaćanja voda za snabdijevanje grada otpočinj u još davne 1954. g. U okviru istraživanja koja su vršena od 1954. do 1956.g., provedena su hidrološka geološka hidro-geološka i kvalitativna ispitivanja, koja je finansirao Gradski vodovod. Prikupljeni podaci potvrdili su pretpostavku o postojanju značajne akumulacije voda na području Sarajevskog polja odnosno kraškog zaleđa Igmana i Bjelašnice. Radove su izveli Zavod za geologiju i hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu.

Tokom 1963.g., Zavod za hidrotehniku građevinskog fakulteta iz Sarajeva provodi terenska i laboratorijska ispitivanja vode pritoka rijeke Bosne na 12 profila. Ta ispitivanja provedena su u okviru općeg i dugoročnog programa ispitivanja svih značajnijih vodotoka na teritoriji NRBiH, a za potrebu dobivanja osnova za donošenje programa i plana njihovog racionalnog korištenja i zaštite.

U periodu 1966.-1969.g., Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta iz Sarajeva izvodi istražne radove na širem području izvorišta rijeke Bosne, što kronološki gledano predstavlja drugu etapu sistematskih istraživanja podzemnih voda u Sarajevskom polju. Rezultati ovih istraživanja omogućili su da se gradski vodovod proširi uključivanjem novih vodoopskrbnih objekata iz Sarajevskog polja. Rezultati provedenih istraživanja prezentirani su kroz izvještaje koje čine: geodetske podloge te hidraulička ispitivanja i probna pumpanja.

Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta iz Sarajeva tokom 1974. G., radi „Studiju dugoročnog razvoja Sarajevskog vodovodnog sistema“. U okviru provedenih studijskih i istražnih radova analiziraju se količine eksploatacije te doticaj u podzemlje u uslovima eksploatacije, mogućnosti perspektivnog iskorištavanja vodnog potencijala, a sve u cilju definiranja budućih aktivnosti za efikasno zahvaćanje dodatnih količina pitke vode, kao i mogućnosti i načini intervencija u slučaju potreba za njihovu zaštitu.

Zbog intenzivne industrijalizacije na području neposrednog dodira sa izvorištem, odnosno razvojem metalne industrije „FAMOS“ Sarajevo, pojavljuje se problem zaštite izvorišta od otpadnih voda. Tokom 1981. G., Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta iz Sarajeva, radi „Program mjera za zaštitu voda Sarajevskog polja od otpadnih voda FAMOS-a“. Još tad je konstatirano da je unutar zaštićenog područja izvorišta najveći i najopasniji zagađivač upravo ovaj industrijski pogon. Naime položaj FAMOS-a uz evakuaciju otpadnih voda otvorenim kanalom kroz polje, može uzrokovati zagađenje podzemnog toka duž kontaktnog rasjeda Igmana i polja. U tom smislu urađenim programom naglašeni su osnovni problemi i definirani pravci djelovanja kako bi se spriječile eventualne negativne posljedice.

Sve veća potreba za vodom u gradu neminovno zahtijeva povećanu eksploataciju sa izvorišta. Iz tog razloga u samom polju izvode se novi eksploatacijski objekti čime se stvara mogućnost povećanog zahvaćanja iz polja, a koje objektivno nema mogućnosti da na prirodan način održava bilancu voda, što ima za posljedicu značajno

sniženje nivoa podzemne vode, odnosno precrcpljivanje podzemne izdani kao i samih bunara. Ta pojava ugrožava tehničku ispravnost bunarskih objekata i pospješuje njihovo starenje.

Iz tog razloga tokom 1983 godine Zavod za hidrotehniku vrši istraživanja s ciljem „Povećanja infiltracije površinskih voda u podzemlje Sarajevskog polja“ nazvana još i kao interventne mjere. U okviru ovih istraživanja izvršeno je prikupljanje podataka o količinama infiltracije površinskih voda u podzemlje, uz definiranje mjera koje bi se poduzele direktno na terenu kako bi se povećale količine infiltracije odnosno omogućilo kontinuirano održanje bilanca. U tom cilju istraživana su područja poznatih postojećih infiltracijskih zona u samom polju te definirane količine koje na tim mjestima prihranjuju podzemni akvifer. Nakon identifikacije zatečenog stanja, kada su u pitanju količine infiltracije, u drugoj fazi se pristupilo interventnim zahvatima, na uvođenju novih količina vode u podzemlje.

U periodu od 1984. do 1985. na području izvorišta izveden je niz projektantskih i građevinsko izvedbenih radova koji su imali za cilj povećanje količina zahvaćanja. Sve istražne radove i koordinaciju izvođačko građevinskih radova vršio je Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta iz Sarajeva.

Tokom 1986/87. god., realiziraju se istražni radovi, koje također provodi Zavod za hidrotehniku građevinskog fakulteta iz Sarajeva, u cilju održavanja postignutog nivoa eksploatacije, te na iznalaženju novih količina vode do 1992 g. Ovim istraživanjima analizirana je mogućnost izvođenja upojnih bunara i vještačko prihranjivanje podzemne akumulacije. Zatim mogućnost zahvaćanja određenih količina vode na području Sokolovića, te analiza svih infiltracijskih područja i mogućnosti povećanja količina prihranjivanja.

U drugoj polovini 1987. god., od strane Zavoda za hidrotehniku napravljen je program istražnih radova koji je bio osnova za sve aktivnosti koje su se nakon toga događale.

Tokom 1990. god., Institut za hidrotehniku na temelju razrađenog programa istraživanja, vrši permanentno praćenje stanja u Sarajevskom polju, usmjerava sve aktivnosti na održanju Bilance podzemnih voda i urednog snabdijevanja grada vodom dobrog kvaliteta. U isto vrijeme vrše se istraživanja planinskih vrela na području Romanije i Jahorine, te utvrđuje mogućnost njihovog uključenja u sistem vodosnabdijevanja Pala koje su u to vrijeme bile jedna od Gradskih općina.

Također 1990. god., projektira se infiltracijski sistem u Konacima kojim se omogućava prihranjivane podzemne akumulacije u većem obimu sa zahvatom iz r. Bosne.

Nakon rata 1996. god., Institut za hidrotehniku na temelju analize i reinterpetacije raspoloživih podataka, razmatra mogućnost dopunskog snabdijevanja vodom Sarajeva, izgradnjom bunara na području Sokolovića. Ova ideja je i ranije razmatrana, međutim kako se nisu stekli uvjeti za njenu realizaciju, to je ona dobila na značaju tek 1996. god., imajući u vidu veliku devastaciju vodovodnog sistema tokom ratnih zbivanja (1992.-1995.). U okviru ovih istraživanja ustanovljena je mogućnost zahvaćanja dodatnih količina vode sa prostora Sokolovići u iznosu od 300-400 l/s. Međutim konstatirano je, da bi zahvaćanje vode sa područja Sokolovića, iznad 300 l/s ugrozilo prihranjivanje izvorišta Bačevo iz pravca r. Željeznice.

Tokom 1996 god., na području Sokolovića vrši se revitalizacije i probna crpljenja ranije izvedenih bunara kako bi se oni uključili u sistem vodosnabdijevanja grada. Ova ispitivanja vrše se u svrhu utvrđivanja provodnosti filterske zone i ispravnosti samih bunara, dok su kvalitativna ispitivanja trebala da daju odgovor, da li je, i u kojoj mjeri, došlo do degradacije kvaliteta vode. Koordinaciju, nadzor te interpretaciju prikupljenih podataka, vrši Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta iz Sarajeva.

Sva provedena istraživanja do 1996. god., ukazuju da se bilanca voda u Sarajevskom polju pri pojavi minimuma ne može održavati stabilnom bez dovođenja dodatnih količina voda kojom bi se vršilo prihranjivanje podzemne akumulacije. U tom smislu tokom 1999. god., oživljava se ideja o izgradnji akumulacije u blizini Sarajeva, koja bi omogućila prikupljanje i akumuliranje dovoljne količine vode da se izravnaju nedostajuće količine tokom sušnog perioda. Još prije rata promovirana je ideja o formiranju akumulacije na Bijeloj rijeci, na kojoj bi se vršilo prikupljanje voda u akumulaciju, a nakon toga voda zahvaćala u potrebnoj količini, prečišćavala na uređaju koji bi za tu namjenu bio posebno napravljen, te dalje distribuirala u gradski vodovodni sistem. Nakon rata zbog izmijenjenih okolnosti prouzrokovanih administrativnom podjelom zemlje na Federaciju i Republiku SFRPSK, ovaj koncept postaje teško održiv. Iz tog razloga u poslijeratnim godinama na značaju dobiva koncept akumuliranja voda u slivu Crna rijeke. Prema ovom konceptu analizira se mogućnost povećanja protoka u rijeci Željeznici tokom ljetnog perioda, izvođenje objekata za vještačko prihranjivanje u njenom zaobalju, te analizira okvirna mogućnost pred tretmana tih voda, prije upuštanja u podzemni akvifer. Analize i istraživanja realiziraju se kroz studiju „Višenamjenski vodoprivredni sistem Crna rijeka infiltracijske zone u Sarajevskom polju“, urađenog od strane Instituta za Hidrotehniku Građevinskog fakulteta iz Sarajeva, 1999. god.

U toku izrade ovog projekta zaštite na raspolaganju je bila dostupna većina od navedenog fonda podataka, tako da je bilo moguće vršiti potrebne analize i usporedbe stanja u polju u više različitih vremenskih razdoblja, kao i koristiti navedene podatke u cilju sagledavanja i koncipiranja efikasnog sistema zaštite. Raspoloživi historijski podaci, te podaci istraživanja prikupljeni tokom realizacije ovog projekta, u nastavku su iskorišteni za definiranje potrebnog obima zaštitnih zona na ovom izvoristu.

2.2 ISTRAŽNI RADOVI PROVEDENI U OKVIRU OVOG PROJEKTA

Izradi projekta zaštite izvorišta Sarajevsko polje prethodilo je provođenje programiranih istražnih radova koji su u osnovi obuhvatili rekognosciranje terena mjerenja proticaja, uzimanja uzoraka vode tla i snijega, i njihovog laboratorijskog ispitivanja, mjerenja nivoa podzemnih voda, na raspoloživoj mreži pijezometara, mjerenje brzine podzemne vode u kraškom zaleđu, te utvrđivanja njene pojave na vrelima u okruženju Sarajevskog polja. Pored toga izvršena je identifikacija i lociranje svih postojećih i potencijalnih zagađivača.

U tom smislu prethodno je provedeno preliminarno rekognosciranje užeg i šireg područja izvorišta, pri čemu je analiziran direktni i indirektni sliv, te okvirno locirani lokaliteti na kojima je predviđeno provođenje detaljnijih ispitivanja.

Nakon preliminarno provedenog rekognosciranja, detaljno prikupljanje podataka vršeno je u različitim vremenskim intervalima, koji su uglavnom zavisili od karakteristika hidrološke situacije

Geološko rekognosciranje sa provjerom i dopunom raspoloživih geološko hidrogeoloških podloga urađeno je u više navrata. U tom smislu a za konačnu potvrdu pravaca oticanja voda, iz trenutno vrlo urbaniziranog skijaškog centra u Babinom dolu, locirano je mjesto ubacivanja boje, i određeni lokaliteti uzimanja uzoraka odnosno osmatranja pojave boje. Pored toga analizirani su i drugi osjetljivi lokaliteti u okruženju Babinog dola, izvršena je prospekcija trase kolektora, kojim se evakuiraju otpadne vode iz skijaškog centra (u vrijeme obilaska trajali su radovi na sanaciji dijela kolektora), zatim sa područja Velikog i Malog polju na Igmanu Geološkim rekognosciranjem, te analizom raspoloživih geoloških podloga, determiniranjem položaja i pada slojeva, određen je hidrogeološki sliv izvorišta Sarajevsko polje, može podijeliti na direktni i indirektni. Naime, hidrogeološki sliv vrela Bosne predstavlja jedinstvenu cjelinu, dok se za Sarajevsko polje on uvjetno može podijeliti na već navedeni način, s obzirom, da u indirektni sliv izvorišta spada kraško zaleđe Igman te dijelovi Bjelašnice i Treskavice koji prihranjuju intergranularni akvifer, u kome su stacionirani zahvatni objekti-bunari. Korištenjem prikupljenih podataka za ukupan sliv cijelog izvorišta, u nastavku su urađene geološke i hidrogeološke karte na kojima je naznačena jedinstvena granice sliva svih izvorišta u Sarajevskom polju

Detaljnim rekognosciranjem terena, uz korištenje raspoloživih podloga, konstatirano je da su sve naprijed spomenute depresije (Babin do, Veliko i Malo polje) popunjene fluvio-glacijalnim materijalom koji leži na ispućalim i karstifikovanim krečnjačkim stijenama, sa aspekta zaštite, predstavljaju vrlo osjetljiva mjesta u slivu izvorišta. U tom pogledu provedena je i analiza raspoloživih podataka bojenja sa tih ili bliskih lokaliteta.

U okviru prikupljanja podataka, za utvrđivanje zatečenog stanja na izvorištu Sarajevsko polje, a u skladu sa projektnim zadatkom, pored već navedenog, izveden je i odgovarajući obim uzorkovanja i laboratorijskih i ispitivanja voda tla i snijega. U tom smislu izvršeni su sljedeći istražni radovi:

- Mjerenja protoka na rubnim vodotocima (ukupno izveden tri serije mjerenja paralelno sa uzimanjem uzoraka vode za ispitivanje kvaliteta).
- Uzimanje uzoraka vode na rubnim vodotocima iz kojih se Sarajevsko polje prihranjuje vodom, za fizikalno kemijska, bakteriološka i hidrobiološka ispitivanja.
- Uzimanje uzoraka vode sa postojećih bunara u Sarajevskom polju za fizikalno-kemijska i mikrobiološka ispitivanja.
- Uzimanje uzoraka vode u cilju identifikacije zagađenja koje ispušta deponija u Krupcu (ispitivanje procjednih voda deponije Krupac).
- Ispitivanje voda r. Bosne uzvodno i nizvodno od pumpne stanice na ovom vodotoku.
- Uzimanje i laboratorijsko ispitivanje uzoraka snijega u Babinom dolu na skijaškoj stazi, zatim ispitivanja kvaliteta tla na više lokacija unutar sliva izvorišta.

Rezultati provedenih ispitivanja, iskorišteni su za ocjenu zatečenog stanja, kvaliteta voda rubnih vodotoka te zagađenosti tla i snijega na skijaškim stazama, tokom sezone, a sve u cilju procijene poduzimanja potrebnih mjera za saniranje zatečenog stanja. Pregled i obim svih navedenih istražnih radova dat je u narednoj tabeli.

Tabela 2 Pregled izvršenih istražnih radova

Uzorci	Datum		
Vrsta analiza	Fizičko-hemijske	Mikrobiološke	Biološke
Analize vode			
Bunari			
AB1	04.01.2011. i 21.03.2011.	04.01.2011. i 21.03.2011.	-
AB4	04.01.2011. i 21.03.2011.	04.01.2011. i 21.03.2011.	-

Uzorci	Datum		
Vrsta analiza	Fizičko-hemijske	Mikrobiološke	Biološke
MB8	04.01.2011. i 21.03.2011.	04.01.2011. i 21.03.2011.	-
MB15	04.01.2011. i 21.03.2011.	04.01.2011. i 21.03.2011.	-
KB2	04.01.2011. i 21.03.2011.	04.01.2011. i 21.03.2011.	-
KB4	04.01.2011. i 21.03.2011.	04.01.2011. i 21.03.2011.	-
KB10	04.01.2011. i 21.03.2011.	04.01.2011. i 21.03.2011.	-
SKB2	04.01.2011. i 21.03.2011.	04.01.2011. i 21.03.2011.	-
SKB3	04.01.2011. i 21.03.2011.	04.01.2011. i 21.03.2011.	-
SKB5	04.01.2011. i 21.03.2011.	04.01.2011. i 21.03.2011.	-
SB (Stup zbirni)	04.01.2011. i 21.03.2011.	04.01.2011. i 21.03.2011.	-
Vodotoci			
Željeznica			
Trnovo	01.11.2010. i 26.05.2011.	01.11.2010. i 26.05.2011.	Hidrobiološke analize rađene su na rijeci Željeznici tokom mjeseca marta 2011. godine. Analize i izvještaj završeni su 17.03.2011. godine
Kijevo	01.11.2010. i 26.05.2011.	01.11.2010. i 26.05.2011.	
Krupačke stijene	01.11.2010. i 26.05.2011.	01.11.2010. i 26.05.2011.	
Vojkovići	01.11.2010., 04.01.11i 26.05.2011.	01.11.2010., 04.01.11i i 26.05.2011.	
Butmir	02.11.2010. i 26.05.2011.	02.11.2010. i 26.05.2011.	
Most Alije Izetbegovića	02.11.2010. i 26.05.2011.	02.11.2010. i 26.05.2011.	
Ušće	02.11.2010. i 27.05.2011.	02.11.2010. i 27.05.2011.	
Profil kod SKB3	02.11.2010.,04.01.2011. i 21.03.2011.	02.11.2010., 04.01.2011. i 21.03.2011.	
Kasindolski potok	03.11.2010. i 24.05. 2011.	03.11.2010. i 24.05. 2011.	
Bosna			
Vrelo Bosne	04.01.2011.,21.03.2011. i 27.05.2011.	04.01.2011., 21.03.2011. i 27.05.2011.	Hidrobiološke analize rađene su na rijeci Bosni tokom mjeseca marta 2011. godine. Analize i izvještaj završeni su 17.03.2011. godine
Kod vodozahvata	04.01.2011. i 21.03.2011.	04.01.2011. i 21.03.2011.	
Rimski most	02.11.2010. i 27.05.2011.	02.11.2010. i 27.05.2011.	
Večerica			
Vrelo	.02.11.2010. 21.03.2011.i 24.05. 2011.	02.11.2010., 21.03.2011i 24.05. 2011.	Hidrobiološke analize rađene su na rijeci Bosni tokom mjeseca marta 2011. godine. Analize i izvještaj završeni su 17.03.2011. godine
Profil kod Glavogodine	04.01.2011. i 21.03.2011.	04.01.2011. i 21.03.2011.	
Ušće	03.11.2010. i 24.05. 2011.	03.11.2010. i 24.05. 2011.	
Dobrinja			
Stup	03.11.2010. i 24.05. 2011.	03.11.2010. i 24.05. 2011.	-
Tilava			
	03.11.2010. i 24.05. 2011	03.11.2010. i 24.05. 2011	

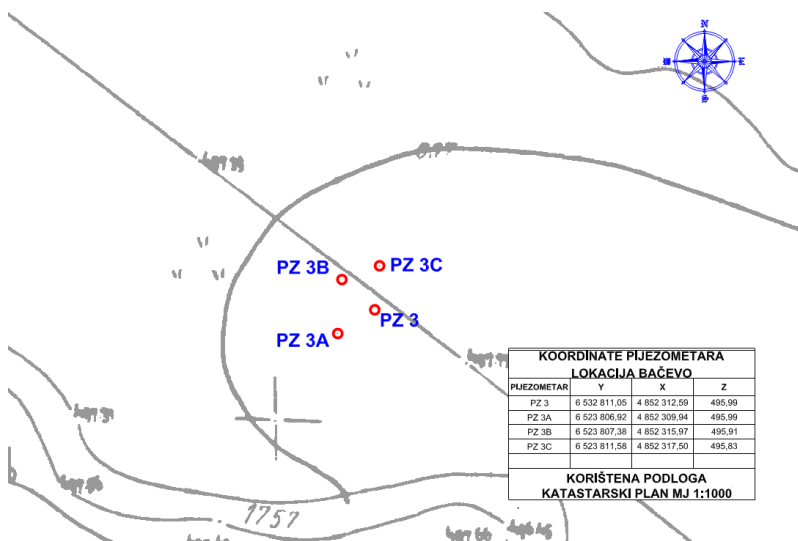
Uzorci	Datum		
Vrsta analiza	Fizičko-hemijske	Mikrobiološke	Biološke
Planinska vrela			
Bunički potok	01.11.2010. i 24.05. 2011.	01.11.2010. i 24.05. 2011.	-
Stojčevac	02.11.2010. i 24.05. 2011.	02.11.2010. i 24.05. 2011.	-
Ostale analize vode			
Procjedne vode sa deponija			
Deponija Krupac	21.03.2011.	21.03.2011.	-
Pumpna stanica na rijeci Bosni			
Ulaz	04.01.2011. i 21.03.2011.	04.01.2011. i 21.03.2011.	-
Izlaz	04.01.2011. i 21.03.2011.	04.01.2011. i 21.03.2011.	-
Snijeg			
Ski staza	21.03.2011.	21.03.2011.	-
Analize tla			
Konaci 0-10 cm	21.03.2011.		-
Konaci 10-20 cm	21.03.2011.		-
Bačevo 0-10 cm	21.03.2011.		-
Bačevo 10-20 cm	21.03.2011.		-
Sokolovići 0-10 cm	21.03.2011.		-
Sokolovići 10-20 cm	21.03.2011.		-
Babin Do 0-10 cm	21.03.2011.		-
Babin Do 10-20 cm	21.03.2011.		-
Veliko polje 0-10 cm	21.03.2011.		-
Veliko polje 10-20 cm	21.03.2011.		-
Deponija Krupac 0-10 cm	21.03.2011.		-
Deponija Krupac 10-20 cm	21.03.2011.		-
Babin do	19.05.2011		
Bačevo	19.05.2011		
Deponija Krupac	19.05.2011		
Konaci	19.05.2011		
Sokolović	19.05.2011		
Veliko polje	19.05.2011		
Vrelo Bosne	03.11.2011		
SKB5 bunar	03.11.2011		
Bačevo-Aleja	03.11.2011		
put za Famos	03.11.2011		

Pored toga na lokalitetu Babinog dola izvedeno je i obilježavanje ponora (vrtače) sa ciljem utvrđivanja pravaca otjecanja voda sa tog lokaliteta.

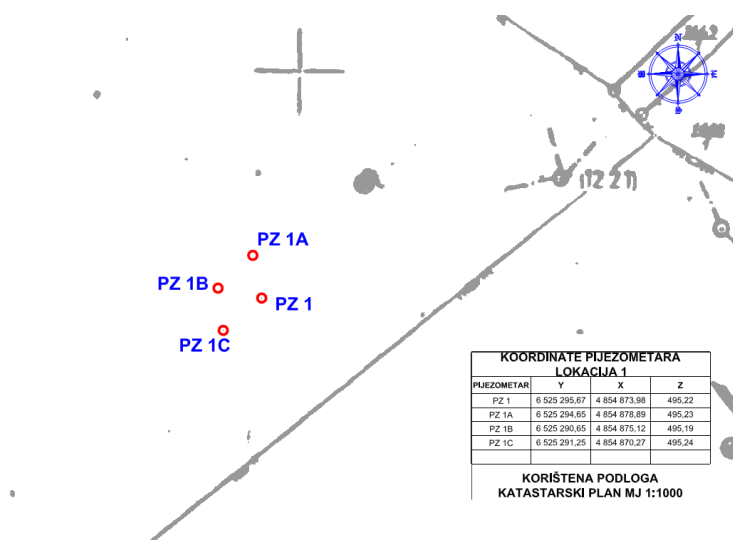
U okviru analize, raspoloživih podataka, o nivoima podzemnih voda, koji su kao pokazatelji, od ključnog značaja, za utvrđivanje stanja i održanja bilanca voda u Sarajevskom polju, tokom istražnog perioda , jednom do dva puta sedmično, vršeno je osmatranje nivoa i na postojećim pijezometrima. Obradom tih podataka i obradom podataka osmatranja koja je u proteklom periodu vršio „JKP vodovod“ definirana je mogućnost održanja bilansa u Sarajevskom polju, odnosno odnos prihranjivanja i promjene nivoa podzemne vode u akviferu.

Ocjena relevantnosti postojećih podataka o brzinama podzemne vode u intergranularnom akviferu, dobivenih na temelju mjerenja, obavljenih u više navrata na različitim lokalitetima, i u različito vrijeme. Urađena je usporedbom hidrodinamičkih odnosa, i količina eksploatacije, registriranih na izvorištu za vrijeme mjerenja brzina podzemne vode, te hidrodinamičkih odnosa i eksploatacije zatečenih u polju tokom realizacije ovog projekta. Podaci o brzinama podzemne vode, iz ranijih istraživanja, iskorišteni su za „tariranje“ („baždarenje“) matematskog modela tečenja, a delineacija obuhvata zaštitnih zona izvršena matematskim modeliranjem. Naime provedenom analizom je ustanovljeno da nije došlo do značajnijeg poremećaja u izgledu hidrodinamičke slike iz vremena kada su mjerene brzine podzemne vode, i aktualno zatečene situacije, tokom realizacije ovog projekta. Istina nešto su povećane količine eksploatacije ali su istovremeno povećane i količine prihranjivanja, tako da su se hidrodinamički odnosi, a također i brzine podzemne vode, zadržale u okvirima koji su već mjereni. Tako dobivene brzine moguće je bez bilo kakvih ograničenja koristiti za već spomenuto „baždarenje“ matematskog modela.

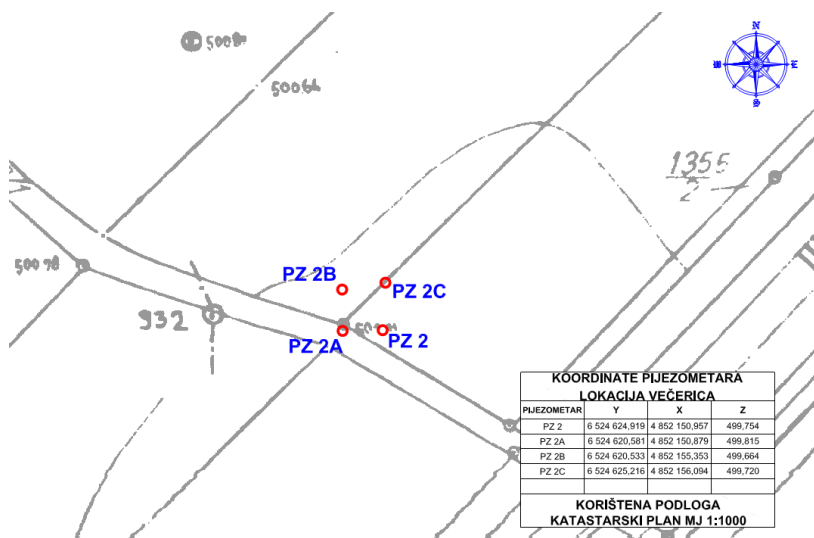
I pored činjenice da su mjerenja brzine podzemne vode iz ranijeg perioda ocijenjena relevantnim na inzistiranje investitora predmetnog projekta eksperiment određivanja brzine podzemne vode u Sarajevskom polju je ponovljen **06.02.2013.god.** Tako su za izvođenje eksperimenta odabrana tri lokaliteta na području izvorišta Sarajevsko polje. Pozicije pijezometara su date na narednim slikama.



Slika 7. Pozicija pijezometara - Bačevo



Slika 8. Pozicija pijezometara - Stup



Slika 9. Pozicija pijezometara - Večerica

Jedan lokalitet odabran je u zoni izvorišta Stup. Drugi lokalitet na području Bačeva i treći lokalitet odabrana je uz vodotok Večericu. Za potrebu ovog eksperimenta sva tri navedena lokaliteta su prethodno opremljena sa po četiri pijezometra izbušena do dubine od 15 m. jedan od četiri pijezometra je služio za ubacivanje boje (obilježivača), a ostala tri za osmatranje pojave boje. Prije početka eksperimenta mjerenja brzine podzemne vode, registrirani su i nivoi na izvorištu mjerenjem u pijezometrima na karakterističnim lokacijama, na kojima se oni kontinuirano osmatraju jednom sedmično od strane vodovoda. Nakon ubacivanja boje na sva tri lokaliteta otpočelo se sa uzimanjem uzoraka na osmatračkim pijezometrima i trajalo je sve dok boja nije potpuno nestala vidljiva okom iz osmatračkih pijezometara.

Nakon determiniranja bilanca i utvrđivanja hidrodinamičkih odnosa u sadašnjim okolnostima na izvorištu, zatim determiniranja kvalitativnog statusa vodotoka i podzemnih voda, te stanja zagađenosti tla, i stanja vegetacionog pokrivača odnosno šuma, u direktnom i indirektnom slivu, pristupilo se i definiranju zagađivača koji su stvarni ili potencijalni uzročnici zagađenja, kako površinskih rubnih vodotoka tako i podzemnih voda.

Tabela 3 Identifikacija potencijalnih zagađivača-terenski radovi

VRSTA	BROJ
GROBLJA:	91
BENZINSKE PUMPE	18
SEPTIČKE JAME	250
RAZNI INDUSTRIJSKI OBJEKTI	61
DEPONIJE	12
UKUPNO	432

Ovdje je veoma važno naglasiti da je kod izrade predmetnog projekta, projektant imao na raspolaganju veoma veliki fond podataka, koje je vrlo sistematično na ovom prostoru prikupljao u proteklom periodu od pedesetak godina. Raspoloživi podaci ranijih istraživanja koji su naprijed samo taksativno pobrojani, uz podatke istraživanja provedena tokom izrade ovog projekta, u cijelosti su omogućili projektiranje zaštitnih zona i izradu prednacrtu odluke o zaštiti sa prijedlogom provođenja zaštitnih mjera.

Sve provedene analize bazirale su se na poređenju stanja do pred sami rat (raniji period), i zatečenog stanja na izvoru, tokom realizacije ovog projekta, odnosno u uvjetima povećane eksploatacije. U suštini pošlo se od činjenice da se odnosi u podzemnom akviferu mijenjaju dvojako:

- promjenom količina eksploatacije, ili
- promjenom količine ili načina prihranjivanja.

U tom pogledu posebna pažnja je i posvećena determiniranju promjena hidrodinamičkih odnose, odnosno eventualne promjena pijezometarske slike u intergranularnom akviferu. Analizom tih odnosa registriranih u ranijem periodu i tokom izrade ovog projekta došlo se do zaključka da se nisu bitno poremetili nivoi u podzemnoj akumulaciji (bar ne tokom 2010. i 2011.). Činjenica da je povećana količina zahvaćanja voda iz Sarajevskog polja, ali je istovremeno povećana i količina prihranjivanja, omogućava održavanje hidrodinamičkih odnosa na približno istom nivou registriranom i neposredno pred sam rat.

Naravno, kada je u pitanju zatečeno stanje postojećih i potencijalnih zagađivača, te stanje zagađenosti rubnih vodotoka i tla na neposrednom području izvorišta, konstatirano je izvjesno pogoršanje. To se može okarakterizirati kao posljedica vrlo intenzivnih borbenih djelovanja na ovom prostor tokom proteklog rata, kao i prilično nedefinirano korištenje prostora koji pripada neposrednom slivu izvorišta i koji je na nekim dijelovima veoma naseljen.

Sagledavanjem svih prikupljenih podataka te provedenom analizom karakterističnih pokazatelja kao što su:

- Geološko hidrogeološke karakteristike sliva,
- Stanje i zagađenost tla na pojedinim područjima unutar sliva,
- Pravci i brzine toka podzemne vode,
- Količine eksploatacije količine prihranjivanja,
- Naseljenost i zagađenost područja te zagađenost rubnih vodotoka,
- Stanje vegetacionog pokrivača,
- Izgrađenost komunalne infrastrukture,
- Postojanje saobraćajnica i intenzitet njihovog korištenja, te
- Ranjivost prostora,

omogućili su da se uz korištenje rezultata matematskog modeliranja odrede veličine i položaj zaštitnih zona izvorišta Sarajevsko polje, te predlože odgovarajuće sanacione mjere, u nastavku ovog projekta.

U ovoj tački elaborata prikazane su karakteristike šireg područja izvorišta, kao i područja samog Sarajevskog polja (Sokolovići, Bačevo) i izvorišne zone Stup, koje su bitne za utvrđivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera.

3.1 ADMINISTRATIVNI USTROJ ŠIREG PODRUČJA IZVORIŠTA

Administrativni obuhvat u ovom poglavlju prikazuje sve općine koje se nalaze u slivovima Željeznice, Bosne i Dobrinje. Proračun je napravljen korištenjem GIS alata, odnosno preklapanjem slojnica administrativnog ustroja BiH i slojnica na kojima su prikazani slivovi spomenutih vodotoka. U narednoj tabeli prikazani su rezultati ove analize. „Italic bold“ formatom su označene općine za koje obzirom na učešće površine (u km² i procentualno) i/ili prostorni položaj u odnosu na izvorište (Hadžići) nisu razmatrani podaci u poglavljima koja obrađuju segment demografije i zagađivača.

Tabela 3.1.1. Općine u slivu rijeke Željeznice i Bosne

Općina	Entitet	Površina općine	Površina općine u slivu	
		km ²	km ²	%
ILIDŽA	FEDERACIJA BiH	139,68	76,78	54,97
NOVI GRAD SARAJEVO	FEDERACIJA BiH	45,64	0,29	0,64
NOVO SARAJEVO	FEDERACIJA BiH	9,67	0,22	2,26
HADŽIĆI	FEDERACIJA BiH	272,47	34,50	12,66
ISTOČNA ILIDŽA	REPUBLIKA SRPSKA	25,52	24,98	97,87
ISTOČNO N. SARAJEVO	REPUBLIKA SRPSKA	38,62	3,16	8,19
KONJIC	FEDERACIJA BiH	1123,94	0,89	0,08
USTIKOLINA	FEDERACIJA BiH	173,38	1,65	0,95
PALE	REPUBLIKA SRPSKA	476,43	5,58	1,17
TRNOVO (FBiH)	FEDERACIJA BiH	332,62	236,96	71,24
KALINOVIK	REPUBLIKA SRPSKA	677,04	0,43	0,06
TRNOVO (RS)	REPUBLIKA SRPSKA	120,85	111,99	92,67

Za izvorište Bačevo i Sokolovići obrađeni su podaci (prostorni oblik) za općine:

- Ilidža,
- Istočna Ilidža,
- Trnovo (FBiH).

Obzirom na prostorni položaj u slivu Željeznice, uticaj aktivnosti u prostoru na izvorište općine Trnovo (RS) posmatran je kao kumulativni tačkasti i sveden na profil rijeke Željeznice na izlazu iz općine.

Tabela 3.1.2. Općine u slivu rijeke Dobrinje

Općina	Entitet	Površina općine	Površina općine u slivu r. Dobrinje		Po odluci 87
		km ²	km ²	%	
STARI GRAD SARAJEVO	FEDERACIJA BiH	53,28	0,28	0,53	
ILIDŽA	FEDERACIJA BiH	139,68	2,14	1,53	I
NOVI GRAD SARAJEVO	FEDERACIJA BiH	45,64	1,94	4,25	I/II
NOVO SARAJEVO	FEDERACIJA BiH	9,67	1,27	13,09	
ISTOČNI STARI GRAD	REPUBLIKA SRPSKA	71,72	7,73	10,77	

Općina	Entitet	Površina općine	Površina općine u slivu r. Dobrinje		Po odluci 87
		km ²	km ²	%	
ISTOČNA ILIDŽA	REPUBLIKA SRPSKA	25.52	0.54	2.12	
ISTOČNO N. SARAJEVO	REPUBLIKA SRPSKA	38.62	35.46	91.80	
PALE	REPUBLIKA SRPSKA	476.43	16.80	3.53	
TRNOVO (RS)	REPUBLIKA SRPSKA	120.85	0.62	0.51	

Na osnovu analize podataka iz prethodne dvije tabele, pripremljena je tabela prostornog obuhvata općina u I i II zaštitnoj zoni izvorišta Stup, Bačevo i Sokolovići. Ove dvije zaštitne zone predstavljaju područja za koja se propisuju veoma stroge mjere zaštite. Za ove zone su Pravilnikom o zaštiti izvorišta definirane dozvoljene aktivnosti i uvjeti pod kojima se mogu provoditi.

Tabela. 3.1.1 Općine u slivu I i II zaštitne zone po odluci o zaštiti izvorišta iz 87. Godine

Općina	Zone zaštite izvorišta po odluci iz 87 godine						Ukupno
	Stup		Bačevo		Sokolovići		Sva izvorišta
	I	II	I	II	I	II	I + II
	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²
Ilidža	0,113	0,039	5,432	1,935	1,806	0,315	9,639
Istočna Ilidža	-	-	-	-	-	0,940	0,940

3.2 FIZIČKO - GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE

Povijesno značenje i duga naseljenost ovog područja (butmirska kultura, neolit) u uskoj su vezi s fizičko-geografskim karakteristikama ovog područja i to u prvom redu s bogatstvom površinskih i podzemnih voda.

Međusobni utjecaj geološke građe, geomorfoloških i klimatskih karakteristika uvjetovali su prostornu raspodjelu voda, a zatim nastanak i razvoj tala, te u konačnici i prostorni razmještaj i zastupljenost vegetacije. Sve ove fizičko-geografske komponente čine cjelovit, dinamičan, ali i osjetljiv sustav.

3.2.1 GEOMORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Litološka građa i tektonski odnosi na ovom području uvjetovali su oblikovanje osnovnih geomorfoloških obilježja. Prostor Sarajevskog polja u širem geomorfološkom smislu dio je sarajevsko-zeničke kotline, kao velike geomorfološke cjeline unutar Središnjih Dinarida, i predstavlja njen krajnji jugoistočni dio. Prirodnu granicu polja čini planinski okvir (Igman-Bjelašnica, Treskavica i Jahorina), tj. uzvišenja koja predstavljaju obronke ovih planina.

U hipsometrijskom pogledu, najniže visinske kategorije obuhvaćaju Sarajevsko polje s visinama do 550 m.n.m., dok su najviše točke predstavljene vrhovima planina: Bjelašnica (2.067 m.n.m.) i Treskavica (2.086 m.n.m.). Hipsometrijski odnosi ukazuju da se reljefne strukture pružaju u dinarskom smjeru (sjeverozapad-jugoistok). Vrlo jasno se uočava izraziti visinski kontrast između zaravnjenog Sarajevskog polja i padina okolnih uzvišenja. Općenito, visine opadaju prema polju, a unutar polja opadaju od jugozapada prema sjeveroistoku (u području Reljeva je najmanja visina Sarajevskog polja).

Najniže kategorije nagiba su zabilježene u području Sarajevskog polja, u području naplavnih (aluvijalnih) ravnica rijeka, kao i u zaravnjenim vršnim dijelovima planina. To su područja s nagibima do 5°, za koja su karakteristični uglavnom procesi akumulacije. Značajan je udio nagiba 5-12°, kao i 12-32°, koji su vrlo značajni s aspekta razvoja padinskih procesa (spiranje, jaruženje, kličenje). Ove kategorije nagiba su naročito zastupljene u područjima kontakta polja s okolnim planinskim obodom. Kategorija nagiba iznad 32° predstavlja vrlo strme terene, koji su zastupljeni u području klisura rijeka i strmih karbonatnih odsjeka.

Vertikalna raščlanjenost (VR) reljefa je u skladu s hipsometrijskim odnosima i prostornom zastupljenošću nagiba. Najmanji iznosi VR zabilježeni su u prostoru Sarajevskog polja, dok područja planinskog oboda karakterizira umjerena do izrazita vrijednost VR. Veći iznosi VR ukazuju na veći intenzitet egzogenih procesa, ali su i odraz najmlađih tektonskih pokreta izdizanja. Suprotno, manji iznosi VR ukazuju na dominaciju akumulacijskih procesa, kao i na tektonsko spuštanje terena.

Općenito gledano, s geomorfološkog aspekta (morfostrukturnog i morfološkog), na promatranom području izdvajaju se dvije jasno izdiferencirane cjeline: Sarajevsko polje i planinski obod s pripadajućim geomorfološkim procesima i reljefnim oblicima (najzastupljeniji su fluvijalni, kraški i padinski, a na višim hipsometrijskim nivoima i glacijalni/periglacijalni).

3.2.1.1 SARAJEVSKO POLJE

Oblikovanje Sarajevskog polja je predisponirano regionalnim tektonskim kretanjima (busovački rasjed). Pružanje polja je paralelno pružanju Igmana i ovim radom je tretiran samo jugoistočni dio polja. Zauzima prostor od Vrela Bosne, tj. od Igmana, pa do obronaka Trebevića i južno do ulaska rijeke Željeznice u polje. Najvažniji reljefni oblici su fluvijalni, s obzirom na veliki broj vodenih tokova, tj. na veliku gustoću riječne mreže. Najvažniji oblici su korita, aluvijalne ravnice i riječne terase.

Korita rijeka u Sarajevskom polju usječena su u aluvijalne naslage izgrađene od šljunka i pijeska, a njihov oblik i dimenzije ovise o proticaju, brzini, nagibu i količini materijala koje rijeke nanose. Najveće dimenzije korita imaju rijeke Bosna i Željeznica, slijedi Dobrinja, te ostale pritoke ovih rijeka. Korito Bosne na definiranom terenu je malog nagiba, dubine do 1,5 m i širine 20-50 m. Korito Željeznice je nešto dublje i slične širine, a zbog malog nagiba često se taloži nanosni materijal, te formira sprudove i manje riječne otoke. Detaljan opis morfoloških promjena rijeke Željeznice prikazan je u poglavlju 0

Aluvijalne (naplavne) ravnice formirane su oko korita rijeke Željeznice, Bosne i Dobrinje. Nagnute su od jugoistoka prema sjeverozapadu, tj. prema koritu rijeke Bosne. Građene su od šljunka, pijeska, te glinovitih naslaga. Debljina im mjestimično iznosi 40 m.

Na području Sarajevskog polja zabilježene su tri riječne terase, i to u području rijeke Dobrinje. U području Kotorca zabilježene su dvije, dok u ostatku uglavnom jedna. Sve ove riječne terase su po svom postanku akumulativne.

Sam planinski obod se dalje može izdiferencirati u više manjih dijelova.

3.2.1.2 IGMAN

Promatrano područje obuhvata gotovo cijeli središnji blok Igmana, koji obuhvata prostor od granice sa slivom Zujevine do krupačkog rasjeda koji prati tok potoka Jasen. Na njega se nastavlja jugoistočni dio Igmana, koji je omeđen tokovima Jasena, Željeznice i Presjenice, koji su predisponirani rasjedima.

Središnji blok Igmana je zaokružena cjelina, koja se relativno strmo izdiže iz Sarajevskog polja, što je predisponirano busovačkim rasjedom. S obzirom da u litološkoj građi prevladavaju karbonatne stijene, dominantno geomorfološko obilježje ovog dijela Igmana su kraški reljefni oblici. Naročito je veliki broj vrtača, koje imaju veliku gustinu rasprostiranja (20-50 po km²). Vrtića nema na strmijim dijelovima prema Sarajevskom polju. Na Igmanu su zabilježeni i podzemni kraški reljefni oblici, koji nisu u velikoj mjeri istraženi. No, kod nekih špilja na rubu Sarajevskog polja zabilježena je hidrografska funkcija.

Padinski procesi i reljefni oblici najzastupljeniji su u području kontakta sa Sarajevskim poljem, te prema dolini potoka Jasen. Ova područja predstavljaju i prostor s najvećim nagibom padina. Središnji blok Igmana dominantno pripada hipsometrijskim kategorijama iznad 800 m.

Jugoistočni blok Igmana kao posljedica litološke građe (klastiti, karbonati, fliš, vulkanogeno-sedimentne naslage) ima drugačije geomorfološke karakteristike. To je hipsometrijski niži dio Igmana, u kojem prevladavaju visine do 800 m, relativno je zaravnjen, a najviši vrh je Rošča (995 m.n.m.). S geomorfološkog aspekta značajna je dominacija fluvijalnih i padinskih procesa i oblika. Veliki je broj usječenih dolina, sa stalnim i povremenim potocima koji pripadaju slivu Željeznice i njenih većih pritoka. Dolina potoka Jasen i rijeke Presjenice, kao i same željeznice na ovom prostoru, tektonski su predisponirani.

3.2.1.3 BJELAŠNICA

Slivu Sarajevskog polja pripada sjeverozapadni dio Bjelašnice. Vršni dio Bjelašnice je bez vegetacije, s vidljivim glacijalnim tragovima. Prelaz prema samom vrhu obuhvaćaju strmi odsjeci, ispod kojih su formirani sipari. Ispod vrha Bjelašnice su smješteni cirkovi, otvoreni prema sjeveroistoku. Na predjelu Kara Mustafini Čairi, Veliko polje i Gornja Grkarica istaložen je glacijalni materijal (morene). Također su zastupljene i brojne vrtiće.

3.2.1.4 TRESKAVICA

Slivu Sarajevskog polja pripada sjeverni dio Treskavice, koji se stepeničasto spušta u gornji sliv rijeke Željeznice. Geološka građa Treskavice iznimno je važna za oblikovanje njenih geomorfoloških i hidroloških karakteristika. Naime, u litološkoj građi Treskavice najveći je udio trijaskih krečnjaka, ispod kojih na rubovima i na mnogim mjestima po visoravni izbijaju na površinu verfenski škriljci i pješčari. Ovakvi kontakti uvjetovali su pojavu brojnih izvora, te jezera.

Najizrazitiji reljefni oblik predstavlja vršni greben Treskavice, koji ima dinarski pravac pružanja (dio njega je i najviši vrh Treskavice Đokin toranj 2.088 m.n.m.). Krajnji sjeverozapadni dio Treskavice bogat je dobro razvijenim površinskim i podzemnim kraškim reljefnim oblicima. Prema sjeveru se Treskavica spušta prema dosta raščlanjenom području oko sela Dumovića i Ledića, i ovaj dio zapravo predstavlja orografsku vezu s Bjelašnicom. Treskavica obiluje brojnim strmim odsjecima (posljedica litološke građe, tektonike i egzogenih procesa), ispod kojih su formirana siparišta. Na sjeveroistoku je ispod takvih strmaca izvoriste rijeke Željeznice. U vršnom dijelu Treskavice vrlo dobro su razvijeni ledenjački reljefni oblici, među kojima se ističe Čabenski cirk, otvoren prema sjeveroistoku. Unutar ovog cirka formirana su jezera. Na ovom dijelu su očuvani i drugi glacijalni reljefni oblici – mutonirne stijene, morene, ledenjačka dolina.

3.2.2 HIDROGRAFSKE KARAKTERISTIKE

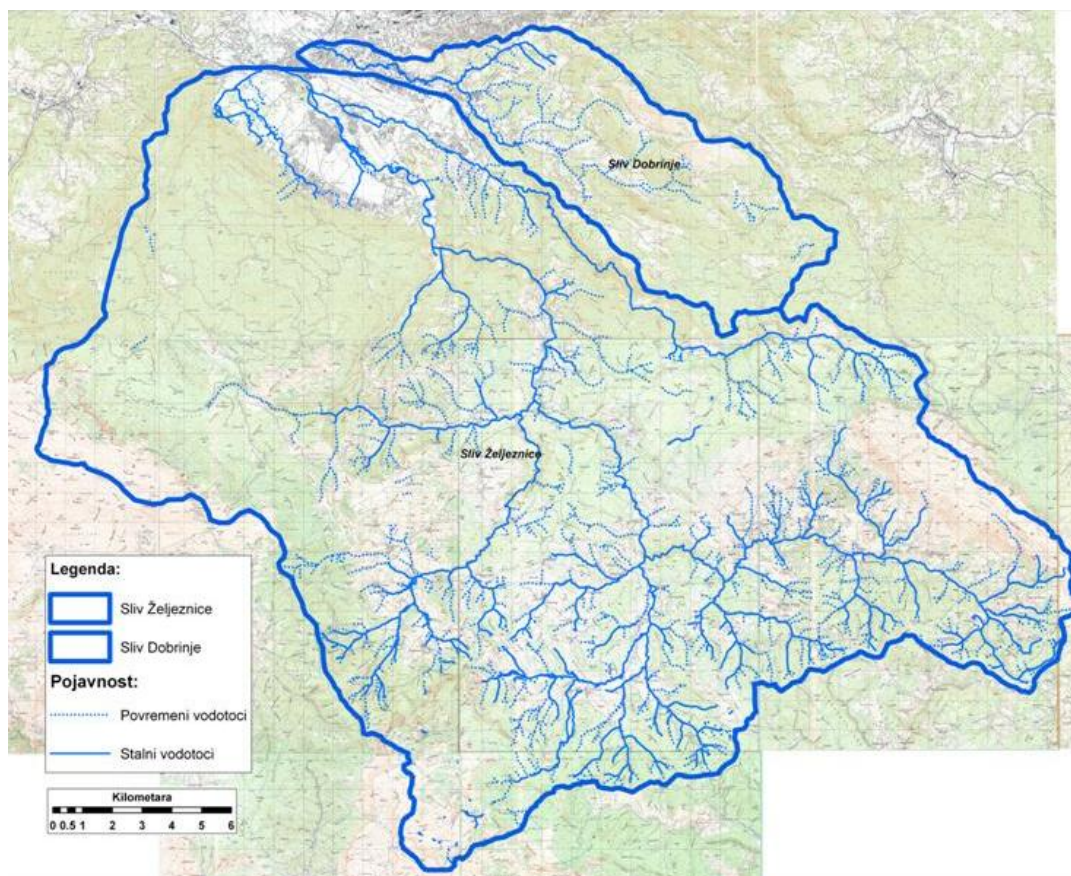
Općenito se može reći da se na istražnom području izdvaja Sarajevsko polje s velikim brojem površinskih tokova, te planinski obod koji je siromašniji površinskim vodama. No, postoje značajne razlike u hidrografskim obilježjima pojedinih dijelova planinskog oboda. Igman i Bjelašnica su gotovo bezvodne planine, dok na padinama Treskavice i Jahorine izviru rijeke koje dotiču u Sarajevsko polje.

Rijeka Željeznica je najznačajnija pritoka rijeke Bosne u ovom području. Izvire ispod sjevernih padina Treskavice, jugozapadno od Trnova, iz više izvora koji formiraju dva toka, čijim spajanjem se formira rijeka Željeznica. Opći pravac pružanja toka rijeke Željeznice je jugoistok-sjeverozapad. Vodotoci gornjeg sliva Željeznice su brojni i uglavnom su bujičnog karaktera. U gornjem toku Željeznica prima po veličini drugu pritoku, Crnu rijeku. Crna rijeka je desni pritok Željeznice i izvire ispod planine Jahorine. Sliv Crne rijeke je formiran u karbonskim naslagama pješčara, škriljaca i krečnjaka, te permo-trijaskih škriljavih laporovitih krečnjaka. Obronci Jahorine se strmo spuštaju u dolinu Crne rijeke. Najveća pritoka Željeznice je Kasindolski potok, koji se u Željeznicu ulijeva na području Ilidže, a izvorište mu je također na području Jahorine. Značajnije lijeve pritoke su Presjenica i Jasen, koje Željeznica prima u svom srednjem toku do izlaska u Sarajevsko polje. Doline obje ove pritoke su tektonski predisponirane. Dok u većini svog gornjeg i srednjeg toka doline Željeznice ima kompozitni karakter, od Kijeva do Krupca Željeznica je usjekla duboku klisurastu dolinu. Željeznica je duga oko 39,5 km, a u području Ilidže se ulijeva u rijeku Bosnu, gdje je izgradila prostranu diluvijalnu, šljunkovito-pjeskovitu terasu, koja doseže debljinu do 40-50 m.

Dobrinja je desna pritoka rijeke Bosne, a nastaje iz više kraških vrela na jugozapadnim padinama Trebevića. Dužina toka je oko 14 km. Pravac toka je jugoistok-sjeverozapad i paralelan je toku rijeke Željeznice. Važnija pritoka je Miljevički potok, koji također izvire na padinama Trebevića, na kontaktu trijaskih i miocenskih naslaga.

Rijeka Bosna izvire iz više kraških vrela u jugozapadnom dijelu Sarajevskog polja na kontaktu Igmana i Polja. Vode iz ovih vrela skupljaju se u jedinstveni tok rijeke Bosne. U području Sarajevskog polja, koji je obuhvaćen ovim istraživanjem, Bosna prima Željeznicu, Dobrinju i Večericu, dok nizvodno dotiču Zujevina i Miljacka.

Od ostalih hidrografskih objekata na istražnom prostoru treba spomenuti vrela i jezera.



Slika 10. Karta hidrografske mreže na istražnom području izvorišta

Najznačajnije izvorišne zone su na kontaktu Sarajevskog polja s Igmanom, te u podnožju Jahorine i Treskavice. Njihovo pojavljivanje je u uskoj vezi s litološkom građom i strukturno-tektonskim karakteristikama terena, jer nastaju na kontaktu različitih litoloških članova (različite propusnosti) ili u zonama pružanja tektonskih struktura.

Jezera na ovom području su posebnost planine Treskavice.

Veliko jezero se nalazi u cirku ispod najvećeg vrha Treskavice i formirano je na verfenskim naslagama. U jezero se s jugoistočne strane ulijeva potok kojim dotiče voda iz Platnog jezera. Na južnoj strani jezera je više manjih izvora, a voda se gubi ponorom na sjevernoj strani.

Platno jezero se nalazi na krajnjem sjeveroistoku ledenjačke doline, ispod strmog i visokog odsjeka, na visini 1.580 m.n.m. Bazen jezera je na morenskim naslagama. Ovalnog je oblika i malih dimenzija. Na južnoj strani jezera je nekoliko malih rasutih izvora, a na sjevernoj strani iz jezera ističe potok, koji se ulijeva u niže Veliko jezero.

Crno jezero nalazi se u manjem cirku na verfenskim naslagama. Pruža se u pravcu jugozapad-sjeveroistok. Prihranjuje se najvjerojatnije sublakustrijskim izvorima. Vode se gube na jugoistočnoj strani u ponore.

Bijelo jezero se nalazi na visini 1.691 m.n.m. i nastalo je djelovanjem leda. Sa zapadne-sjeverozapadne strane u jezero se ulijeva potok velikog pada, koji izvire na koti 1.870 m.n.m. Jezero vodu gubi otokom, koja ponire u podzemlje na sjeverozapadnoj strani.

3.2.3 KLIMATSKE KARAKTERISTIKE

3.2.3.1 KLIMA ŠIREG PODRUČJA²⁵

Analizirano područje obuhvata predjela između velikih planina, Jahorine na istoku i Treskavice na zapadu i jugu, a sa sjeverozapada Bjelašnice. Nadmorska visina ovih predjela kreće se između 550 m nadmorske visine (Krupačke stijene), pa sve do 1900 m (Jahorina), odnosno 2000 m (Treskavica i Bjelašnica).

U donjem toku sliva rijeke Željeznice je umjereno kontinentalna u donjem toku (ispod Krupačkih stijena), iznad 600 metara nadmorske visine već možemo govoriti o umjereno kontinentalnoj klimi pretplaninskog tipa, iznad 1100 mn.m. o planinskoj klimi i preko 1700 metara o planinskoj klimi alpskog tipa.

3.2.3.1.1 TEMPERATURE ZRAKA

Srednje godišnje temperature (niz 1961-1990) se kreću u rasponu od 9 °C do 8 °C u donjem toku Željeznice, a od 8 °C do 6 °C u gornjem slivu Željeznice i slivovima Crne Rijeke i Bijele Rijeke, te ispod 6 °C idući uz padine okolnih planina.

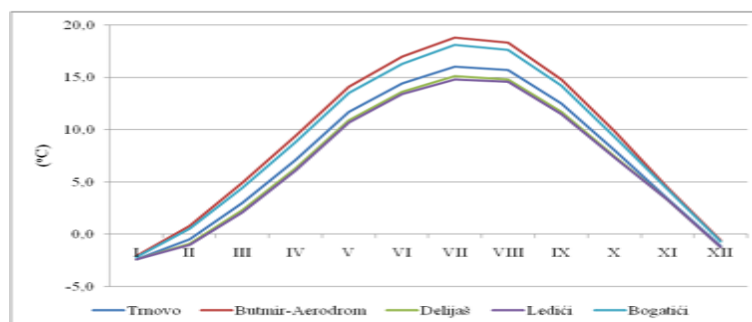
Srednja godišnja temperatura prosječno opada za 0,6 °C na svakih 100 metara povećanja nadmorske visine. Navedimo da srednja godišnja temperatura za Butmir iznosi 9,1 °C, za Bogatiće 8,7 °C, Trnovo 7,3 °C, Delijaš 6,8 °C, Lediće 6,6 °C.

Za donji tok je karakteristična pojava temperaturne inverzije. Apsolutne minimalne temperature zabilježene u januaru iznose: na Butmiru -29,8 °C, u Trnovu -29,0 °C i Bjelašnici-Observatoriji -29,2 °C.

²⁵ Preuzeto iz „STUDIJA KLIMATOLOŠKE PODLOGE ŠIREG SLIVA RIJEKE MILJACKE, ŽELJEZNICE I ZUJEVINE“, FHMZ, mart 2011.

Apsolutne maksimalne temperature zraka su najveće u periodu juli - august. Apsolutna maksimalna temperatura za Butmir iznosi 39,4 °C, za Trnovo 34,8 °C, za Bjelašnicu-Opervatoriju 23,2 °C.

Sezonska raspodjela temperatura, odnosno godišnji hod srednjih temperatura je karakterističan za ovo područje. Najniže temperature se bilježe u januaru, a najveće u julu mjesecu. Posmatrajući čitavu oblast mjeseci januar i decembar imaju negativne srednje mjesečne temperature, dok za ostale mjesece to zavisi od nadmorske visine. U periodu od aprila do oktobra negativne mjesečne temperature mogu biti jedino u oblastima planinske klime alpskog tipa, tj. preko 1700 metara nadmorske visine, gdje je mraz moguć u svako doba godine.

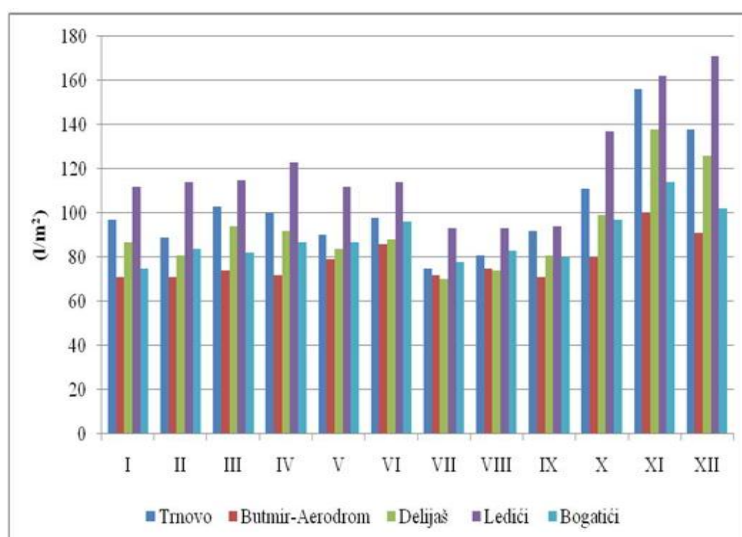


3.2.3.1.2 PADAVINE

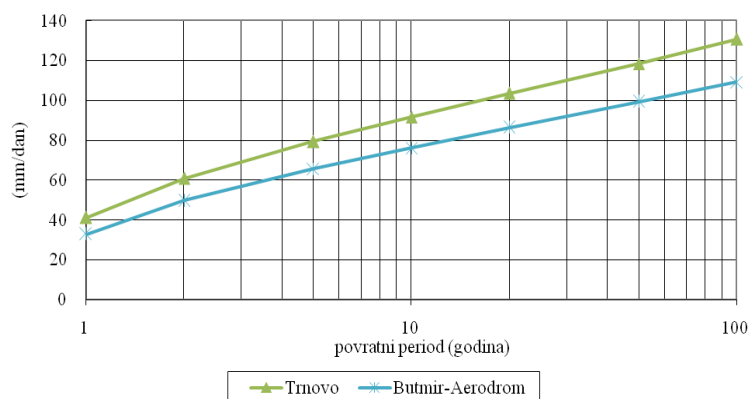
Godišnja suma padavina se kreće u rasponu od 900 do 1.000 l/m² u donjem dijelu sliva, a u gornjem dijelu sliva (iznad Bogatića) od 1000 do 1200 l/m². U oblasti viših predjela Jahorine godišnja suma padavina je i preko 1250 l/m², a u oblasti viših predjela Treskavice i preko 1500 l/m².

Suma padavina raste sa nadmorskom visinom, ali zavisi i od položaja oblasti u odnosu na granicu između dvije klimatske oblasti. Bjelašnica i Treskavica čine liniju razgraničenja između dva klimatska uticaja, mediteranskog sa jugozapada i umjereno kontinentalnog sa sjeveroistoka. Zbog toga se na većim nadmorskim visinama osjeća uticaj i mediteranskog režima padavina, tj. veće količine padavina imamo u hladnijem dijelu godine.

Na narednoj slici se uticaj mediteranskog režima uočava posebno kod stanica Trnovo, Ledići i Delijaš. Iz ovoga se da zaključiti da u gornjem slivu rijeke Željeznice i pritoka (Bijele Rijeke i Crne Rijeke), kroz usjek između Treskavice i Bjelašnice, imamo izražen uticaj mediteranskog režima padavina. Podaci zabilježeni na Bjelašnici (Opervatorija), i pored toga što se nalazi na ovoj liniji, pokazuju ravnomjeran, tipično kontinentalni režim padavina. Godišnje sume padavina registrovane na stanicama iznose: Butmir 942, Bogatići 1.065, Delijaš 1.114, Trnovo 1.210, Ledići 1.440.



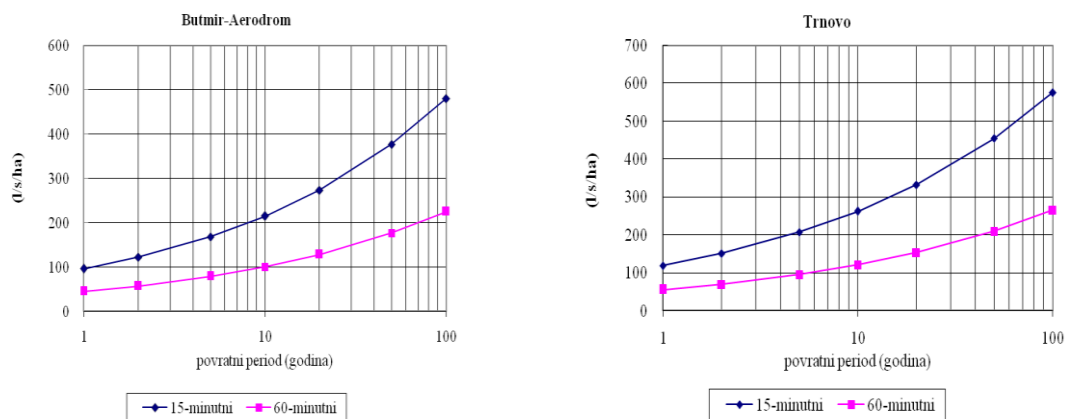
Slika 11. Graf godišnjeg hoda suma temperatura za period 1961-1990.



Slika 12. Maksimalne dnevne sume padavina za date povratne periode

Sa prethodne slike se vidi da se uobičajene maksimalne dnevne sume padavina kreću u rasponu od 40 do 80 mm/dan (ove vrijednosti odgovaraju vrijednostima od 4,6 do 9,3 izraženim u l/s/ha).

Intenziteti padavina za Butmir-Aerodrom (naredna slika) za kraća trajanja (15-minutni i 60-minutni), kreću se od 45 do 80 l/s/ha za 60-minutne padavine, i od 95 do 170 l/s/ha kada su u pitanju 15-minutne padavine.



Slika 13. Intenziteti padavina za različite povratne periode

Intenziteti padavina za Trnovo za kraća trajanja (15-minutni i 60-minutni), imaju znatno veće vrijednosti i za iste povratne periode se kreću od 55 do 95 l/s/ha za 60-minutne padavine, i od 120 do 210 l/s/ha kada su u pitanju 15-minutne padavine.

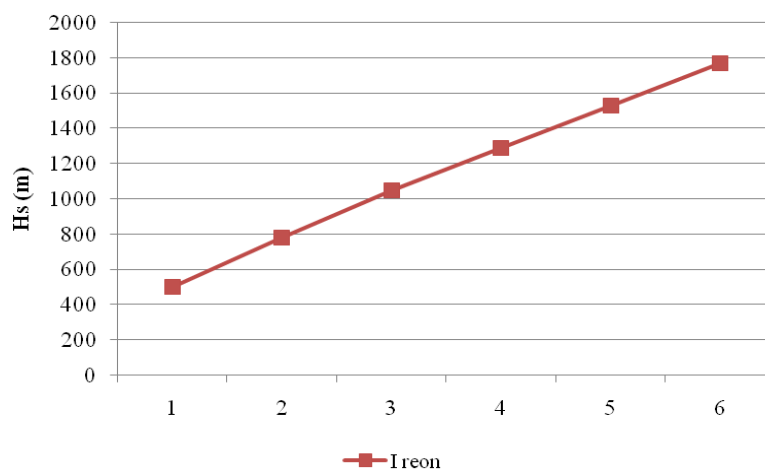
Sliv Crne Rijeke ima nešto veći intenzitet padavina u odnosu na Trnovo, a sliv Bijele Rijeke nešto veći intenzitet u odnosu na Crnu Rijeku.

Veliki udio u padavinama čine snježne padavine, posebno na većim nadmorskim visinama. Ovo je značajno napomenuti, jer u toku hladnijeg dijela godine i u proljeće planine predstavljaju značajne akumulacije vode u obliku snijega. Napomenimo da se maksimalne visine snježnog pokrivača kreću od 100 cm na Butmiru, 107 cm u Trnovu, do 303 cm na Bjelašnici-Opervatoriji.

Srednji godišnji broj dana sa snježnim pokrivačem ima izrazito veliki raspon raspodjele u odnosu na nadmorsku visinu. Sa povećanjem nadmorske visine broj dana sa snježnim pokrivačem se brzo povećava, tako da u oblasti Butmira iznosi 59 dana, u oblasti Trnova iznosi oko 90, a najveći je na Bjelašnici i Jahorini (oko 200 dana).

Srednji godišnji broj dana sa snježnim pokrivačem ≥ 10 cm također ima izrazito veliki raspon raspodjele u odnosu na nadmorsku visinu. U oblasti Butmira iznosi 32 dana, u oblasti Trnova oko 62, a najveći je na Bjelašnici i Jahorini (iznad 150 dana).

Prosječno prvi dan sa snježnim pokrivačem na 500 m je 23. novembar, a na 1500 m je 16. oktobar, dok je prosječno posljednji dan sa snježnim pokrivačem na 500 m 1. april, a na 1500 m je 17. maj (niz 1961-1990).

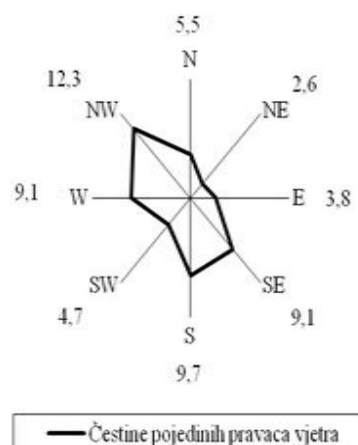
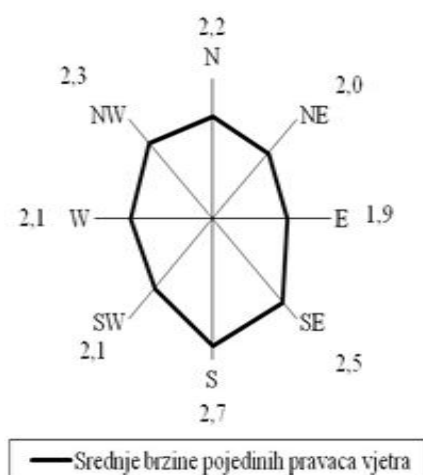


Slika 14. Srednji godišnji broj dana sa snježnim pokrivačem

3.2.3.1.3 VJETAR

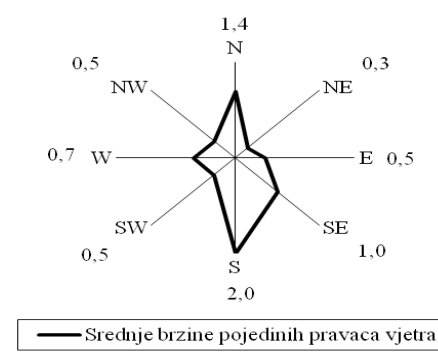
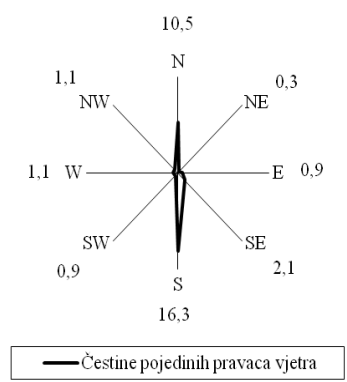
Što se tiče ruže vjetra, u donjem slivu Željeznice (od Bogatića do Sastavaka) reprezentativna je ruža vjetra sa meteorološke stanice Butmir-Aerodrom.

Pravac vjetra	C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma	Sred. brzina
Čestine pravaca (%)	43,2	5,5	2,6	3,8	9,1	9,7	4,7	9,1	12,3	100,0	
Srednje brzine (m/s)		2,2	2,0	1,9	2,5	2,7	2,1	2,1	2,3		2,3



Slika 15. Ruža vjetrova sa stanice Butmir-Aerodrom

Za srednji dio sliva je reprezentativna ruža vjetra za Trnovo, koja pokazuje srednju brzinu 1,6 m/s, s tim što je najveća brzina iz južnog pravca (2,0 m/s), a također i ruža učestalosti pokazuje dominantan južni pravac (16,3 %), ali je uočljiva i velika učestalost sjevernog pravca (10,5 %) što je posljedica pravca toka rijeke Željeznice.



Slika 16. Ruža vjetrova sa stanice Trnovo

Pravac vjetra	C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma	Sred. brzina
Čestine pravaca (%)	5,8	26,9	11,1	4,0	2,5	16,0	24,0	4,3	5,4	100,0	
Srednje brzine (m/s)		7,8	6,2	4,4	4,4	8,6	8,3	4,7	4,9		7,3

U gornjem dijelu sliva nema mjerenja vjetra, ali bi ruže vjetra bile vrlo različite zavisno od orijentacije toka Željeznice i većih pritoka Bijele i Crne Rijeke.

Što se tiče maksimalnih brzina vjetra one zavise prije svega od nadmorske visine, ali isto tako i od orografije terena i zaklonjenosti date lokacije od jakih vjetrova. Tako je u Butmiru maksimalna brzina vjetra ikad izmjerena 47 m/s (1968. godine), a na vrhu Bjelašnice 66 m/s (2001. godine). Na Bjelavama, iako su na većoj nadmorskoj visini od Butmira, najveća brzina vjetra iznosi 29,8 m/s (1996. godine). Uzrok tome je svakako veća širina kotline u oblasti Butmira u odnosu na širinu doline Miljacke u užem centru Sarajeva.

3.2.4 KVALITET ZRAKA²⁶

U skladu sa Federalnim Zakonom o zaštiti zraka, Kanton Sarajevo je usvojio Odluku o mjerama za očuvanje kvaliteta zraka na području Kantona Sarajevo («Službene novine Kantona Sarajevo br.16/06), kojom je kantonalni zakon o kvalitetu zraka («Službene novine Kantona Sarajevo», broj 10/99).zvanično stavljen van snage.

Nakon usklađivanja aktivnosti u oblasti zaštite zraka sa Federalnim propisima od 01. januara 2002. godine, Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša Kantona Sarajevo, vrši kontrolu emisije (određivanje količine ili koncentracija zagađujućih tvari na mjestu zagađenja) iz stacionarnih izvora zagađenja.

Vlasnici (operatori) malih i srednjih ložišnih instalacija su obavezni uskladiti emisiju polutanata sa graničnim vrijednostima koncentracija utvrđenim Zakonom. Sva poslovna i privredna postrojenja na teritoriji Kantona Sarajevo su dužna po ovom Zakonu vršiti godišnji monitoring emisije polutanata u svojim pogonima i o rezultatima obavještavati Ministarstvo.

Praćenje kvaliteta zraka u Sarajevu je počelo 1967. godine na lokacijama Katedrale, Bjelava, Vijećnice, Skenderije, Higijenskog zavoda, Grbavice i Dolac Malte, dok su 1980. godine uključena još i područja Butmir, Otoka, Ilijaš, Hadžići, Vogošća i Pale. Sva mjerenja su prekinuta 1991. godine da bi se, nakon prekida od dvije godine, nastavila jedino na stanici Bjelave koja je i danas u funkciji i gdje mjerenja vrši Federalni hidrometeorološki zavod. Od 2001. godine, stanica Bjelave je nabavkom sofisticirane automatske stanice proširila program mjerenja na SO₂, NO_x, NO₂, NO i CO.

U januaru 2000. godine otpočele su aktivnosti na mjerenju kvaliteta zraka na području Kantona Sarajevo. Poslove monitoringa za potrebe Kantona vrši Zavod za javno zdravstvo Kantona Sarajevo i redovno dostavlja informacije Ministarstvu. Već sedam godina Zavod za javno zdravstvo Kantona svakodnevno na pet mjernih mjesta u Kantonu (Vijećnica, Higijenski zavod, Otoka, **Ilidža** i Vogošća) određuje zagađenje zraka sumpor dioksidom i čađi u imisiji. Uzorci se skupljaju 24 sata i iskazuju se rezultati prosječne vrijednosti za taj period i to tek «sutradan». Situacija je promjenljiva u toku dana, pa u uslovima kritičnih vrijednosti za neki polutant, nije moguće pravovremeno djelovati i upozoriti građane na nepovoljan uticaj zagađenja zraka na njihovo zdravlje. Manjkavost ovog modela mjerenja je nedostatak posebno važnih indikatora zagađenja u urbanim sredinama, koji imaju teže posljedice za ljudsko zdravlje, a to su azotni oksidi, ugljen monoksid, ozon, teški metali i ostali mikropolutanti.

U nastavku su date tabele sa rezultatima praćenja kvaliteta zraka. Mobilna stanica se nalazi u centru Ilidže (u blizini Zavoda za javno zdravstvo). Crvenim su označena prekoračenja emisija u odnosu na dozvoljene vrijednosti.

²⁶ Ovo poglavlje je obrađeno na osnovu Izvještaja o kvalitetu zraka u Kantonu Sarajevo za 2008 i 2009. godinu.

Tabela.3.2.1. Lokalitet Ilidža za period od 2001. – 2005. Godine

ILIDŽA	2001		2002		2003		2004		2005	
	SO ₂	ČAĐ	SO ₂	ČAĐ	SO ₂	ČAĐ	SO ₂	ČAĐ	SO ₂	ČAĐ
JANUAR	22,80	36,30	45,30	83,20	22,10	56,10	12,30	57,78	16,90	66,79
FEBRUAR	14,70	29,50	12,00	28,60	12,15	22,85	14,22	77,43	13,41	35,17
MART	7,22	14,92	3,90	20,00	6,42	25,90	9,58	22,53	9,77	22,21
APRIL	9,56	11,00	3,00	16,60	1,18	8,99	2,54	16,14	2,93	13,65
MAJ	7,89	10,50	1,51	7,80	1,59	8,24	2,03	5,28	3,94	12,96
JUNI	6,82	8,02	2,32	5,76	1,15	7,16	1,49	5,47	2,28	10,94
JULI	3,66	5,20	1,57	8,97	1,84	8,19	1,48	3,70	3,00	11,90
AVGUST	4,21	7,70	1,59	8,41	2,71	13,14	1,30	5,80	2,62	12,80
SEPTEMBAR	7,94	24,10	1,47	25,72	3,06	20,59	4,10	17,10	4,50	15,20
OKTOBAR	16,90	30,90	3,20	30,60	2,88	33,53	7,20	46,70	6,95	28,52
NOVEMBAR	42,60	51,25	4,52	35,95	5,97	55,93	13,11	87,56	9,96	37,45
DECEMBAR	33,44	51,88	19,10	67,38	17,22	80,11	16,06	64,29	22,61	50,06
SREDNJA GOD. (µg/m ³)	14,81	23,52	8,29	28,25	6,52	28,39	7,12	34,15	8,24	26,47
DOZVOLJENA GOD. (µg/m ³)	90	30	90	30	90	30	90	30	90	30

Tabela.3.2.2. Lokalitet Ilidža za period od 2006. – 2010. godine

ILIDŽA	2006		2007		2008		2009		2010	
	SO ₂	ČAĐ	SO ₂	ČAĐ	SO ₂	ČAĐ	SO ₂	ČAĐ	SO ₂	ČAĐ
JANUAR	30,54	77,91	19,63	87,03	34,85	89,51	90,85	161,42	66,71	78,84
FEBRUAR	31,70	44,53	12,90	46,70	9,41	36,11	49,44	77,60	70,31	131,31
MART	13,94	27,63	10,95	32,21	5,85	12,63	38,43	58,24	18,40	44,11
APRIL	8,79	20,52	9,30	37,30	8,49	28,63	56,40	54,74	24,09	25,34
MAJ	8,59	11,82	7,21	15,74	3,58	12,61	60,24	70,10	14,90	36,77
JUNI	5,64	11,84	5,56	13,56	2,62	9,87	41,40	70,21	17,94	24,05
JULI	6,20	10,90	6,40	12,30	2,16	9,57	21,50	66,08	17,28	22,05
AVGUST	5,83	11,42	6,90	16,93	2,25	10,92	25,05	60,53	10,01	19,96
SEPTEMBAR	8,72	17,48	8,31	17,99	3,00	16,56	15,43	73,84	18,22	36,21
OKTOBAR	11,54	50,45	8,44	19,61	11,61	27,95	7,65	105,75	64,76	58,64
NOVEMBAR	24,29	77,64	27,09	68,79	21,80	39,60	10,94	254,68	30,01	82,89
DECEMBAR	20,81	58,60	48,30	65,30	22,12	43,57	29,29	94,71	16,73	121,40
Srednja god. (µg/m ³)	14,72	35,06	14,25	36,12	10,65	28,13	37,22	95,66	30,78	56,80
Dozvoljena god. (µg/m ³)	90	30	90	30	90	30	90	30	90	30

Prema rezultatima analiza za period od 2001-2010. godine, moguće je primijetiti da su bilježene povećane koncentracije čađi čije godišnje vrijednosti su se kretale od 34,15-95,66 µg/m³ uglavnom u zimskim mjesecima, kada je povećana potrošnja svih vrsta goriva. Slično povećanje primijećeno je i za sumpor dioksid, mada su vrijednosti znatno ispod MDK, što znači da se koriste goriva sa relativno prihvatljivim sadržajem sumpora. Znatno viša prekoračenja čađi izmjerena su u periodu od 2007-2010. godine, a mogući razlog je rastući trend prelaska domaćinstava i pojedinih uslužnih objekata na potrošnju ekonomičnijih čvrstih goriva koja kao energenti produkuju više zagađujućih materija od ekološki prihvatljivijeg prirodnog gasa. Tokom ljetnih mjeseci, nisu primijećene koncentracije navedenih parametara iznad MDK vrijednosti.

Najviša srednja godišnja vrijednost emisija zabilježena je 2009. godine, a u januaru iste godine izmjereno je i manje prekoračenje MDK za koncentracije sumpor dioksida.

Tabela.3.2.3. Lokalitet Stup za period mjerenja 26.03. – 31.03.2009. godine

Polutant	Period i lokacija uzorkovanja	Granična prosječna vrijednost (µg/m ³)	Visoka vrijednost (µg/m ³)	Prosječna izmjerena vrijednost (µg/m ³)	Maksimalni dnevni prosjek (µg/m ³)	Maksimalni satni prosjek (µg/m ³)
----------	-------------------------------	--	--	---	--	---

Polutant	Period i lokacija uzorkovanja	Granična prosječna vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Visoka vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maksimalni dnevni prosjek ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maksimalni satni prosjek ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
SO ₂	1h	90	500	21,5		
SO ₂	24h	90	240	21,5	30,33	197,5
NO ₂	1h	60	300	37,9		
NO ₂	24h	60	140	37,9	58	112,2
LČ 10	24h	50	100	77,3	122,8	229
Benzen	1h	n/p*	n/p*	2,3	3,75	13,87
Toluen	1h	n/p*	n/p*	8,06	14,86	133,7
Etilbenzen	1h	n/p*	n/p*	0,55	1,2	5,52
M/P Ksilen	1h	n/p*	n/p*	9,06	18,89	85,42

*n/p-nije primjenjivo kao konačan rezultat, jer nije regulisano trenutno važećim propisima

Tabela. 3.2.4. Lokalitet krug „Famos-a“ za period mjerenja 25.07. – 03.08.2009. godine

Polutant	Period uzorkovanja	Granična prosječna vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Visoka vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maksimalni dnevni prosjek ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maksimalni satni prosjek ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
SO ₂	1h	90	500	27,46	-	-
SO ₂	24h	90	240	27,46	36,39	-
NO ₂	1h	60	300	9,64	-	-
NO ₂	24h	60	140	9,64	19,77	-
LČ 10	24h	50	100	37,2	55,17	-
Benzen	1h	n/p*	n/p*	0,0983	0,18	-
Toluen	1h	n/p*	n/p*	0,93	1,119	-
Etilbenzen	1h	n/p*	n/p*	0,031	0,094	-
M/P Ksilen	1h	n/p*	n/p*	1,755	2,281	-

*n/p-nije primjenjivo kao konačan rezultat, jer nije regulirano trenutno važećim propisima

Na lokalitetu Stup i u krugu „Famos-a“ vršena su mjerenja svih relevantnih parametara poput azotnih oksida, sumpor dioksida, ukupnih lebdećih čestica i organskih polutanata. U periodu od 26.03-31.03. 2009. godine kada su vršena mjerenja na lokalitetu Stup zabilježena su velika prekoračenja lebdećih čestica promjera 10 μm od 122,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ u prosjeku dnevno i 229 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ u prosjeku na sat, kao i povišene emisije veoma toksičnog benzena od 13,87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ u prosjeku na sat. Uzrok je najvjerojatnije znatno povećana gustoća saobraćaja, kao i duže zadržavanje motornih vozila na cestama zbog neadekvatnosti istih i smanjenja broja sporednih putova koje uglavnom nije moguće koristiti zbog čestih preusmjerenja ili sužavanja koja su posljedica urbanističkog rekonstruiranja pojedinih dijelova grada. Povećane koncentracije benzena moguća su posljedica zastarjelih ložišta na tom području koja su još uvijek u pogonu, a uglavnom ta postrojenja nije moguće rekonstruirati u ekološki prihvatljiva bez velikih ulaganja. Kada se radi o lokalitetu oko kruga fabrike „FAMOS“, prema mjerenjima u periodu od 25.07-03.08. 2009. godine, zabilježena su manja prekoračenja lebdećih čestica promjera 10 μm od 55,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ u prosjeku na dan, s tim da su svi parametri rađeni samo kao maksimalni dnevni prosjek.

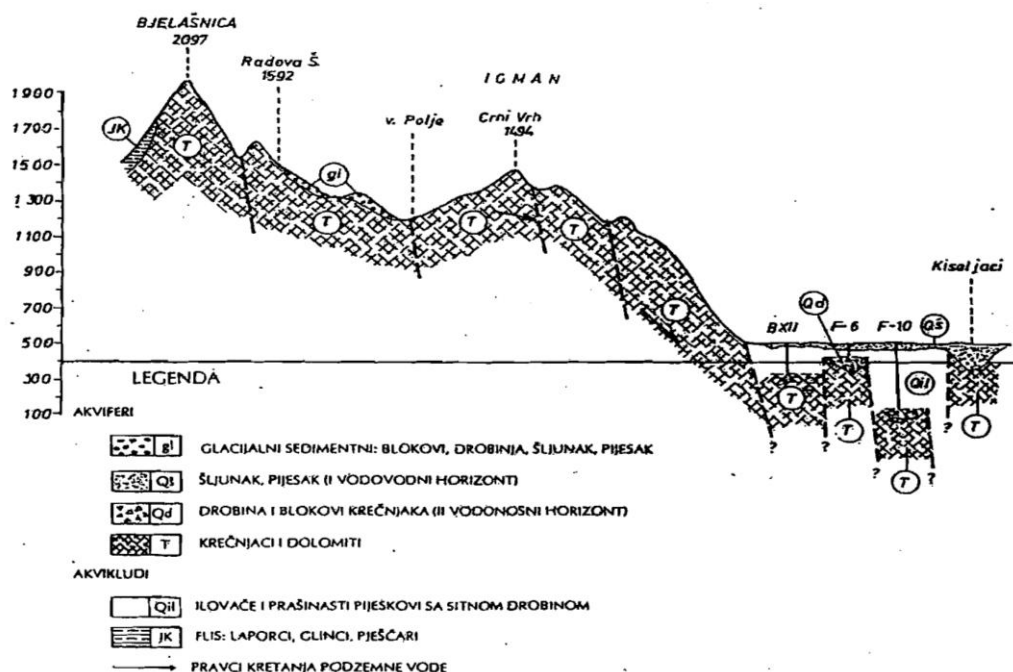
4.1 GEOLOŠKE I HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE PODRUČJA

4.1.1 PREGLED GEOLOŠKIH I HIDROGEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA

Prve podatke o ovom području u okviru geoloških istraživanja Bosne i Hercegovine nalazimo kod A. Boue-a (1840, 1858, 1862). Austrijski geolozi Mojsisovich, Titze i Bittner (1888) daju prvu geološku kartu BiH u mjerilu M 1:576.000.

Kittl (1904) radi geološku kartu šire okoline Sarajeva, akcentirajući raščlanjivanje alpskog razvoja Trijasa. Kittl također spominje busovački rasjed, duž kog se javljaju termomineralni izvori. Za Bjelašnicu i Igman smatra da imaju blokovsku građu i da su blokovi nagurani jedan na drugi.

Katzer (1919) daje litološki opis kvartarnih sedimenata Sarajevskog polja, te profile bušotina kod pivare i na Čengić Vili. U periodu od 1957. do 1963. godine, Jovanović je istraživao ovo područje, te utvrdio postojanje trijasa i fliša različite starosti i u busovačkoj razlomnoj zoni. Na osnovu bušenja izdvojio je akvifere i akviklude i prikazao blokovsku strukturu bjelašničko-igmanskog masiva, kao i rasjede subvertikalnog tipa u Sarajevskom polju prema Ilidži, te pretpostavio velike dubine do trijaskih akvifera. Treba reći da je na bušotini FS-10a, na Dolcu pretpostavio krečnjak tek na dubini od 378 m.



Slika 17. Geološki profil Bjelašnica – Sarajevsko polje (po R. Jovanoviću)

S tim u vezi, Josipović (1969) dokazuje na primjeru bušotine F-7 da su krečnjaci pozicionirani na dosta manjim dubinama u odnosu na prethodnu pretpostavku.

Cijelo područje s analiziranjem postojeće dokumentacije, te izvođenjem standardnih geoloških radova, obrađeno je u okviru izrade Osnovne geološke karte, list Sarajevo, 1:100.000 sa tumačem od 1962-1966. i od 1967-1974. (Jovanović i ostali, 1977).

Tektonsku građu bliže okoline Sarajeva izučavao je Miladinović (1971, 1978), izdvajajući durmitorsku navlaku kojoj pripadaju planine Trebević i Jahorina, kao i zonu fliša koja predstavlja autohtoni teren. Ističe također busovačku rasjednu zonu i velike rasjede pružanja istok – zapad, koji su bili aktivni u neogenu i kvartaru.

Mojićević (1978) daje detaljan opis geološke građe i tektonike u okviru zone paleozojskih škriljaca i mezozojskih krečnjaka, u koju svrstava i šire područje Sarajeva. Ovaj autor također izdvaja tektonske jedinice Igmana, sarajevsko-banjalučkog fliša i Trebevića, koja je navučena na prethodne dvije jedinice.

Charvet (1978) u okviru istraživanja šireg prostora izdvaja srpsku navlaku, koja bi u mnogome odgovarala durmitorskoj navlaci Miladinovića, zatim vanjsku bosansku navlaku (područje Igmana) i unutrašnju bosansku navlaku, kojoj pripada područje sarajevsko-banjalučkog fliša i planine Trebević. Prema ovom autoru, alohtonija bosanske i srpske zone izgleda znatna. Ove dvije navlake su zahvaćene sarajevskom transversalom, koja je nastala uslijed dubokog desnog razmicanja, a zatim bila pod uticajem longitudinalnih sabijanja.

Genezu i osnovne geološke odlike kvartarnih tvorevina obrađuje Tokić (1983), u okviru regionalnih istraživanja kvartara Bosne i Hercegovine.

U okviru geoloških istraživanja Ilidže, Papeš (1985) je dao novo viđenje geološke građe, koje se može vidjeti na varijantnom geološkom profilu Bijela Kosa – Banja Ilidža. Analizom ovog priloga moguće je zaključiti da jursko-kredni fliševi do naznačene dubine odvajaju bočno akumulacije hladnih voda (koje se prihranjuju sa bjelašničko-igmanskog masiva), od termomineralnih voda Ilidže.

Đerković (1988) daje interesantnu tektonsku skicu Sarajevskog polja, na kojoj je prikazan busovački rasjed i rasjedi nižeg reda.

Područje Ilidže je istraživano dosta u okviru regionalnih i detaljnih istraživanja. Mada su riješena mnoga pitanja o litostratigrafiji i tektonici u regionalnom smislu, ostala su neriješena pitanja o tektonici samog područja Ilidže, kao na primjer debljine i međusobni položaj mezozojskih tvorevina, lociranje i dubina rasjeda, navlačni odnosi tvorevina, starost mezozojskih naslaga, te pozicija podine neogena. U vezi s tim, smatra se vrijednim naglasiti da se ovdje sučeljava više tektonskih jedinica, a njihov odnos je maskiran mlađim naslagama.

4.1.1.1 HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA

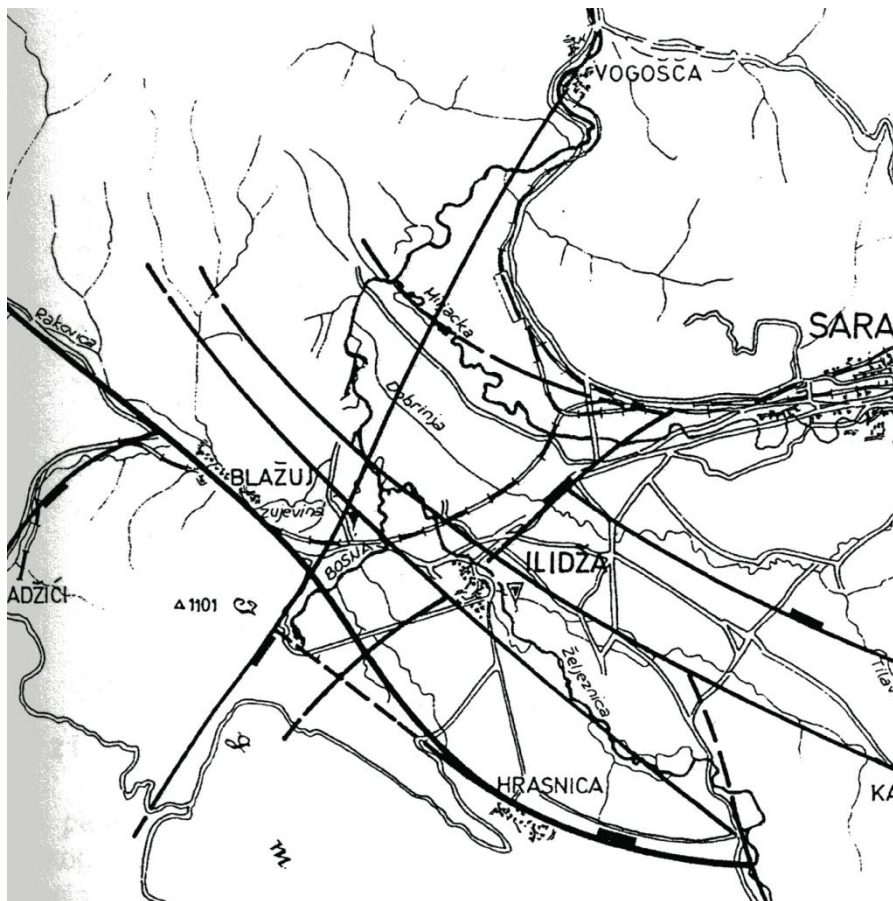
4.1.1.1.1 HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA HLADNIH VODA ZA VODOSNABDIJEVANJE

Detaljna istraživanja pitkih voda Sarajevskog polja vrše se od 1951. godine. Početkom 1960-tih godina, kada su potrebe Sarajeva za ovim resursom premašile izdašnost kaptiranih kraških voda Jahorine, Trebevića, te vrela Mošćanica i Tilave, prišlo se eksploataciji podzemnih voda na izvorištu Sarajevsko polje.

Prva grupa eksploatacionih bunara izbušena je 1962. godine u prostoru Bačevo – Lužani. Istraživanjima 1971., 1975. i 1979. godine izveden je veliki broj strukturnih bušotina i eksploatacionih bunara u zonama Sokolović kolonija, Bačevo, Konaci – Plandište – Stup. Dubina ovih bušotina je najčešće 9-13 m (B-1, B-15, BK-1, BK-11, NB-1, NB-9, BSK-6, SB-1, SB-2a, SB-4), a rjeđe 100 m i više, kao što su B-12, FS-6a, BS-111a, F-10, F-7, F-8 i FS-10a. Na bušotini F-10 i FS-10a nabušene su arteške termomineralne vode.

Većina bušotina je nabušila kvartarne i neogene sedimente, da bi onda ušla u trijasko krečnjake kao što su F-6a, F-7 (Domaćinović, 1959; Jovanović, 1958, 1959; Josipović, 1969), što je vjerojatno odraz blizine igmanskog krečnjačkog oboda.

Na F-6a, na 63,5 m dubine u krečnjacima (nakon svega 0,5 m prolaska kroz krečnjake), nabušena je voda pod arteškim pritiskom sa samoizlivom od 14 l/s. Na bušotini F-6, samoizliv po Jovanoviću (1959) oscilira od 4,4-20,6 l/s, a priliv voda je na dubini 81,2-97,2 m od površine terena. Bunar kod F-6 po istom autoru imao je pri crpljenju izdašnost od 142,5 l/s uz sniženje od 5,75 m. Osnovno pitanje kojim su se bavili brojni istraživači je utvrđivanje na kojim mjestima vode iz kraške sredine uzlazno infiltriraju u aluvijalne naslage. U to vrijeme nisu praćeni fizičko-hemijski parametri voda, kao ni odnosi s termomineralnim vodama (Jovanović, 1959), što je nedostatak u istraživanju, naročito s obzirom na veliku dužinu testiranja bunara.



Slika 18. Shematski prikaz sarajevskog polja s rasjedima (Izvor: Đerković, 1988)

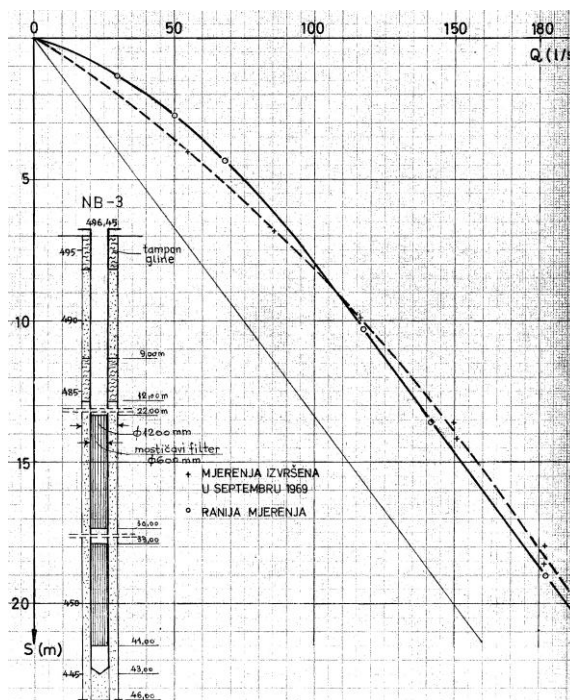
Navedenim istraživanjima definirana je debljina, prostiranje, filtraciona svojstva i izdašnost kvartarnih šljunkovito-pjeskovitih vodonosnih horizonata.

Neposredno pred rat (1992-95. godina), iz eksploatacione zone Sarajevskog polja za gradski vodovod Sarajevo zahvatano je oko 1,75 m³/s vode za piće, putem 25 bunara iz Bačeva i Konaka, sa 77% učešća u ukupnom snabdijevanju vodom grada (Avdagić i Ciganović, 1990.).

Vrutci – Vrelo Bosne

Bunar MB9. Tokom istraživanja provedenih u periodu 1966-1969. godine (ZHGF, 1971) testiranje bunara MB9 vršeno je dva puta. Prvo testiranje rađeno je od 28-30.12.1968. godine, a drugo od 26.09. do 01.10.1969. godine.

Na osnovu probnog crpljenja postignuto je maksimalno sniženje od $S_{\max} = 19,5$ m pri proticaju od 184 l/s .



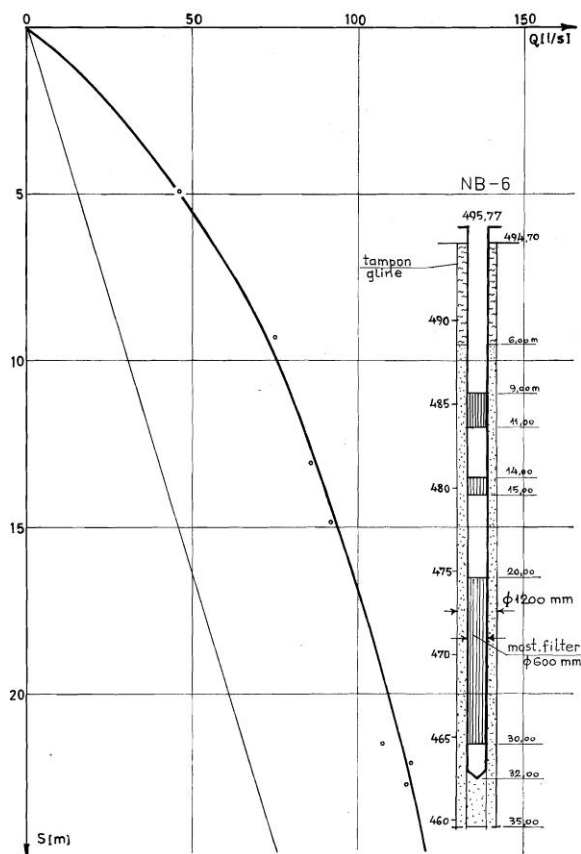
Slika 19. Q-s linija za bunar MB9

Također je ustanovljeno, da je vodonosni sloj u području između bunara MB9, MB10 i MB11 podijeljen u dva vodonosna horizonta, polupropusnim slojem prosječne debljine od 5-8 metara. Kao najvjerovatnija računaska šema za okolinu bunara MB9 uzeto je da prvi vodonosni sloj ima debljinu 15 m, zatim 7 metara debeo vodonepropusni sloj i 20-30 metara debeli drugi vodonosni sloj.

Bunar MB11. Tokom istraživačkih radova provedenih u periodu 1966-1969. godine (ZHGF, 1971) crpljenje na bunaru MB11 izvršeno je između 03.10. i 10.10.1969. godine. Rezultati crpljenja su sljedeći:

$Q_1 = 115,5$ l/s,	$S_1 = 24$ m,
$Q_2 = 75$ l/s,	$S_2 = 10,84$ m,
$Q_3 = 92$ l/s,	$S_3 = 16,12$ m,
$Q_4 = 116$ l/s,	$S_4 = 23,4$ m,
$Q_5 = 86$ l/s,	$S_5 = 13,07$ m,
$Q_6 = 108$ l/s,	$S_6 = 21,47$ m,
$Q_7 = 47$ l/s,	$S_7 = 6,30$ m.

Q-S linija za bunar MB11 data je u nastavku.



Slika 20. Q-s linija za bunar MB11

Na osnovu probnog crpljenja na bunaru MB11 konstatovano je također kao i prilikom crpljenja na bunaru MB9 da se prostor između bunara MB9, MB10 i MB11 u hidrogeološkom smislu sastoji od dva vodonosna sloja koja su međusobno odvojena jednim nepropusnim slojem. Donji i gornji vodonosni sloj nisu konstantne debljine, pa je i provodljivost donjeg vodonosnog sloja različita, odnosno u okolini bunara MB11 provodljivost je $T = 1,1 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. U pravcu bunara MB9 i MB10 provodljivost se povećava i u okolini bunara MB9 je oko $1,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, odakle se znatno brže povećava prema bunaru MB8, gdje je prema ocjeni oko $8 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$.

Konaci

Bunar KB4. Crpljenje bunara KB4 rađeno je u periodu od 10-12.10.1968. godine u okviru istražnih radova provedenih u periodu 1966-1969. godine (ZHGF, 1971), kada su registrirane slijedeće količine crpljenja (Q) i sniženja nivoa podzemne vode (S):

$$Q_1 = 35 \text{ l/s}, S_1 = 69 \text{ cm},$$

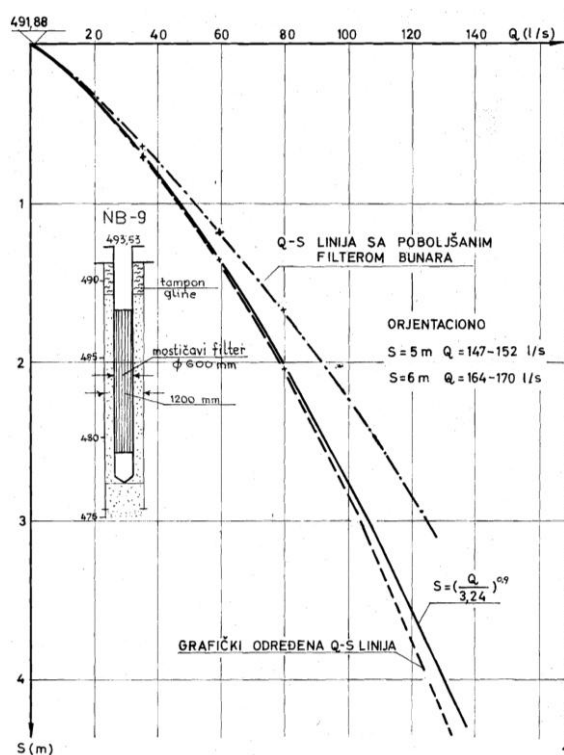
$$Q_2 = 60 \text{ l/s}, S_2 = 136 \text{ cm},$$

$$Q_3 = 80 \text{ l/s}, S_3 = 205 \text{ cm}.$$

Maksimalna izdašnost bunara pri sniženju $S = 5 \text{ m}$ je 145 l/s.

Prema ispitivanjima „Geoistraživanja“ iz 1957. godine i na osnovu granulometrijske analize materijala izvađenog prilikom bušenja KB4, može se zaključiti da se bunar KB4 hrani iz jednog (površinskog) sloja, debljine 11-12 m. Ispod ovog vodonosnog horizonta nalazi se praktično vodonepropustan sloj velike debljine.

Transmisivnost filtracione sredine oko bunara KB4 je $T = 5,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, a koeficijent filtracije je $K = 5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$. Transmisivnost na raznim dijelovima ovog područja je približno ista, izuzev neposredne okoline (filter) bunara, gdje je provodljivost izrazito manja. Koeficijent filtracije u vodonosnom horizontu izgleda da je po dubini približno konstantan.



Slika 21. Q-s linija za bunar KB4

Bačevo

Grupno crpljenje na bunarima MB1, AB2, AB3, AB4 je rađeno od 03-06.11.1968. godine u okviru istražnih radova provedenih u periodu 1966-1969. godine. Kod grupnog pumpanja održavano je konstantno sniženje u svim bunarima $S = 100 \text{ cm}$. Doticaji u pojedine bunare bili su različiti i iznosili su:

$$Q_{MB1} = 128 \text{ l/s},$$

$$Q_{AB2} = 79 \text{ l/s},$$

$$Q_{AB3} = 90 \text{ l/s},$$

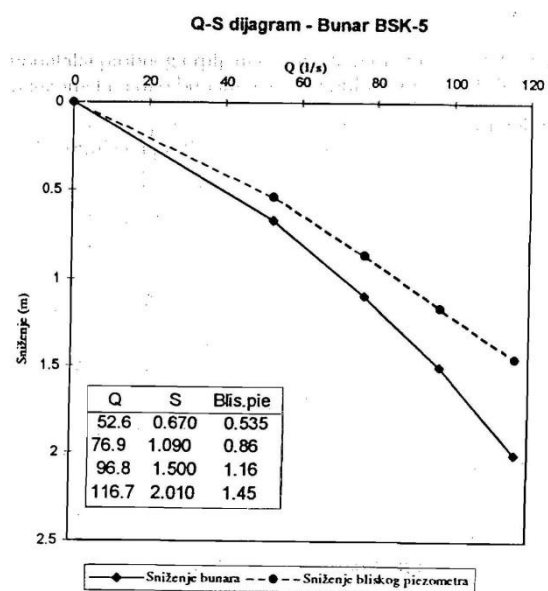
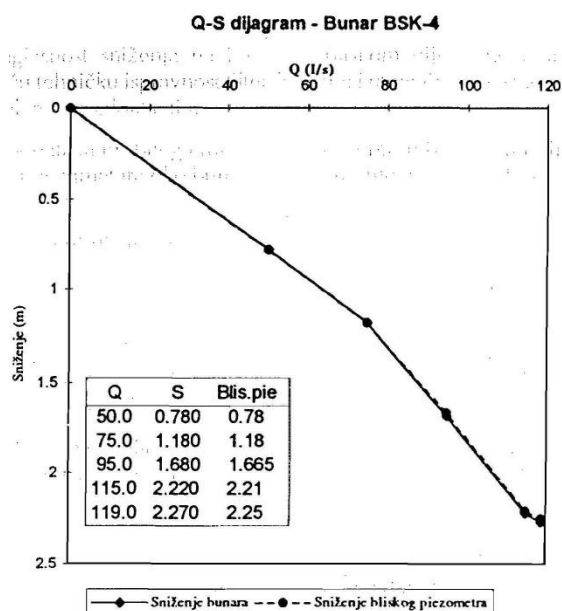
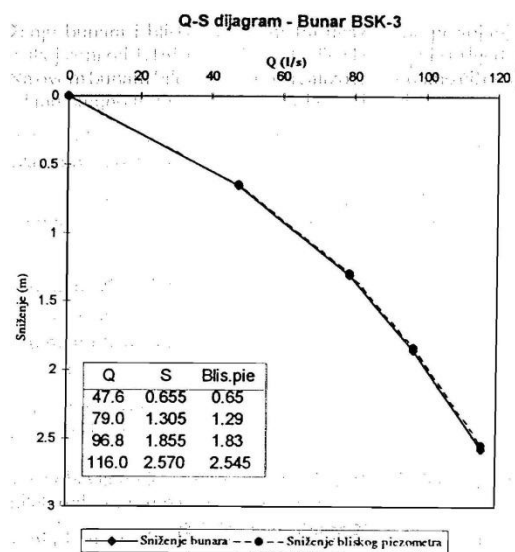
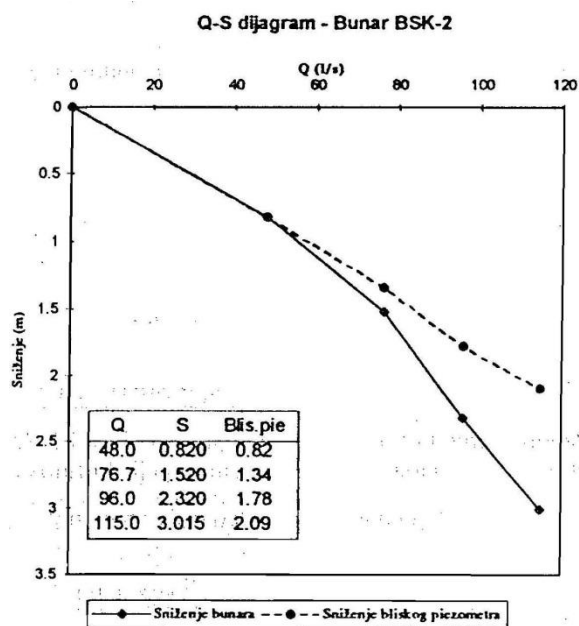
$$Q_{AB4} = 100 \text{ l/s}.$$

Dubina vodonosnog horizonta na ovom prostoru je oko 30 m. Vodonosni horizont je presječen u dva sloja polupropusnim slojem prosječne debljine 5 metara, između 18-tog i 23-eg metra ispod površine terena. Vjerovatno je da bunari presijecaju vodonosni sloj, koji je nastavak donjeg vodonosnog sloja konstatiranog na bunarima MB9, AB2 i AB4, u kojem je pritisak nešto veći od pritiska u gornjem vodonosnom sloju ispitivane grupe bunara.

Uže područje ($r < 200$ m) sistema bunara ima ujednačenu transmisivnost veličine $T = 1,5 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$, odnosno uz $H = 25$ m, srednji koeficijent filtracije u ovom području je $K = 5,5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ (pod pretpostavkom povezanosti svih slojeva po dubini).

Sokolović kolonija

Bunari SKB2, SKB3, SKB4, SKB5. Istražni radovi za spomenute bunare provedeni su 1996. godine. Probno crpljenje na bunaru SKB2 obavljeno je u periodu od 04-07.05.1996 godine, na bunaru SKB3 od 08-11.05.1996 godine, na bunaru SKB4 od 30.04. do 03.05.1996 godine i bunaru SKB5 od 12.05. do 15.05.1996 godine.



Za ove bunare su se hidrogeološki parametri određivali naknadno, pošto se raspolagalo samo sa količinama crpljenja.

Na osnovu probnog crpljenja opitno-strukturnih bušotina i probno-eksploatacionih bunara utvrđene su prosječne lokalne vrijednosti koeficijenta filtracije po slijedećim izvorišnim zonama:

▪ Konaci	$1,034 \times 10^{-2}$ m/s,
▪ Bačevo-Stojčevac	$1,13 \times 10^{-3}$ m/s,
▪ Područje uz Večericu	$3,00 \times 10^{-3}$ m/s i
▪ Sokolović Kolonija	$1,90 \times 10^{-3}$ m/s.

4.1.1.1.2 HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA TERMOMINERALNIH VODA

Prve podatke o termomineralnoj vodi Ilidže dali su Mojsisovich, Bittner i Titze 1880. godine, dok je Ludwig uradio prvu hemijsku analizu ovog područja 1886., a drugu 1894. godine. Geološke karakteristike hidroterme Ilidže opisao je Katzer 1903. godine u radu „Geologischer Fuhrer durch Bosnien und Herzegovina“. On smatra da voda izvire iz jako tektoniziranog trijaskog dolomita, koji leži na verfenskom škriljcu.

Ludwig je uvidio sličnost Ilidže sa sumpornim termama Ficoncella u Civitavechiji – Italija i sa Badenom – Njemačka. Po ovom autoru (1912), voda je vrlo radioaktivna.

Katzer je 1919. godine detaljnije uradio i dopunio Ludwigovu analizu. S dosta geoloških podataka, dao je svoje viđenje porijekla vode vezujući ih za slojeve paleozoika, ili metamorfne stijene, a visoki geotermiski stepen objašnjava izlivima kvarc-porfira. Također navodi „da se oko terme nalazi sedrasti pokrov 3-8 m debljine, koji se sastoji od kalcita i aragonita i zahvata površinu cca 20 ha“. Registrirao je temperaturu izvora od 57°C, te pretpostavio da voda dolazi sa 1.600 m dubine (izbija na ukrštanju rasjeda pružanja sjeverozapad-jugoistok i „vareško-čevljanovičko-uloškog preturanja“). Smatrao je da mineralizacija voda u busovačkoj rasjednoj zoni (posebno CO₂) potiče od magme preko kremenog porfira, ili putem post-miocenske tektonike koju prate novi prodori magme (koja nije dosegla do površine terena). Istovremeno ističe da od ovog procesa potiče visoka temperatura vode, kao i da je voda Ilidže juvenilnog porijekla. Fizičko-hemijske karakteristike voda se ne mijenjaju u vremenu, a izdašnost od 16 l/s izvora je neovisna od oborina, te je slična hidrotermi u Karlsbadu-Karlovim Varima, Češka. Katzer također navodi da su u ovom prostoru od 1886. godine bušene bušotine, te da je jedna od njih imala temperaturu 51°C u blizini prirodnih izvora.

Miholić je 1938. godine uradio i objavio hemijsku analizu voda Banje Ilidža.

Jovanović (1972) je u periodu 1947-48. godina u području Banje izveo 19 bušotina dubine 5,80-70 m. Neke bušotine nisu nabušile vodu, a karakteristike važnijih prikazane su u narednoj tabeli.

J. Bać (1957) navodi: „Prilikom posljednjih istražnih radova na užem izvorišnom području termalnih voda na Ilidži kod Sarajeva, ustanovljeno je po prvi put postojanje pregrijanih para. Uvjeti pod kojim je bilo moguće izmjeriti temperaturu pregrijanih para na svega 110°C, dopuštaju nam tvrdnju da je temperatura pregrijanih para pri normalnom atmosferskom pritisku osjetno viša“. Nadalje autor navodi „i pravilne periodične erupcije termalne vode karakteristične za mehanizam gejzira, koje su došle do izražaja za vrijeme bušenja pri horizontima dubljim od 20 m (npr. na produktivnoj bušotini br. IV).“ Ovako visoka temperatura prema iskazu Baća izmjerena je „na jednom rimskom bunaru dubine 10 m, u neposrednoj blizini ljetne pozornice (Đerković, 1987).“

Tabela.4.1.1. Karakteristike važnijih bušotina izvedenih u periodu 1947-48. godina

Oznaka bušotine	Dubina bušotine (m)	Temperatura vode (°C)	Proticaj (l/s)
B-I	5,58	37,7	
B-II	60,50		
B-III	18,40	57	11-28

Oznaka bušotine	Dubina bušotine (m)	Temperatura vode (°C)	Proticaj (l/s)
B-IV		60	
B-X		29	

Navedenu temperaturu, tj. pojavu pregrijanih para, dovodili su u pitanje Jovanović (1972), Josipović (1969), Miošić (1982), Veselić (1985) i Đerković (1987).

Međutim, u svom izlaganju na Savjetovanju na Ilidži 1985. godine, J. Bać je ponovio da je na jednoj maloj sondi dobio visoku temperaturu na termometru građuranom do 100°C i da je živa išla preko toga stepena u prisustvu dr. M. Ciglara. U tom izlaganju J. Bać iznosi: „Cijenim da bi tu mogla biti temperatura od 130°C do 160°C.“

Godine 1963. ovaj autor također kaže: „Mi smo na bunaru i sondi u blizini bunara (blizu Hotela Topola), dobili vode temperature 17°C s tragovima sumpora (Bać, 1985).“ U istom izlaganju Bać navodi da u Butmiru pored džamije postoji termalna voda (na Plandištu također), ali ne kaže na kakvim vodozahvatima su registrirane ove vode.

Nakon 1948. godine, u neposrednoj blizini lokacije gdje su navodno registrirane vode temperature preko 100°C, izbušeno je više plićih i dubljih bušotina na kojima je registrirana maksimalna temperatura do 58°C. Bez obzira na nizak rezultat u smislu očekivane visine temperature, ovaj prostor ipak nedvosmisleno ukazuje na prisustvo toplih voda u neposrednom okruženju.

U periodu 1958-1960. godine, u Rajlovcu je izbušena bušotina dubine 600 m, koja je nabušila neogene slojeve lapora, laporce i pješčare. Preduzeće „Geostrage“ iz Sarajeva izvelo je 1964. godine dvije bušotine:

- Bušotina PP-1, dubine 92 metra, koja je na 54 m ušla u dolomite i nabušila vode temperature 58°C sa samoizlivom od $Q = 50$ l/s. Pored ove bušotine bila je i bušotina B-3, koja je veoma brzo napuštena, jer je korodirala.
- 1971. godine umjesto B-10, koja je inkrustirala, izbušena je bušotina B-10a, koja je s dubinom od 77 m ostala u kvarcnim pijescima, a imala je izdašnost od 15 l/s, sa temperaturom od 26°C do 29°C, a umjesto B-3 iz istog razloga izbušena je B-3a do 21,6 m, kojom je dobiveno 57°C i $Q = 22$ l/s vode.

Karakteristike ovih bušotina predstavljene su u narednoj tabeli (Đerković, 1987).

Kako je spomenuto, bušotina F-10 nabušila je termomineralnu artešku vodu, temperature 18-19°C u krečnjacima na dubini od 140 m (Jovanović, 1959), a FS-10a, također termomineralnu vodu sa 26°C pod pritiskom u krečnjacima, što je značajno za prostiranje ovih voda. Ova posljednja bušotina je oko 1.300 m zapadno od izvorišta na Ilidži. Arteški karakter voda jasno ukazuje kako ovo nisu vode iz kvartara, nego iz krečnjaka (Josipović, 1969). Također, mala je vjerovatnoća da termomineralne vode na F-10 mogu biti iz kvartara, kao što je mala vjerovatnoća da krečnjaci bliske bušotine FS-10a budu na 378 m dubine, a na F-10, tek na 140 m.

Tabela. 4.1.2. Karakteristike važnijih bušotina izvedenih u periodu 1958-60. godina

Oznaka bušotine	Dubina bušotine (m)	Temperatura vode (°C)	Proticaj (l/s)
B-10	40,0	26,0	zatrpana
B-10a	77,0	26,0 – 29,0	10 -15
B-IV	46,0	58,0	20 (sada 1,5)
IB-1	43,0	58,0	70
PP-1	90,0	58,0	50
B-3a	21,60	58,0	22
B-3	18,40	58,0	zatrpana

Bušotina BS-10, izbušena je u Lasića Polju i duboka je 252,5 m, do 20 m je prolazila kroz kvartar, a dublje kroz neogen, BSK-3 dubine 101 m u blizini Hrasnice, bušena je za pijaće vode – do 18,80 m je kvartar, a dublje neogen. Bušotina F-10, izbušena 1967-1969. godine, duboka je 180 m, a F-6 (108 m) je ostala u neogenu.

Bušotina B-11 je 100 m dubine i locirana je u području Stojčevca. Većina ovih bušotina ostale su u neogenu i nisu dosegle krečnjačke akvifere.

Josipović (1969) daje interpretaciju hidrogeološkog profila Vrelo Bosne – Ilidža, u kom objašnjava odvajanje hladnih voda Igmana od termomineralnih voda Ilidže, postojanjem bočne barijere između njih. Barijera je formirana od krednih flišnih klastita i klastita donjeg trijasa. Ipak, ovo se smatra veoma pojednostavljenim tumačenjem, koje dovodi u pitanje racionalno objašnjenje prihranjivanja hidrotermi na Ilidži sa Igmana i Bjelašnice.

Treba kazati kako su se bušenjem, izgradnjom saobraćajnica i objekata, te regulacijom Željeznice i drugih površinskih tokova, izvori mijenjali po izdašnosti.

Krajem 1984. godine u blizini fontane, pored ljetne pozornice, izbušena je opitno-eksploataciona bušotina IB-1, dubina bušotine je 43,7 m, koja je ostala u konglomeratima, vjerovatno kvartara, sa samoizlivom od $Q = 75$ l/s i temperaturom vode $t = 58^{\circ}\text{C}$. Već na dubini od 9,20 m, došlo je do erupcije s visokim pritiskom vode i plina i zbog nepovoljnih uslova bušenja i nemogućnosti izvođača da buši dublje, bušotina je zaustavljena na 43,7 m dubine, ali nije pretvorena u eksploatacioni objekat. Treba reći da je planirana dubina ove bušotine bila 500 metara.

Bušotina FS-10a, dubine 388 m je najdublja bušotina koja je nabušila termomineralne vode, a i najdublja bušotina u dijelu Sarajevskog polja, zapadno od Stupa.

Bušotina IB-2, urađena je od 01.09. do 31.10.1986. godine, nalazi se s desne strane rijeke Željeznice, kod Zmijске Stijene, locirana je u zoni termometrijske anomalije u geotermalnoj zoni, definiranoj po geofizici. Njen profil je slijedeći:

0,00 m – 14,55 m	šljunak i krupnozrni pijesak
14,55 m – 47,70 m	konglomerat polimikritni
47,70 m – 246,10 m	dolomitični krečnjaci, karstificirani (nosioci termomineralnih voda)

Po karotažu temperatura se kretala po dubini od 56-58,8°C. Prilivi vode su na dubini od 74-238 m. Ukupna arteška izdašnost je $Q = 100$ l/s, prosječna temperatura 58,5°C, pritisak pri zatvorenom ventilu 1,8 – 2,0 bara na ušću bušotine. Bušotina je urađena kao probno-eksploatacioni vodozahvat.

Bušotina IB-4 u Sokolović koloniji, izbušena je 1987. godine i registrirala je termalne vode temperature 14°C, s izdašnošću samoizliva $Q = 6$ l/s, vjerovatno u trijaskim dolomitičnim krečnjacima na dubini 189 m. Ove vode po fizičko-hemijskom sastavu su slične vodi sa IB-7 ($\text{HCO}_3\text{-Ca}$ tipa, s mineralizacijom od 300 do 500 mg/l).

Glavni prilivi voda bili su na dubinama 246,3 m i 267,5 m.

Bušotina IB-6 na Stupu nabušila je kvartar do 21 m, miocenske sedimente do 649 m i donje-trijaske klastite do 665,5 m. Bušotinom nisu registrirani prilivi voda. Ovo je najdublja bušotina u Sarajevskom polju i jedina je nabušila donjetrijaske tvorevine, za koje se smatra da su ovdje navučene na jursko-kredni fliš, koji opet leži na trijaskim karbonatima. Ovo bi značilo da je dubina do trijaskih akvifera i preko 2.500 m od površine terena, te bi temperature ovih stijena bile više od onih terena, gdje nema ovakvih navlačenja.

Bušotina IB-7 na Poljoprivrednom dobru Butmir nabušila je nakon kvartara (29 m), gline i lapore miocena (29 m – 76,80 m), karstificirane krečnjake, za koje se pretpostavlja da pripadaju trijasu (76,80 m – 161,00 m), glinovite pretaložene, alternirane dijabaze ladinika (?) (161,00 m – 174,00 m). Vodonosni horizont niskotermalnih voda ($t = 22^{\circ}\text{C}$, $Q = 20 - 30 \text{ l/s}$, $p = 0,8 \text{ bara}$), s mineralizacijom od 0,5 g/l, nalazi se u krečnjačkoj sredini i predstavlja analognu geološku sredinu koju je nabušila i bušotina IB-2, ali nije paleontološki definirana.

Prema geofizici horizont ladinika (T_2^2 ?), koji je izolator, ovaj horizont bio bi razvijen sve do 360 m dubine od površine terena, kada bi se ušlo u drugačiju litološku sredinu, za koju je teško pretpostaviti da li bi zahvatila termalne ili termomineralne vode.

Posljednje tri bušotine ukazale su na iznenađenje:

- IB-6 nije nabušila niti termomineralne, niti termalne vode;
- IB-4 i IB-7 su nabušile niskotemperaturne termalne vode niske mineralizacije i otvorile niz pitanja o prostiranju termomineralnih voda (da li se na u većim dubinama na lokacijama istih bušotina mogu dobiti termomineralne vode, te koje je rasprostranjenje termalnih voda).

Kiseljaci u okolini Blažuja istraživani su od strane raznih autora. Shodno tome, posebno se ističu Miholić i Đerković.

Đerković (1970) navodi da u Blažuju postoji pet kiseljaka. Glavni izvor, najviše temperature i izdašnosti je kiseljak u području Slana Bara u Vreloboškom Polju.

Oko 40 m jugozapadno od glavnog kiseljaka, izbušena je bušotina P-1, sa temperaturom $t = 16^{\circ}\text{C}$, koja je 1999. godine zatrpana nasipom i likvidirana. Ova bušotina imala je dubinu 90 m. Do 10 m bušotina je išla kroz aluvion, a nakon toga kroz krečnjake i dolomite.

Bušotina s oznakom BSP-2 nalazila se pored glavnog izvora 7 m južno od kiseljaka Blažuj, temperature vode $t = 24^{\circ}\text{C}$ i dubine 67 m. Na 10-m metru, nakon prolaska kroz aluvion, bušotina je ušla u krečnjake. Pri rekognosciranju, tokom 1998. i 1999. godine, nije imala samozliv i bila je djelomično zatrpana, ali su bile zapažene povremene ekshalacije plina. Ova bušotina je također likvidirana 1999. godine, nasipavanjem terena.

Sve ove bušotine i izvori, mada imaju različite temperature, imaju veoma sličan hemizam voda, što usložnjava tumačenje njihove geneze.

Oko 700 m sjeverno od glavnog izvora, s lijeve strane rijeke Zujevine u području zvanom Kiseljak, postoje tri izvora, temperature 15°C do $19,5^{\circ}\text{C}$ i izdašnosti $Q < 0,3 \text{ l/s}$. Izvor od 15°C nema vidljivog oticanja. Na svim izvorima postoje ekshalacije CO_2 .

Tokom 1999. godine, pri iskopu šipa u Plandištu, ispod potputnjaka buduće obilaznice Sarajevo – Mostar, oko 550 m od glavnog blažuskog kiseljaka, registrirana je na šipu 1 (na dubini 14 m od površine terena) topla voda temperature $t = 15^{\circ}\text{C}$, s nivoom podzemne vode 4 m od površine terena, što ukazuje na prisustvo termomineralne vode u sedimentima kvartara.

Hemijska analiza ove vode nije izvršena. Oko 100 m zapadno od ovog potputnjaka, pri iskopu i zamjeni tla obilaznice, pojavile su se ekshalacije plina na dubini oko 3 m, zbog čega se pretpostavlja da je pri tom presušio glavni izvor kiseljaka u Blažuju.

U prvoj polovini 1999. godine (17.03. do 16.05.1999.), izbušen je bunar B-1, 8 m zapadno od izvora. Bunar je oko 5 m zahvatio aluvion, a zatim krečnjake i dolomite do 105 m. Ovaj objekat je pretvoren u probno-eksploatacioni vodozahvat, izdašnosti $Q = 12 \text{ l/s}$, uz sniženje $S = 1,37 \text{ m}$ i temperaturu vode $t = 24^{\circ}\text{C}$. Statički

nivo vode, zabilježen je na 0,37 m od površine terena. Voda je termomineralna, mineralizacije 2,4 g/l, a pri bušenju i crpljenju reagirali su kako glavni, tako i ostali izvori.

4.1.2 GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE PODRUČJA

Kao glavni grad Bosne i Hercegovine, Sarajevo je prvo dobilo geološku kartu šire okoline na vojnoj topografskoj osnovi, razmjere 1:75.000, zahvaljujući višegodišnjem istraživanju Kittl-a (1904).

U neposrednoj blizini grada nalaze se „geološki objekti prvog reda“, koji su od fundamentalnog značaja za poznavanje geološke građe ovog područja.

U tom smislu, potrebno je označiti termomineralne vode Ilidže, kao i čuvenu trijasku faunu (Bulog), koju su određivali poznati svjetski geolozi.

Najveći dio Sarajeva leži na gornje-miocenskim sedimentima sarajevsko-zeničkog basena, kojeg u litološkom pogledu predstavljaju lapori, gline, slabovezani pješčari i konglomerati. U prostoru Ilidže, Sarajevsko polje građe šljunkovito-pjeskoviti sedimenti, debljine i do 60 m, iz kojih se putem većeg broja bunara vrši eksploatacija podzemne vode u svrhu vodosnabdijevanja grada Sarajeva.

Planine u bližoj okolini Sarajeva, izgrađene su uglavnom od trijaskih i manjim dijelom od jursko-krednih sedimentacionih naslaga.

Planina Trebević, pozicionirana istočno od Sarajeva, zastupljena je u svojoj građi naslagama kvarc-liskunovitih, bijelih i crvenih pješčara donjeg trijasa (sjeverne padine), krečnjaka i dolomita anizika, te krečnjaka, rožnaca, tufitičnih pješčara i laporaca ladinika.

Južno od Sarajeva izdiže se Igman, kao sjeverno predgorje Bjelašnice. Igman predstavlja krečnjačko-dolomitski masiv sa karakterističnim strmim odsjecima (siparima), a razvijeni su i svi oblici kraške erozije (pećine, vrtače, uvale, škrabe). Značajnu ulogu u oblikovanju ovog prostora imala je također i glečerska erozija.

Iz naprijed navedenog, jasno se mogu zapaziti raznovrsne litološke jedinice mezozojske i tercijarne starosti.

4.1.2.1 STRATIGRAFIJA

Definiranje stratigrafske analize prostora istraživanja ima za cilj prikaz odnosa koji određuju rasprostranjenost utvrđenog i potencijalnog kolektora termomineralnih, mineralnih i hladnih pijaćih voda. S tim u vezi, na geološkoj karti prikazana je i geološka građa predmetnog prostora.

U cilju upoznavanja i boljeg razumijevanja vertikalne i lateralne rasprostranjenosti facija ovog područja, prezentiran je i niz stratigrafskih poprečnih profila, uz pomoć podataka sa geološke karte, geofizičkih istraživanja, istražnih bušenja i studijskih istraživanja. Prikazani profili daju opći pregled rasprostranjenosti litofacija.

4.1.2.1.1 DONJI TRIJAS (T₁)

Donji trijas okoline Sarajeva ustanovljen je na Trebeviću, Kasindolu, Vojkovićima, Presjenici, Hadžićima i Bjelašnici. Naslage donjeg trijasa leže uglavnom u neposrednom obodu paleozoika jugoistočne Bosne. Ovaj

stratigrafski član predstavljen je kvarc-liskunovitim crvenim pješčarima (sarajevski pješčari), te bijelim i žutim pješčarima, s malo laporaca, glinaca i krečnjaka.

Sarajevski pješčari pripadaju donjim dijelovima ranog trijasa (T_1). Slojevitost im nije uvijek jasna, a debljina slojeva je obično 50-60 cm. Mjestimično ovi pješčari sadrže sočiva glinaca i laporovitih krečnjaka, koji se u višim horizontima javljaju u većim masama, a ponekad sadrže mala sočiva kamenog uglja.

Donja granica donjeg trijasa u okolini Sarajeva nigdje nije utvrđena, obzirom da se trijas (T_1) uglavnom nalazi u tektonskom odnosu sa drugim naslagama.

Pješčari donjeg trijasa uglavnom su navučeni preko mlađih naslaga mezozoika.

Gornja granica sarajevskih pješčara je postupan prijelaz u pješčare, laporovite i pjeskovite krečnjake, glince i laporce s faunom kampilskog potkata, što je karakteristično za prostor Presjenice i Bjelašnice.

Karakter otkrivene faune ukazuje na plitkovodnu sedimentaciju i indicira na produbljivanje sedimentacionog basena tek krajem donjeg trijasa.

Klastična serija donjeg trijasa u suštini predstavlja podinsku sredinu karbonatnom srednjem trijasu.

4.1.2.1.2 SREDNJI TRIJAS (T_2)

Depozicionu sredinu srednjeg trijasa karakteriše taloženje karbonatnih sedimenata u aniziku i ladiniku. Donji dio ladinika prepoznatljiv je po formiranju vulkanskih stijena.

Na geološkoj karti uočljivo je da su južno i jugoistočno od Sarajeva razvijene karbonatne stijene srednjeg trijasa, koje grade Bjelašnicu, Igman, Jahorinu i Trebević.

Bjelašnica i Igman čine jedinstvenu prostranu tektonsku klipu između busovačkog i konjičko-prozorskog rasjeda, kao i rasjeda Rakitnice na jugoistoku. Ova klipa, razbijena na blokove, otkriva flišnu seriju ispod sebe. Bjelašnica je blago ubrana dinarskim pravcem, čije glavno bilo predstavlja sjeveroistočno krilo nabora. Igman se izražava kao sinklinalna forma poglela ka jugozapadu, dok njeno sjeveroistočno krilo prelazi u antiklinalnu strukturu, sa donjim trijasom u svom jezgru (Sarajevsko polje).

Okolina Sarajeva prepoznatljiva je po klasičnom razvoju tri zone srednjeg trijasa:

- Zona sa *Dadocrinus gracilis*, ustanovljena kod Hadžića, Pazarića i na Trebeviću. Predstavljena je tamnosivim ili bijelim krečnjacima i dolomitičnim krečnjacima s krinoidima, debljine 50 do 250 metara.
- Zona brahiopodnih krečnjaka, čije rasprostranjenje je karakteristično za Trebević i Bjelašnicu. Krečnjaci su bijeli, sivi i crvenkasti, često brečasti (sa muglama i proslojcima rožnaca).
- Zona sa *Ceratites trinodosus*, predstavljena crvenim brečastim krečnjacima, čija boja potiče od zastupljenosti hematitne materije. Ustanovljena je na istočnom području Bjelašnice i Trebeviću.

Anizički kat prepoznatljiv je po znatnom rasprostranjenju masivnih i bankovitih dolomita bijele i sive boje, zrnaste strukture. Ove dolomitske mase na površini se vide u podnožju Igmana (južno od Krupca do Hrasnice). Predmetne naslage su u Sarajevskom polju pokrivene kvartarnim i neogenim sedimentima.

Pretpostavlja se da istom nivou pripadaju i dolomiti na zapadu Bjelašnice (područje kamenoloma Hadžići). Ovi dolomiti često su ispucali i grusificirani i po svojoj genezi predstavljaju donji dio anizika.

Anizički krečnjaci obodnih područja Igmana, Bjelašnice i Trebevića su svijetli do tamnosivi (ponekad crvenkasti). Prijelom im je neravan, a ivice loma oštre. Ovi sedimenti karakteristični su za kamenolom Krupac. Mikroskopskim ispitivanjem ustanovljeno je da se radi o mikritima i biomikritima. Zahvaljujući intenzivnoj ispucalosti, karakteriše ih veoma izražena karstificiranost, a pukotine i kaverne obično su zapunjene glinovitim materijalom i sitnozrnim krečnjačkom drobinom.

Konkordantno preko anizika leže naslage ladinika. Otkrivene su u prostoru Krupca (u podnožju Igmana), na zapadu Bjelašnice (južno od Lokvi), na Trebeviću, kao i na Igmanu (Babin do).

U nižim dijelovima javljaju se tufozni pješčari i rožnaci, raznobojni uslojeni rožnaci, laporci i glinci, te krečnjaci s proslojcima, kao i muglama rožnaca.

Krečnjaci su tankouslojeni s neravnim slojnim površinama, boje crvene, zelenkastosive i sive.

U višim horizontima smanjuje se količina rožnaca, pa serija prelazi u sive bankovite krečnjake, koji postupno prelaze u krečnjake i dolomite gornjeg trijasa.

Magmatske stijene ladinika predstavljene su spilitima.

4.1.2.1.3 SREDNJI I GORNJI TRIJAS (T2,3)

Ove sedimente karakterizira znatno rasprostranjenje na Igmanu i Bjelašnici, a predstavljeni su masivnim ili bankovitim krečnjacima i dolomitima.

Dolomiti su kriptokristalasti, brečastog habitusa, svijetlosive do bijele boje, mjestimično grusificirani i raspadnuti u pjeskovitu frakciju.

Krečnjaci su bankoviti sa visokim sadržajem CaCO_3 . Karstifikovani su i u njima se zapaža karakteristična kraška morfologija.

Predmetne karbonatne naslage, zbog nedostatka faune kod izrade Osnovne geološke karte, razdvojene na srednji i gornji trijas, zapravo su označene kao srednje-gornji trijas.

Gornji dijelovi ovog litostratigrafskog člana, postupno prelaze u gornji trijas.

4.1.2.1.4 GORNJI TRIJAS (T3)

Gornjetrijaske naslage karakteriše najveće rasprostranjenje na Bjelašnici i Igmanu. Predstavljene su sivim, svijetlosivim i bijelim bankovitim krečnjacima, sa proslojcima tankopločastih dolomita. Krečnjaci su kriptokristalasti, jedri, homogenog sastava, sa brojnim nalazima megalodona. Na prostoru Bjelašnice izdvojeni su bankoviti krečnjaci tamnosive boje, dok se u višim horizontima javljaju bankoviti brečasti krečnjaci.

4.1.2.1.5 JURA – KREDA (J,K) I GORNJA KREDA (K2)

U sklopu ove jedinice izdvojene su formacije pasivnog kontinentalnog ruba, nastale na kontinentalnoj padini dinaridske karbonatne platforme i u njenom podnožju. Ovo podrazumijeva mezozojske klastično-karbonatne tvorevine (najčešće flišnih i paraflišnih osobina).

Veoma se rijetko mogu zamijetiti transgresivni odnosi ovih naslaga sa starijim trijaskim i uglavnom se nalaze ukliještene između njih.

Flišni sedimenti ustanovljeni su na Igmanu, kod Hadžića, zatim Blažuja i u široj okolini Presjenice, a leže preko sedimenata trijasko starosti.

Kod Presjenice, flišnu podinu čine anizički dolomiti, dok su to na Igmanu krečnjaci i dolomiti srednjeg i gornjeg trijasa. Kod Hadžića, u podini se nalaze krečnjaci srednjeg trijasa, a kod Blažuja prisutnost u podlozi je izražena sa donjim i srednjim trijasom. Od litoloških članova, konstatirana je prisutnost laporovitih mikrita, pločasto-slojevitih laporaca, arenita, pjeskovitih intramikrita, glinaca, rožnaca, alevrolita i laporaca.

4.1.2.1.6 NEOGEN (N)

Važno učešće u geološkoj građi imaju neogeni sedimenti sarajevsko-zeničkog basena, čije stvaranje je započelo u gornjem oligocenu, do tada već formiranom busovačkom rasjednom zonom. Podlogu Basena na širem području Sarajeva gradi jursko-kredni fliš i trijaski karbonati.

Područje Sarajeva u smislu nadgradnje sedimentacionog ciklusa, predstavljeno je naslagama mlađeg miocenskog kompleksa, što je ustanovljeno i bušenjem.

Ovaj kompleks počinje „koševskom serijom“, zastupljenom trošnim pješčarima, laporcima, glinama i konglomeratima, kao i ugljem slabijeg kvaliteta. Jedan izdanak uglja skriven je na Betaniji, a drugi u Kasindolu.

Posljednji član miocenskog kompleksa zastupljen je „orlačkim konglomeratima“, koji su sačuvani u Sarajevu.

4.1.2.1.7 KVARTAR (Q)

Kvartarne naslage na području Sarajeva veoma su raznovrsne. Moguće je izdvojiti glacijalne materijale na Bjelašnici, sipare na Bjelašnici i Igmanu, te aluvijalne sedimente i sedimente riječnih terasa u Sarajevskom polju.

Posebno zanimljive kvartarne naslage sa aspekta voda za piće jesu naslage u Sarajevskom polju. To su šljunkovito-pjeskoviti materijali, sa različitim učešćem glinovite materije. U površinskim dijelovima šljunak i pijesak su pokriveni ilovačasto-pjeskovitim nanosima, debljine 3-4 m. Na području Plandišta, Bačeva i uz Vrelo Bosne, debljina ovih granuliranih sedimenata iznosi do 60 metara.

4.1.2.2 TEKTONIKA

Tektonika područja Sarajeva prikazivana je u radovima Mojičevića (1978, Jovanovića i dr. (1978), Miladinovića (1976), Vujnovića (1983), Hrvatovića (1995, 2002) i Čičića (2003).

Na preglednoj tektonskoj karti Sarajeva izdvojene su četiri tektonske jedinice koje se karakterišu samostalnošću sklopa, a ograničene su tektonskim odnosima prema okolnim jedinicama. Dvije tektonske jedinice su velike navlake koje imaju regionalno pružanje: 1)Durmitorska navlaka i 2)Navlaka Bosanskog fliša. Posebno se izdvaja tektonski blok: Srednjobosanskog škriljavog gorja, i neogenski Sarajevsko-zenički basen. U sklopu ovih velikih

tektonskih jedinica izdvojene su manje jedinice koje su detaljnije prikazane u Tumaču Osnovne geološke karte list Sarajevo, 1:100 000 (Jovanović et al, 1978)

4.1.2.2.1 DURMITORSKA NAVLAKA

Prve podatke o durmitorskoj navlaci dao je Bittner 1880 kada je zapazio dislokaciju između trijaskih naslaga i fliša na planini Zelengori. Podatke za ovu navlaku dali su Cvijić (1929), Nopcsa (1939), Bešić (1953), Miladinović (1968, 1971, 1974), Dimitrijević (1982, 1995). Dimitrijević (1982) ovu navlaku izdvaja kao Istočnobosansko-Durmitorski blok.

Zbog svog položaja i dimenzija, Durmitorska navlaka je veoma važna struktura u Dinaridima. U sklopu ove navlake na području Sarajeva izdvojene su slijedeće manje tektonske jedinice: Mošćanica-Ozren, Trebević - Treskavica i Paleozoik Istočne Bosne.

Tektonska jedinica Mošćanica - Ozren čini sjeveroistočni obod područja Sarajeva. Izgrađena je od klastita donjeg trijasa, krečnjaka anizika, jursko-krednih sedimenata, rožnaca i tufova ladinika. Struktura ove jedinice je složena. U osnovi joj je vjerovatno prevrnuta antiklinala izrasjedana i iskraljuštuna revesnim rasjedima dinarskog smjera. U jedinici se mogu zapaziti profili gdje sedimenti donjeg trijasa leže na srednjem trijasu ili sedimenti anizika preko ladinika (područje Hreše i Mrkovića). Generalno jedinica je navučena preko bosanskog fliša.

Tektonska jedinica Trebević čini istočni i jugoistočni obod Sarajevskog polja. Odnosi u njoj su slični kao kod prethodne tektonske jedinice. Na Trebeviću se zapažaju mnogobrojne navlake verfena preko anizika i anizika preko ladinika. Ova jedinica tone pod Sarajevsko-zenički bazen. Utvrđivanje granice ove tektonske jedinice u podini Sarajevsko-zeničkog basena bi bilo od posebne važnosti za planiranje daljih istraživanja termomineralnih voda na Ilidži. Po podacima bušotine IB-6, koja je nabušila donji trijas na dubini od oko 625 m ukazuje nam na to da bi kontaktna zona Durmitorske navlake bila sjeveroistočno od geotermalne zone Ilidže tako da bi zbog svog sastava predstavljala bočnu baražu termomineralnih voda na Ilidži.

4.1.2.2.2 NAVLAKA BOSANSKOG FLIŠA

Ova navlaka markira kontakt između sedimenata pasivne kontinentalne margine i karbonatne platforme a dijelom i sa alohtonim paleozojskim naslagama Srednjobosanskih škriljavih planina. Formacije pasivne kontinentalne margine u geološkoj literaturi imaju različita imena: Durmitorski fliš (Bešić, 1954), Flysch BosniAque (Aubouin et al., 1970), Flexure zone (Grandić, 1972) Sarajevo-Banja Luka fliš (Mojičević, 1978) Sarajevska grupa fliševa (Olujić, 1978). Ove formacije u Sloveniji izdvajaju kao Slovenski trog (Cousen, 1972).

U sklopu naslaga ove navlake Olujić (1978) izdvaja dvije grupe formacija. Stariju grupu Vranduk koju čine slijedeće jedinice flišnih i paraflišnih osobina: a)laporoviti mikriti, b)laporoviti mikriti, areniti i laporci, c)areniti, laporci, laporoviti mikriti, d)areniti. Mlađu grupu formacija naziva Ugar koja ima debljinu oko 2200 m. Predstavljena je karbonatnim flišom u kome su izdvojene jedinice, areniti, mikriti, intramikriti i intramikruditi, intramikriti i laporoviti mikriti, intramikruditi i intramikriti, laporci i intramikriti.

Dalje na jugoistok slijedi zona «Durmitorskog fliša» (Bešić 1948) koja se sastoji od karbonatnih, pjeskovitih i miješanih facija prethodne dvije. Karbonatni fliš je dominantan u jugozapadnom dijelu navlake. Sastoji se od skoro čistih karbonatnih turbidita. Izvorišni materijal za ove turbidite bila je karbonatna platforma. Pjeskovita facija je više zastupljena u sjeverozapadnom dijelu navlake (područje Sutjeske u BiH)

Sekvence su veoma raznolike. Glavne facije su grauvake i alevroliti sa dobro razvijenih sedimentnim strukturama. Mješovite facije su više razvijene u jugoistočnom dijelu navlake. Paleotransport je bio različit za sve tri facije: u karbonatnoj je bio pretežno ka sjeverozapadu, pjeskovitoj ka jugoistoku a u miješanoj ka zapadu-sjeverozapadu.

Navlaka bosanskog fliša ima specifičan i veoma složen tektonski sklop. U literaturi je ona prikazana kao skup nabora: uspravnih, prevrnutih, poleglih, zagnjurenih i izoklinih za generalnom vergencijom prema jugozapadu, sa osama različite orijentacije. Nabori u flišu su u velikoj mjeri nastali pod uticajem pokrovne Durmitorske navlake (Dimitrijević, 1993) i to podvlačenjem fliša u smjeru od 65°. Ovo su također sugerirali AMOCO stručnjaci 1989.

U sklopu ove velike navlake spadale bi i tektonska jedinica Igmana, Bjelašnice i Visočice.

Tektonska jedinica Igman izgrađena je od krečnjaka s mjestimičnim ulošcima dolomita i dolomitičnih krečnjaka. Predstavlja sinklinu poleglu na jugozapad, a njeno sjeveroistočno krilo prolazi u antiklinu sa donjotrijaskim sedimentima u jezgu (jugozapadni dio Sarajevskog polja). U sjeveroistočnom krilu, na području Vojkovića - Krupac, utvrđene su anizijske i ladinčke sedimentne naslage.

Od jedinice Bjelašnica odvojen je rasjedom Blažuj - Brezovača - Presjenica. Duž ovog rasjeda došlo je do navlačenja na Bjelašnicu. Sjeveroistočnu granicu tektonske jedinice Igman čini Busovačka rasjedna zona. Na jugoistoku jedinice je Krupački rasjed koji predstavlja granicu sa tektonskom jedinicom Ledići.

Tektonska jedinica Bjelašnica izgrađena je od krečnjaka srednjeg i gornjeg trijasa. U ovoj jedinici su izraženi blagi plikativni oblici pravca sjeverozapad - jugozapad. Na Bjelašnici je interesantan nepravilni nabor sa skoro uspravnim, djelomično poleglim i raskinutim sjeveroistočnim krilom koje čini glavno bilo planine. Generalno posmatrano ova jedinica je navučena preko jursko - krednog fliša na jugozapadu.

Tektonska jedinica Ledići izgrađena je od klastita donjeg trijasa, krečnjaka i tufova srednjeg trijasa i jursko-krednih sedimenata. U strukturnom pogledu predstavlja prevrnutu boru koja je dijelom navučena na jedinice Igman i Bjelašnica, a kasnije je razlomljena i smještena duž Krupačkog rasjeda.

Tektonska jedinica Ljubina predstavlja dio velike jedinice pasivnog kontinentalnog oboda B. Luka - Sarajevo. Jedinica je izgrađena od flišnih i paraflišnih sedimenata. Interesantno je napomenuti da njeno pružanje kao i pružanje tektonske jedinice Ledići, odstupa od dinarskog pružanja i ima pravac uglavnom sjever - jug. U ovom

dijelu konstatovan je veliki broj većih i manjih nabora koji su dijelom izoklini s polijeganjem prema zapadu. Ovo okretanje pravca struktura kao i znatnu ubranost flišnih sedimenata možemo objasniti većim pritiscima sa jugoistoka, odnosno da su bili neposredna podina Durmitorske navlake, kao i horizontalna kretanja duž sarajevskog rasjeda

4.1.2.2.3 TEKTONSKI BLOK SREDNJOBOSANSKO ŠKRILJAVO GORJE

Jugozapadno područje Sarajevo-Ilidža zahvata krajnje istočne dijelove alohtonog paleozojskog kompleksa Srednjobosanskog škriljavog gorja koje se karakteriše veoma različitim litološkim sastavom, stratigrafijom, metamorfizmom, mineralnim sirovinama i tektonskim karakteristikama koje se u mnogome razlikuju u odnosu na ostale palezojske terene Dinarida.

Izgrađen je od variscijskih metasedimenata, metavulkanita, krečnjaka i dolomita i post-variscijskih permskih formacija. Najstarije stijene su ordovicijske i silurske metamorfne sekvence nastale u uslovima facije zelenih škriljaca. Metamorfne sekvence su izgrađene od kvarc-muskovitskih, hloritskih, hloritoidnih, epidotskih škriljaca i kvarcita i podređeno krečnjaka i dolomita. U njih su smještene manja ili veća geološka tijela riolita i podređeno metabazalta. Uz riolite na mnogo mjesta su prisutni piroklastiti. Preko silurskih metamorfnih sekvenci leže transgresivno platformski karbonati devona. Post-variscijski sedimenti gornjeg perma predstavljeni su brečama, konglomeratima, kvarcno-karbonatnim škriljcima, krečnjacima i evaporitima.

U Srednjobosanskom škriljavom gorju prepoznate su četiri generacije nabora, koji pripadaju Alpskoj orogenezi. Starije deformacije je veoma teško prepoznati.

Strukturna analiza (Hrvatović, 1997) sugerise klizanje paleozojskog bloka Srednjobosanskog škriljavog gorja po mezozojskog, pretežno, karbonatnoj podlozi na što nas upućuje i čitav niz navlaka jugozapadno od SBŠG.

U sklopu ove velike tektonske jedinice Mojičević (1978) izdvaja dvije manje jedinice 1)Bradina-Tarčin i 2) Hadžići.

4.1.2.2.4 SARAJEVSKO-ZENIČKI BASEN

Današnji položaj i struktura Sarajevsko-zeničkog basena rezultat je postorogenetskih procesa u Dinaridima koji su bili zahvaćeni snažnim oligocensko-neogenskim pružno-kliznim (strike-slip) rasjedanjem koje je bilo vjerovatno uvjetovano SSZ rotacijom Afrike i njezinim uklinjavanjem u južni rub Euroazije. Taj mehanizam snažnog pružno-kliznog rasjedanja predstavljao je osnovni mehanizam za nastanak izduženih depresija u kojima su nastajali neogenski slatkovodni međuplaninski (intramontin) baseni kao što je Sarajevsko-zenički bazen.

Tektonska jedinica Sarajevsko - zenički bazen, na kartiranom području, predstavljena je Sarajevskim poljem, gdje su taloženi mlađi sedimenti miocena.

U tektonskoj građi ovog područja pored navlaka poseban značaj imaju gravitacioni rasjedi. Tu je prije svega potrebno naglasiti dva glavna sistema gravitacionih rasjeda. Prvi sistem je skupina rasjeda pravca pružanja sjeverozapad-jugoistok, a druga sjever-jug. Prva grupa rasjeda, u profilu jugozapad-sjeveroistok, počinje

rasjedom koji se pruža obodom planine Igman, zatim slijedi kasindolski, bruski i rasjed Miljacke kao najseverniji. Druga grupa rasjeda, pružanja upravnog na prvu grupu, predstavljena je rasjedima duž Presjenice (krupački rasjed), brezovačkim i rasjedom Zujevine.

Prva grupa rasjeda čine, u literaturi, poznatu busovačku rasjednu zonu (koja se na seizmičkim profilima izdvaja kao dubinski rasjed na potezu od Jajca do Crne Gore).

Glavni rasjed ove zone pruža se obodom Igmana (zona Ilidže) koji ustvari predstavlja više paralelnih i subparalelnih gravitacionih rasjeda (ukupne širine do 2,5 km), Zona ovog rasjeda ima veliki ekonomski značaj. Za nju su vezana poznata izvorišta termomineralnih i mineralnih voda na potezu Ilidža – Blažuj. Vertikalna kretanja duž ovog rasjeda su oko 1500 m. Također je potrebno naglasiti desna horizontalna kretanja za što imamo dokaz dijagonalne antiklinalne forme u Sarajevsko-zeničkom neogenskom basenu. U zoni ovog rasjeda su najplići karbonatni sedimenti koji su kolektori termomineralnih voda na Ilidži.

U profilu prema sjeveroistoku slijedi kasindolski rasjed. Rasjed predstavlja graničnu zonu geotermalne zone Ilidža. Istražnim bušenjem (IB-6) i geofizičkim ispitivanjima utvrđeno je značajno gravitaciono kretanje sjevernog rasjednog bloka. Bušotinom IB-6 utvrđena je debljina neogenskih sedimenata od 600 m koji leže na sedimentima donjeg trijasa.

Dalje slijedi bruski rasjed koji ispod neogenskih naslaga izbija na površinu kod Čoline Kape i dalje se pruža sjevernim padinama Trebevića. Ovo je značajan rasjed duž kojeg je izvršeno gravitaciono kretanje trijaskih sedimenata tako da su u isti nivo dovedeni donjotrijaski i gornjotrijaski sedimenti. Procjenjuje se da su ta, vertikalna, kretanja bila preko 500 m. Kretanja u zoni Sarajevsko-zeničkog basena su vjerovatno bila i veća.

Najsjeverniji, u skupini rasjeda Bosovačke rasjedne zone je rasjed Miljacke. Ovim rasjedom je odvojena jedinica Trebića i Jahorine od Hreše i Crepoljskog. Rasjed je trasiran rijekom Miljackom, u čijem dubokom koritu su otkrivene verfenske naslage (Dariva, Čair). Duž ovog rasjeda došlo je do spuštanja Trebevića i izdizanja područja Hreša-Crepoljsko. U samom Sarajevu, ovaj rasjed je pokriven neogenskim sedimentima.

Za razmatranje tektonike ovog područja posebno je važno naglasiti da je u prostoru između kasindolskog rasjeda i rasjeda Miljacke došlo do spuštanja čela durmitorske navlake. Na sjevernom krilu rasjeda Miljacke, čelo durmitorske navlake nalazi se na visini od oko 1000, dok je čelo navlake od rijeke Miljacke do Krupca pokriveno neogenskim sedimentima. Cijeni se da su ta vertikalna kretanja bila preko 1000 m. Na ovakav zaključak navode nas i rezultati istražne bušotine IB-6 na Stupu, koja je vjerovatno nabušila verfen iz čela durmitorske navlake. Ovo je veoma značajno zbog usmjeravanja daljih istražnih radova u zoni termomineralnih voda na Ilidži.

Druga grupa rasjeda započinje krupačkim rasjedom, koji predstavlja istočnu granicu planine Igman. Pruža se od Krupca do kanjona Rakitnice na dužini od oko 30 km. Rasjed ima je značajan jer se nalazi u zoni čela durmitorske navlake, odnosno u kontaktnoj zoni između dvije velike tektonske jedinice: Durmitorske navlake i navlake Bosanskog fliša.

U profilu prema sjeverozapadu slijedi rasjed Brezovače koji se sa Igmana pruža preko vrela rijeke Bosne i dalje produžava do rasjeda Miljacke. Ovaj rasjed vjerovatno predstavlja vanjsku graničnu zonu glavne geotermalne zone Ilidža. Na to nas upućuje izvorište termomineralne vode Ilidžanski dijamant (temperatura vode 24°C) koje se nalazi u sjeverozapadnom bloku, dok se u jugoistočnom bloku nalaze vode veće temperature i drugačijeg hemijskog sastava.

Dalje slijedi rasjed Zujevine koji predstavlja graničnu zonu prema Srednjobosanskom škrljavom gorju. Pravac pružanja rasjeda je sjeveroistok-jugozapad. U sjeverozapadnom rasjednom bloku poseban važnost imaju krečnjaci u kojima se mogu pronaći značajne količine pitke vode. Jugoistočni blok pripada zapadnom podnožju

planine Igman u kome se nalaze verfenski klastiti, grusificirani dolomiti gornjeg trijasa koji su navučeni na jursko-kredne flišne sedimente.

4.2 GEOFIZIČKA ISTRAŽIVANJA

U periodu 1951-1970. godine, po prvi put u jugozapadnom dijelu Sarajevskog polja izvedena su geofizička istraživanja putem 235 geoelektričnih sonde AB/2 = 5-200 m, radi određivanja debljine i prostiranja šljunkovito-pjeskovitih vodonosnih horizonata. Istraživanja su izvedena na Stupu, Bačevu, Plandištu, Reljevu, Hrasnici, Vrelu Bosne, Ilidži i Butmiru.

Za potrebe hidrogeoloških istraživanja termomineralnih voda Ilidže, izvršena su 1983. i 1987. godine, geoelektrična sondiranja i profiliranja, te geotermičko sondiranje, čiji je cilj bio dobivanje podataka o hidrogeološkim odnosima, te strukturno-tektonskim prilikama užeg i šireg područja Banje Ilidža.

Prema veličini specifičnog električnog otpora, dubinskom odnosu i prostornom položaju, izdvojeno je šest geoelektričnih sredina, koje odgovaraju stijenama različite starosti i litološkog sastava.

Sredina VI s otporima <100 do 500 Ω m interpretirana je kao sredina karbonatnih naslaga, sa ili bez termomineralnih voda. U užem području Banje Ilidža, karbonatni sedimenti s termomineralnom vodom ne pokazuju ovako visoke otpore, zbog visoke električne vodljivosti predmetne vode, te je ovo područje označeno kao geotermalna zona.

Izdvojena su područja blokovske tektonske strukture terena, ograničena rasjedima sa različitim dubinama do karbonatnih naslaga – rezervoara termomineralnih voda u širem području Ilidže, s brojnim diskontinuitetima. Najmanje dubine (< 100 m), ustanovljene su u zoni Lužani i Zmijaska Stijena – izvori voda – lijeva obala Željeznice.

Ova interpretacija pretežno se oslanja na rezultate bušenja, s obzirom da geoelektrika nije u mogućnosti definirati litologiju, zbog mogućih višeznačnih tumačenja.

Kao specifično, izdvojeno je šire područje oko izvora i bušotina termomineralnih voda geotermičkim mjerenjima sa povišenim temperaturama tla. Najviša temperatura tla zabilježena je oko bušotine PP-1 i na 1,5 metara dubine, a iznosi 31,7 °C. Udaljavanjem od ove tačke, temperatura tla opada.

Geotermalna zona po dubini ima otpore 10-200 Ω m. Zbog netipičnih specifičnih otpora, kao i visokog nivoa električnih smetnji u tlu, bilo je onemogućeno dobivanje podataka za veće dubine od 200 m od površine terena, što znači da dubina karbonatne podloge u ovoj zoni nije definirana.

Tokom 1987. godine, izvršena su gravimetrijska i dublja geoelektrična sondiranja u odnosu na 1983. u pojasu Gornji Kotorac – Ilidža – Vreloboško polje, dok su plitka seizmička refleksivna ispitivanja izvedena u zonama za lociranje geotermalnih bušotina. Njihov cilj bio je bolje upoznavanje litostratigrafskih odnosa i tektonskih elemenata za proširenje prostora istraživanja toplih voda u širem području Ilidže.

Geoelektričnim ispitivanjima na prostoru Gornji Kotorac – Ilidža – Mekote, pretpostavljene su zone prostiranja karbonatnih stijena na dubinama 200, 200-400, 400-600 i preko 600 m. Ova rejonizacija nije dokazana bušotinama IB-4 i IB-7, putem kojih se u karbonate ušlo na 189 m, odnosno 76,80 m. Prema geofizičkim podacima, pojava karbonata u tom prostoru očekivana je na dubini 200-400 m.

Geoelektričnim istraživanjima teren je jasno izdvojen u rasjedne blokove, a na svim profilima u bazi neogena definirana je sredina s otporima 200-500 Ω m, koja do sada nije nabušena niti jednom bušotinom. Također se ne zna kakve su tvorevine u podini ovih sedimenata. Sjeveroistočno od linije bušotina IB-7 – Donji Kotorac, na svim

profilima je rasjed skoka 500-600 m (ili više rasjeda), kojima je krovinsko krilo spuštено, što je dokazano i na bušotini IB-6.

Ovaj rasjed bi se pružao preko Ilidže, Kamenjače i kiseljaka u Blažuju.

Pozitivne gravimetrijske anomalije koreliraju sa uzdignutim tektonskim blokovima u kojima su karbonatne tvorevine na dubinama do 200 m i 200-400 m od površine terena. Najizraženiji gravimetrijski maksimumi i minimumi dobiveni Bouguerovim anomalijama koreliraju s anomalijama gravitacionog reziduala.

Gravimetrijski maksimumi također uglavnom korespondiraju s geoelektričnim podacima i pružaju se u zoni Gornji Kotorac – Sokolović Kolonija – Ilidža – Mekote, dok su gravimetrijski minimumi istočno i sjeveroistočno od ove zone i predstavljaju sinklinale debelih neogenih sedimenata (IB-6).

Potrebno je naglasiti da refleksivna seizmička ispitivanja nisu mogla odvojiti horizonte neogena od trijaskih karbonata i donjeg trijasa u zoni Ilidža – bušotina IB-6.

4.2.1 ANALIZA PALEORELJEFA PREDSTAVLJENOG TRIJASKIM SEDIMENTIMA

Područje izvorišta Sarajevsko polje koje je izgrađeno od mezozojskih naslaga (dijelovi Igmana i Bjelašnice) pripada navlaci Bosanskog fliša dok dio koji obuhvata Sarajevsko polje spada u postorogene neogenske i kvartarne sedimente Sarajevsko-zeničkog basena.

Generalni pravac pružanja navlake u području je sjeveroistok-jugozapad, što odstupa od njezinog generalnog pravca pružanja sjeverozapad-jugoistok. U navlaku Bosanskog fliša, sa svojim obodima, spadaju masivi Igmana i Bjelašnice. Na sjeverozapadnom obodu masivi Igmana i Bjelašnice su sa jursko-krednim flišnim sedimentima, u podlozi, navučeni na mezozojske i paleozojske naslage Srednjobosanskog škriljavog gorja. Čelo navlake je markirano izoklinim naborima, revrsnim rasjedima i tektonskim kontaktima što se može vidjeti na kamenolomu dolomita na Igmanu (flišni sedimenti navučeni na trijaskе dolomite), pa preko izoklino ubranih verfenskih sedimenata na lokalitetu Genge, pa do lokaliteta bušotine u Coca coli i Šaminom Gaju.

Jugoistočnu granicu Igmana čini Krupački rasjed koji se nalazi uz čelo velike Durmitorske navlake, koja je navučena na Igman i Bjelašnicu. Kontakti navlačenja mogu se vidjeti u Presjenici i na Bjelašnici.

Sjeverno od Igmana prostire se Sarajevsko polje, gdje su, neogeni i kvartarni sedimenti zamaskirali odnose između geoloških formacija tako da se rješavanje tektonskih karakteristika ovog dijela terena vršilo na bazi do sada izvedenog istražnog bušenja, podataka geofizičkih istraživanja, geološkog kartiranja i analize satelitskih snimaka.

Sarajevsko polje predstavlja dio tektonske jedinice Sarajevsko-zenički neogeni bazen.

U tektonskoj građi ovog područja pored navlaka poseban značaj imaju gravitacioni rasjedi – rasjedne zone. To je prije svega Busovačka rasjedna zona koju čini sistem gravitacionih rasjeda pravca pružanja sjeverozapad-jugoistok. Busovačka rasjedna zona počinje rasjedom na sjevernom obodu Igmana, zatim slijedi niz rasjeda u centralnim dijelom Ilidže, kasindolski i na kraju rasjed Miljacke.

Druga grupa rasjeda je upravna na pružanje Busovačke rasjedne zone. To su Krupački, Brezovački i rasjed Zujevine. Postoji još čitav niz manjih paralelnih rasjeda koji su uticali na konačnu strukturu ovog područja.

Busovačka rasjedna zona ima veliki ekonomski značaj. Za nju su vezana poznata izvorišta termomineralnih i mineralnih voda na potezu Ilidža – Blažuj. Vertikalna kretanja duž ovog rasjeda su oko 1500 m. Također je potrebno naglasiti desna horizontalna kretanja za što imamo dokaz dijagonalne antiklinalne forme u Sarajevsko-zeničkom neogenskom basenu.

Glavna geotermalna zona Ilidže (gdje su nabušene termomineralne vode temperature 58°C, kapaciteta oko 250 l/s) je locirana u centralnom dijelu Busovačke rasjedne zone.

Sjeverno od ove rasjedne zone, nalazi se Kasindolski rasjed, koji je dokazan geofizičkim ispitivanjima i istražnim bušenjem (IB-6) dubine 624 m.

Najsjeverniji, u skupini rasjeda Busovačke rasjedne zone je rasjed Miljacke. Ovim rasjedom je odvojena jedinica Trebevića i Jahorine od Hreše i Crepoljskog. Duž ovog rasjeda došlo je do spuštanja Trebevića i izdizanja područja Hreša-Crepoljsko. U samom Sarajevu, ovaj rasjed je pokriven neogenkim sedimentima.

Za razmatranje tektonike ovog područja posebno je važno naglasiti da je u prostoru između kasindolskog rasjeda i rasjeda Miljacke došlo do spuštanja čela durmitorske navlake. Na sjevernom krilu rasjeda Miljacke, čelo durmitorske navlake nalazi se na visini od oko 1000, dok je čelo navlake od rijeke Miljacke do Krupca pokriveno neogenkim sedimentima. Cijeni se da su ta vertikalna kretanja bila preko 1000 m. Na ovakav zaključak navode nas i rezultati istražne bušotine IB-6 na Stupu, koja je vjerovatno nabušila verfen iz čela durmitorske navlake. Ovo je veoma značajno zbog usmjeravanja daljih istražnih radova u zoni termomineralnih voda na Ilidži.

Druga grupa rasjeda započinje krupačkim rasjedom, koji predstavlja istočnu-jugoistočnu granicu planine Igman. Pruža se od Krupca do kanjona Rakitnice na dužini od oko 30 km. Rasjed je značajan jer se nalazi u zoni čela durmitorske navlake, odnosno u kontaktnoj zoni između dvije velike tektonske jedinice: Durmitorske navlake i navlake Bosanskog fliša.

U profilu prema sjeverozapadu slijedi rasjed Brezovače koji se sa Igmana pruža preko vrela rijeke Bosne i dalje produžava do rasjeda Miljacke. Ovaj rasjed vjerovatno predstavlja vanjsku graničnu zonu glavne geotermalne zone Ilidža. Na to nas upućuje izvorište termomineralne vode Ilidžanski dijamant (temperatura vode 24°C) koje se nalazi u sjeverozapadnom bloku, dok se u jugoistočnom bloku nalaze vode veće temperature i drugačijeg hemijskog sastava.

Dalje slijedi rasjed Zujevine koji predstavlja graničnu zonu prema Srednjobosanskom škriljavom gorju. Pravac pružanja rasjeda je sjeveroistok-jugozapad. U sjeverozapadnom rasjednom bloku posebna važnost imaju krečnjaci u kojima se mogu pronaći značajne količine pitke vode. Jugoistočni blok pripada zapadnom podnožju planine Igman u kome se nalaze verfenski klastiti, grusificirani dolomiti gornjeg trijasa koji su navučeni na jursko-kredne flišne sedimente.

Centralni dio Sarajevskog polja predstavlja geotermalna zona Ilidže.

Područje Sarajevskog polja, po neotektonskoj podjeli Bosne i Hercegovine pripada Dinarskoj neotektonskoj oblasti. Neotektonska kretanja se karakterišu vertikalnim i horizontalnim kretanjima uzdužnih i poprečnih rasjeda. Tako je došlo do formiranja blokova koji su sa svih strana definisani rasjedima koji su međusobno kaskadno postavljeni.

Ovdje se prije svega misli na intenzitet i aktivnost vertikalnog i horizontalnog pomjeranja duž ranije formiranih dubokih diskontinuiteta kroz neogen i kvartar. Osnovni neotektonski produkti u ovom području, pored normalnih rasjeda i elemenata fosilnog reljefa (rijечne terase) jeste u prvom redu potolina Sarajevsko - zeničkog basena, kvartarna potolina Sarajevskog polja i planinski masiv Igmana i Bjelašnice.

Prema podacima (Vidović, 1971.) učinak vertikalnih izdizanja (pozitivnih) u Dinaridima Srednje Bosne je od 900-1.700 m. Iznos negativnih kretanja iznosi do 600 m u jugozapadnom obodu Sarajevsko-zeničkog basena.

Neotektonska aktivnost na ovom dijelu terena odvijala se u dvije faze. Prva faza se odlikovala intenzivnim razlamanjem, na šta nam ukazuju debljina i litofacijalni sastav neogenskih naslaga. U drugoj neotektonskoj fazi vezanoj za mlađi pleistocen, dolazi do ubrzanijeg dizanja, pojačavaju se rasjedne strukture između Igmana i Sarajevskog polja. Duž poznate Busovačke rasjedne zone pored vertikalnih kretanja koja su i preko 2.500 m (Hrvatović, 1997.) dolazi i do horizontalnih pomjeranja na što ukazuju dijagonalni nabori u Sarajevsko - zeničkom basenu. Ova neotektonska aktivnost je pojačala kaskadni odnos tektonskih blokova.

Kvartarna depresija Sarajevskog polja formirana u neogenskoj patolini (posebno potez Ilidža - obod Igmana) ukazuje nam na pleistocenu pulzativnu aktivnost i na savremena kretanja lokalizovana po određenim tektonskim pravcima upravnim i dijagonalnim na Busovačku rasjednu zonu.

Neotektonska aktivnost je uticala na promjenu hidrogeoloških osobina stijena. Uslijed intenzivnog izdizanja planinskih masiva Igmana i Bjelašnice, aktivirani su eroziona - denudacioni procesi vrlo visokog stepena razorenosti, što je u tektonski polomljenim stijenama uvjetovalo eroziona skidanje, karstifikaciju terena, stvaranje vrtača, promjenu hidrogeološkog i hidrološkog režima.

Posebno je potrebno pomenuti da se u tektonskim blokovima mogu sa velikom vjerovatnoćom pretpostavljati postojanje većih kaverni, ponora, pukotinskih sistema i rasjeda duž kojih su vršena kretanja i koji mogu biti dovodni kanali vode.

Na sintetskoj strukturno-geomorfološkoj karti 1:25.000 prikazani su izdvojeni tektonski blokovi od 1 do 16 sa dubinama do karbonatnih trijaskih naslaga u jugozapadnom dijelu Sarajevskog polja na potezu Ilidža - Sokolovići - Dobrinja – Hrasnica te blokovi 17, 18 i 19 koji su izdvojeni na Igmanu i Bjelašnici.

U Sarajevskom polju, Izdvajanje tektonskih blokova izvršeno je analizom rezultata istražnog bušenja geoelektričnih, gravimetrijskih i seizmičkih ispitivanja. Također su korišteni podaci geološkog kartiranja, analize satelitskih i avionskih snimaka posebno za karbonatne masive Igmana i Bjelašnice.

dobiveni rezultati bušenja i geofizike su potvrdili da je na stvaranje paleoreljefa u ovom dijelu terena presudnu ulogu odigrala Busovačka rasjedna zona što je evidentirano istražnim bušenjem. Značajnu ulogu u formiranju današnje strukture ovog dijela Dinarida imao i Sarajevski poprečni rasjed (rasjedna zona) koji je maskiran navlačenjima i neogenskim sedimentima Sarajevsko-zeničkog basena.

Tip struktura u Sarajevsko-zeničkom basenu, njihova orijentacija i pravac tonjenja ukazuju na činjenicu da je Busovačka rasjedna zona, pored vertikalnih pomjeranja i oscilacija pojedinih blokova bio i rasjed horizontalnog tipa u periodu kompresije, što je prouzrokovalo stvaranje dijagonalnih rasjeda i nabora u Sarajevsko-zeničkom basenu.

Blok 1 izdvojen je u zoni banje Ilidže, u kome su istražno-eksploatacionim bušnjem (IB-2, IB-1, B-10 A, B-III, PP-1 itd.) utvrđene termomineralne vode temperature 58 °C. Blok ima površinu od oko 1 km². Nalazi se u centralnom dijelu Busovačke rasjedne zone. Sjeveroistočnu granicu ovog tektonskog bloka čini Kasindolski rasjed. Svim dosadašnjim istraživanjima (bušenje i geofizika) utvrđeno je da ovaj blok ima termomineralne vode najviših temperatura.

Bušotina PP-1 dubine 92 m, je na 54 m ušla u dolomite i nabušila vode temperature 58°C sa samoizljevom od Q = 50 l/s. Bušotina B-10a, dubine 77 m ostala je u kvarcnim pijescima, (vjerovatno pliocena), a bušotina B-3a od 21,6 m, nabušila je termomineralne vode 57°C i Q = 22 l/s.

Bušotina IB-1 dubine 43,7 m (dno bušotine je ostalo u konglomeratima vjerovatno kvartara) sa samoizljevom od Q = 75 l/s i t_v = 58°C. Već na dubini od 9,20 m došlo je do erupcija s visokim pritiskom vode i plina i zbog

nepovoljnih uslova bušenja, bušotina je zaustavljena na 43 m dubine, ali nije pretvorena u eksploatacioni objekat. Planirana dubina ove bušotine bila je 500 m.

Bušotina IB-2 (kod Zmijske stijene) ima dubinu 246,1 m. Bušotina je ušla u karbonate trijasa na dubini od 47,70 m iz kojih nije izašla do dna bušotine. Karbonati su predstavljeni dolomitičnim krečnjacima. Prilivi vode su od 74 - 238 m. Ukupna arteška izdašnost je $Q = 100 \text{ l/s}$, prosječna temperatura $58,5^{\circ}\text{C}$,

Iz naprijed navedenog bloka 1 možemo nazvati glavni geotermalni blok Ilidže u kome bi trebalo izvesti buduća istražna bušenja u cilju utvrđivanja termomineralnih voda viših temperatura. Istražnim bušenjem i geofizičkim istraživanjima utvrđeno je da se trijaski karbonati, koji su akviferi termomineralnih voda nalaze neposredno ispod kvartarnih naslaga debljine 40 do 50 m.

Blok 2 izdvojen je jugoistočno od bloka 1. U površini ovog bloka izvedene su duboke bušotine IB-4 i IB-7 gdje je utvrđena dubina do trijaskih karbonata od 76 do 200 metara. U jugozapadnom dijelu bloka u zoni bušotine IB-4 dubina do trijasa (karbonati $T_{2,3}$) je 188,9 m i veća je nego u sjeveroistočnom dijelu u zoni bušotine IB-7. Ova razlika u dubinama je vjerovatno posljedica što dio bloka u zoni bušotine IB-4 zahvata centralne dijelove Busovačke rasjedne zone gdje je tektonsko kretanje bilo najintenzivnije.

Bušotina IB-7 - Poljoprivredno dobro Butmir, nabušila je kvartar (29 m), miocen (29 - 76,80 m), karstificirane krečnjake vjerovatno gornjeg trijasa (76,80 - 161,00 m), glinovite pretaložene, alternirane dijabaze ladinika (?) (161,00 - 174,00 m. Ovdje je potrebno naglasiti da razlike u litološkim članovima između bušotina IB-4 i IB-7 ukazuju na postojanje jednog rasjeda između ove dvije bušotine čiji je skok najmanje 100 m. Prema rezultatima bušenja i geofizičkog geoelektričnog profiliranja dubina do trijaskih karbonata u sjeveroistočnom dijelu bloka je 70-100 m a u jugozapadnom od 180-200 m. Temperature vode u ovom bloku su od 17 do 22°C , a hemijski sastav se dosta razlikuje od voda iz bloka 1.

Blok 3 nalazi se između D. Kotorca i rijeke Željeznice, ima dubinu do trijaskih naslaga, koja je određena seizmičkim ispitivanjima duž jednog profila pravca SI – JZ, oko 370 metara. Sjeveroistočno od ovog bloka, koji je omeđen rasjedom, dubina do trijasa je preko 600 m.

Sa jugozapadne strane ovog bloka je tektonski **blok 4** u sklopu kojeg je seizmičkim ispitivanjima utvrđena dubina do trijaskih naslaga oko 550 m. Ovaj blok je izdvojen u vidu uske zone pružanja SZ - JI u centralnom dijelu Busovačke rasjedne zone. Blok predstavlja tektonski rov.

Dalje u pravcu jugozapada prema Hrasnici dolazi do oplićavanja do trijaskih naslaga prema Igmanu do dubine oko 40 metara. U toj zoni je izdvojen **blok 5**.

U graničnom dijelu **bloka 5** prema **bloku 4** (neposredno jugozapadno od Željeznice) dubina do trijaskih naslaga je 250 m, a na potezu od kote 508,5 do 512,1 m je 310 m do trijasa. Dalje prema bušotini SK - 3 dolazi do oplićavanja, gdje je dubina do trijaskih naslaga oko 120 m. Bušotina SK - 3 je nabušila koševsku seriju sa ugljenim slojem na dubini od oko 100 m.

Blok 6 izdvojen je u centralnom dijelu terena (Sokolović Kolonija - Duge Njive), gdje dubina do trijaskih naslaga ide do 400 m, što je određeno na osnovu geoelektričnih (geofizičkih) ispitivanja. Nalazi se sjeverozapadno od **bloka 5**, prema Sokolović Koloniji. Sjeveroistočnu granicu bloka čini središnji dio Busovačke rasjedne zone, a jugozapadnu rasjed uz podnožje Igmana. U zoni ovog bloka nema istražnih radova na dublje horizonte (trijas - neogen), kao što su trijaski karbonati, po pitanju vodosnabdijevanja.

Blok 7 izdvojen je u produžetku **bloka 6** u pravcu sjeverozapada od Sokolović Kolonije do Bačeva. Dubina do trijasa varira od 150 do 300 m. Blok je smješten između blokova 1 i 9 i predstavlja tektonski rov. Ova navedena dubina do trijasa dobivena je geofizičkim, geoelektričnim sondiranjem i istražnim bušenjem.

Blok 8 je izdvojen između blokova 2 i 3 predstavlja rov između njih. Dubina do trijaskih naslaga u površini ovog bloka je veća od 600 m, što je određeno geofizičkim ispitivanjima. Imajući u vidu tektoniku na jugoistoku i istoku Sarajevskog polja moguće je pretpostaviti da ovaj blok predstavlja zonu čela Durmitorske navlake koja je maskirana neogenskim sedimentima.

Blok 9, izdvojen je sjeverozapadno od bunara Bačevo, gdje su izvedene bušotine PS-10, PS-6a i druge koje su nabušile karbonate trijasa. Dubina do trijaskih karbonata je 75 - 100 m, a preko njih leže naslage koševske serije sa fragmentima uglja.

Blok 10, izdvojen je jugozapadno od bloka 7 sa užom osom pravca Bare - Stojčevac. Dubina do trijaskih naslaga (karbonata) u sjeverozapadnom dijelu bloka utvrđena je bušotinom F-9 i ona je 65 m, a u području Bara je oko 115 m, dok u pravcu Glavogodine, prema geofizičkim podacima, dolazi do produbljivanja do trijaskih naslaga (vjerovatno karbonata) do 250 metara.

U tektonskom **bloku 11** na njegovoj jugozapadnoj granici uz Igman, karbonati trijasa izdanjuju, dok se u pravcu udaljavanja od oboda prema bloku 9 i 10 dubina povećava do 100 m.

Dubina do karbonata u tektonskom **bloku 12** je 40 - 100 m dok uz obod Igmana karbonati su na površini i u njima se nalaze izvori pitke vode.

Tektonski **blok 13** nalazi se istočno od Plandišta. Dubina do karbonata trijasa utvrđena je istražnim bušenjem i ona iznosi od 6 - 40 m. Ova dubina utvrđena je istražnim bušenjem (B-1-Ilidžanski dijamant, te bušenjem šipova za mostove zaobilaznice oko Ilidže).

Tektonski **blok 14** izdvojen je u sjeverozapadnom produžetku bloka 1. U sklopu ovog bloka izvedena je bušotina IB-10 dubine 1100 m. Debljina šljunkovito- pjeskovitih zaglinjenih naslaga je 40 m. Dalje, u profilu slijede pliocensko-kvartarni pijesci i gline do 80 m dubine. Do 355 m bušeno je kroz laporovite gline, šljunkovite i pjeskovite gline, lapore, pješčare i proslojke uglja. Ove naslage leže na jako karstifikovanim brečastim krečnjacima (kaverne i pukotine zapunjene crvenicom i fragmentima krečnjaka). Ovaj tektonski blok je smješten između dva najbitnija rasjeda, za prodor vode iz podzemlja, na Ilidži kao i blok 1. Vjerovatno predstavlja graničnu zonu između termomineralnih voda temperatura 58° C i niskotermalnih voda kao što je Ilidžanski dijamant. Također je potrebno naglasiti da granicu blokova 13 i 14 čini Brezovački rasjed, kod koga je došlo do gravitacionog kretanja jugoistočnog bloka (blok 14).

U dalje produžetku prema sjeverozapadu izdvojen je tektonski **blok 15**. U sklopu ovog bloka u podini neogenskih sedimenata najvećim dijelom su zastupljene formacije Bosanskog fliša, na što nas upućuju izdanci na obodu polja na lokalitetu Mratnjevača. Bosanski fliš ovog lokaliteta je navučen preko gornjotrijaskih grusificiranih dolomita

Tektonski **blok 16** izdvojen je sjeveroistočno blokova 1, 2 i 14. Granicu između navedenih blokova i bloka 16 čini Kasindolski vertikalni rasjed koji predstavlja krajnju sjeveroistočnu granicu geotermalne zone Ilidža. Dubina do karbonata trijasa je veća od 1000 m na što nam ukazuju i podaci bušotine IB-6 koja je nabušila neogenske sedimentne dubine preko 624 m.

Iz naprijed navedene analize može se zaključiti da je Kasindolskim rasjedom, koji se pruža sjeveroistočno od bušotina IB-2 i IB-7, pravcem SZ - JI spušten sjeveroistočni dio basena nekoliko stotina metara, na što nas navodi i bušotina IB-6 koja je u tom dijelu terena ispod koševske serije nabušila verfen. To je na karti tektonski blok 16 koji se pruža od Kasindola preko Dobrinje do Dogloda. Idući dalje, prema Rajlovcu dubina do karbonata se povećava i vjerovatno iznosi oko 1500 m.

Geofizička ispitivanja su pokazala da je teren izrasjedan u blokove i da u bazi neogena postoje sredine s prirodnim specifičnim električnim otporom od 200 - 500 ohm - metara, koje nisu do sada nabušene u blokovima 3, 5, 6, 8, 14, 15 i 16.

Na geološkoj karti 1:25 000, obzirom na blizinu površine karbonatnih trijaskih naslaga u obodnoj zoni Igmana od Vojkovića do Vrela Bosne, posebno su izdvojeni tektonski blokovi 10, 11 i 12.

Iz prikazanih geoloških profila i do sada izvedenih dubokih bušotina i bunara, geofizičkih radova, postojanja izvora termomineralnih voda, te prilično jasnom zonom razdvajanja pitkih i termomineralnih voda na Ilidži najpogodnija lokacija za izvođenje strukturno-istražnog bušenja, koja bi nabušila karbonatne akvifere termomineralnih voda temperature veće od 58 C°, je zona tektonskog bloka 1 ili glavnog geotermalnog bloka Ilidže.

Iz pregledne geomorfološko-tektonske karte terena vidi se da slivno područje izvorišta Sarajevsko polje zahvata planinu Igman i sjeverne padine Bjelašnice. Planina Igman, u profilu sjeverozapad-jugoistok, podijeljena je sa tri (3) rasjeda prvog reda na tri veća tektonska bloka (17, 18 i 19) blokove koji se međusobno mogu razlikovati po morfološkim elementima, tektonici i karstifikaciji. Sjeveroistočnu granicu planine Igman predstavlja busovačka rasjedna zona dok jugozapadnu granicu prema planini Bjelašnica čini rasjed prvog reda koji se pruža od Karaule na sjeverozapadu pa preko Malog i Velikog polja do Krupačkog rasjeda na jugoistoku. Tektonski blok 20 predstavlja sjeveroistočni obod planine Bjelašnica.

Tektonski **blok 17** izdvojen je na golom Brdu, sjeverozapadni obod planine Igman. Granicu prema bloku 18 predstavlja Brezovački rasjed (A) a granica prema sjeverozapadu predstavlja navlaka duž koje su navučeni krečnjaci i dolomiti gornjeg trijasa preko vodonepropusnih naslaga gornjokrednog fliša.

Na geomorfološko-tektonskoj karti u središnjem dijelu slivnog područja izdvojen je tektonski blok **18**. Ovaj tektonski blok zahvata padinu Igmana koja se izdiže iznad vrela Bosne i Semizovog vrela. Blok ima nepravilan oblik, međutim generalni oblik pružanja je sjeveroistok-jugozapad. Na jugozapadu je ograničen rasjedom Karaula-Malo polje-Veliko-polje (D) a na sjeveroistoku rasjedom u podnožju planine Igman. Navedeni rasjedi imaju pravac pružanja sjeverozapad-jugoistok. Gravitacioni Brezovački (A) rasjed predstavlja sjeverozapadnu granicu (granica prema tektonskom bloku 18) a jugoistočnu rasjed Hrasnica-Hrasnički stan (B) i dio rasjeda Vrutci-Veliko polje (E). U sklopu ovog bloka izdvojeni su gravitacioni rasjedi pravca pružanja sjeveroistok-jugozapad i sjeverozapad-jugoistok. Posebno je potrebno naglasiti da je u ovom tektonskom bloku bojenjem dokazana (sa Velikog polja i Hrasničkog stana) podzemna vodna veza sa vrelom Bosne, Stojčevac, Semizovo vrelo i Vrutci.

Na krajnjem jugoistočnom dijelu planine Igman, izdvojen je tektonski **blok 19**. Granica sa **blokom 18**, predstavljena je gravitacionim rasjedima B i E. Jugoistočnu granicu čini rasjed Krupac (C). Iz ovog tektonskog bloka izvire vrelo Večerice i vrelo Bunice.

U krajnjem jugozapadnom dijelu sliva izvorišta Sarajevsko polje izdvojen je tektonski **blok 20**. Blok predstavlja sjeveroistočne padine planine Bjelašnice. Sjeveroistočnu granicu bloka čini veliki rasjed Karaula-Malo polje-Veliko-polje (D). Duž ovog rasjeda je veoma izražena karstifikacija što se vidi iz velikog broja vrtača a zapaženi su i ponori. Izgrađen je od krečnjaka srednje-gornjeg trijasa i krečnjaka gornjeg trijasa. Navedeni karbonati su jako karstifikovani. U okviru bloka izdvojeni su rasjedi pružanja sjeverozapad-jugoistok i sjeveroistok-jugozapad.

Fotogeološkom obradom avionskih i satelitskih snimaka izdvojeni su **rasjedi prvog i drugog reda**. Rasjedi prvog reda su jasno vidljivi na avionskim i satelitskim snimcima a dijelom su izdvojeni u karbonatnom masivu Igmana i Bjelašnice. Rasjedi prvog reda u Sarajevskom polju su izdvojeni na osnovu geofizičkih istraživanja i istražnog bušenja.

Statističkom obradom utvrđeno je da rasjedi prvog reda imaju pravac pružanja sjeveroistok-jugozapad (rasjedi A, B i C) i sjeverozapad-jugoistok (rasjedi D i E). Rasjedi prvog reda u Sarajevskom polju su paralelni Busovačkoj rasjednoj zoni. Rasjedi drugog reda grupišu se u dva glavna pravca pružanja i to sjeveroistok-jugozapad i sjeverozapad-jugoistok.

Na karti su izdvojeni slijedeći rasjedi prvog reda:

- Brezovački (A),
- Hrasnica-Hrasnički stan (B),
- Krupački (C) i
- rasjed Karaula-Malo polje-Veliko-polje (D)
- rasjed Vrutci-Veliko polje (E)

Brezovački rasjed (A) pruža se od Brezovače na jugozapadu pa do Vrela Bosne na sjeveroistoku i dalje se prostire u Sarajevsko polje. Dužina rasjeda od Brezovače do Vrela Bosne je oko 5 km. To je veoma značajan poprečni gravitacioni rasjed koji predstavlja granicu između tektonskih blokova 17 i 18. Geomorfološki je jasno izražen duž Točila.

Rasjed Hrasnica-Hrasnički stan (B) je gravitacioni rasjed koji predstavlja granicu između blokova 18 i 19. Pravac pružanja rasjeda je sjeveroistok-jugozapad. Sjeveroistočni kraj rasjeda se nalazi u Hrasnici a jugozapadni se spaja sa rasjedom Vrutci-Veliko polje (E). Ovaj rasjed predstavlja i graničnu zonu kretanja podzemnih voda između Hrasničkog vrela (VečERICA) i Semizovog Vrela. U blizini ovog rasjeda je i ponor na lokalitetu Hrasnički Stan u kojem je izvršeno bojenje. Analizama je utvrđeno da se boja pojavila na izvoru Semizov bunar i Vrutci. Iz ovog tektonskog bloka u podnožju Igmana nalazi se Hrasničko vrelo i vrelo Bunice.

Krupački gravitacioni rasjed (C) predstavlja jugoistočnu granicu planine Igman i tektonskog bloka 19. Pravac pružanja rasjeda je sjeveroistok-jugozapad. Prema podacima sa geološke karte jugoistočno krilo je spuštено. Ovaj rasjed se nalazi u zoni čela Durmitorske navlake. Duž njega su otkriveni slojevi donjeg i srednjeg trijasa.

Rasjed Karaula-Malo polje-Veliko polje (D) je jedan od najznačajnijih rasjeda u zoni izvorišta Sarajevsko polje. Rasjed ima pravac pružanja sjeverozapad-jugoistok i razdvaja planinu Igman i Bjelašnica. U zoni rasjeda je veoma izražena karstifikacija a utvrđeno je bojenjem da sve vode koje poniru izlaze na Vrelu Bosne. Sa ovim rasjedom se spaja rasjed Vrutci-Veliko polje (E), kod lokaliteta Grkarica, gdje se nalazi dio tektonskog bloka 18.

U direktnoj vezi sa orijentacijom strukturnih elemenata i litološkim sastavom sliva izvorišta Sarajevsko polje je stepen karstifikacije i cirkulacija podzemnih voda. Generalno, uglavnom krečnjački masivi Igmana i Bjelašnice karakterišu se nepravilnom mrežom karstnih kolektora koja za posljedicu ima vrlo složenu cirkulaciju podzemnih voda. Osnovna karakteristika slivnog područja je dominantna podzemna cirkulacija voda što je u direktnoj vezi sa dubokom karstifikacijom duž rasjeda. Uvidom u geomorfološko-tektonsku kartu i rezultata trasiranja podzemnih voda proizlazi zaključak da sve vode iz tektonskog bloka 18 te većim dijelom iz bloka 20 prazne u zoni vrela Bosne. Iz tektonskog bloka 19 vode dolaze na Hrasničko vrelo i vrelo Bunice.

Osim rijeke Presjenice, koja se nalazi na jugoistočnom obodu planine Igman drugi vodotoci (povremeni potoci) nemaju značaja sa hidrogeološkog aspekta jer se u njima javljaju manje količine vode i to u vrijeme velikih padavina. Pražnjenje planine Igman i Bjelašnica vrši se preko sliva rijeke Bosne. Karakteristika slivnog područja je relativno brza reakcija na padavine i isto tako brzo pražnjenje što ukazuje na veoma izraženu duboku karstifikaciju u karbonatnim masivima Bjelašnice i Igmana.

Analizirajući tektonske odnose i raspored krečnjačkih dijelova terena proizlazi da su najviše karstifikovani krečnjaci gornjeg trijasa koji se nalaze na platou Igmana u neposrednom zaleđu zone izvorišta Sarajevsko polje.

Geološkim istraživanjima (trasiranje podzemnih voda) potvrdila su postojanje podzemne akumulacije u srednjotrijaskim i gornjotrijaskim jako karstifikovanim krečnjacima. Veoma izraženi pukotinski sistemi u krečnjacima su međusobno dobro povezani i imaju dobru vezu sa rasjedima. Na ovo nam ukazuju i testiranja izvedena na Velikom polju i Hrasničkom stanu.

4.3 GEOMORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Slivno područje izvorišta Sarajevsko polje (dio koji pripada Igmanu i Bjelašnici) ima tipično obilježje karsta. Maksimalni razvoj krškog procesa omogućen je povoljnim klimatskim i morfološkim uslovima, litološkim sastavom i intenzitetom tektonskih pokreta. Proces karstifikacije je naročito bio intenzivan u neogenu i pleistocenu, nakon završetka formiranja visokih planina i međuplaninskih depresija. Na Igmanu i Bjelašnici, pretežno izgrađenog od krečnjaka, odvijali su se ubrzani karstni procesi do velike dubine koji su za preduslov imali značajnu cirkulaciju voda, duž velikog broj rasjeda i pukotina, sa viših ka hipsometrijski nižim dijelovima terena.

Sarajevsko polje i visoki planinski masivi Igmana i Bjelašnice predstavljaju karakteristične morfološke oblike koji su u neposrednoj vezi sa intenzivnom tektonikom izraženom kroz više orogenih faza.

Na drenažni sistem Igmana i Bjelašnice značajan uticaj imali su rasjedi, ispucalost stijenskog masiva kao i glacijalni procesi. Izgled drenažne mreže vezan je za tektonske diskontinuitete. Na terenu je jasno vidljiva podudarnost potoka utvrđenih veza podzemnih voda i rasjeda. U visokim dijelovima padina uočavaju se erozioni oblici vezani za kretanje voda. Karbonatne stijene su podložne dubokoj eroziji tako da se mogu uočiti i stepenaste doline V-izgleda. Sadašnje produbljavanje drenažnog sistema utiče na stvaranje stepenaste kosine za šta su odgovorni mali odroni krečnjačkog supstrata.

Prisustvo glacijalnih naslaga na Igmanu i Bjelašnici predstavljaju ostatke nekadašnjih glečera. Erozioni oblici uključuju morene i valove sa različitim stepenom očuvanosti ivica.

Od karstnih oblika najzastupljenije su vrtače koje su formirane duž rasjeda kao i u zonama velike ispucalosti, naročito u dijelovima koji su izgrađeni od gornjotrijaskih krečnjaka.

Od procesa koji se mogu uočiti u slivnom području je izražena linijska erozija duž stalnih i povremenih vodotoka, formirane vododerine i kosine u čijim podnožjima se stvaraju naslage sipara koji se uočavaju na cijelom slivnom području.

4.3.1 HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE TERENA

Raznovrsnost litološkog sastava, složenost tektonske aktivnosti, specifičnost geomorfoloških karakteristika i uticaj hidrometeorološkog faktora, bitni su elementi koji uslovljavaju kvantitativne i kvalitativne karakteristike, odnosno složenost hidroloških i hidrogeoloških odnosa unutar određenog područja istraživanja.

U tom smislu, izvršena je podjela prostora istraživanja na tri hidrogeološke jedinice, koje karakteriziraju specifični hidrogeološki odnosi, shodno kvantitativnim i kvalitativnim svojstvima akviferske sredine, kako unutar pojedine jedinice, tako i u njihovom međusobnom odnosu. S tim u vezi, predmetni prostor čine :

- Hidrogeološka jedinica Bjelašnica-Igman,
- Hidrogeološka jedinica Sarajevsko polje,
- Hidrogeološka jedinica Sarajevsko-zenički basen.

4.3.1.1 HIDROGEOLOŠKA JEDINICA BJELAŠNICA – IGMAN

Ova jedinica predstavlja jedinstven krečnjačko-dolomitski blok, na sjeveroistoku pokriven sedimentima sarajevsko-zeničkog basena. Osnovna kolektor sredina zastupljena je srednjetrijaskim i gornjetrijaskim krečnjacima i dolomitima. Prema Sarajevskom polju, krečnjaci i dolomiti se spuštaju duž subparalelnih rasjeda, dinarskog pravca pružanja.

U neposrednom obodnom dijelu Sarajevskog polja, bušenjem je konstatirano prisustvo karbonatne sedimentacije sredine na dubini 50-70 metara. U području Kovača dubina im se povećava i dostiže vrijednost cca 180 m.

Centralne dijelove Polja karakteriziraju i veće dubine do trijasko karbonatne sredine. Prema Josipoviću (1969), bušotina F-7 nabušila je krečnjačku podinu na dubini 59 m, s čim u vezi predmetni autor smatra da je paleoreljef krečnjaka u Sarajevskom polju na dubini 50-100 metara, a manjim dijelom dublji (bušotina FS-10a ušla u trijas na dubini cca 130 m).

Ova činjenica ukazuje na jaku diferenciranost paleoreljefa pliocenskih i kvartarnih sedimenata u predmetnom dijelu Sarajevskog polja. Podinsku barijeru akumulacijama podzemnih voda u ovoj jedinici čine donjetrijaski klastiti, otkriveni na obodu Igmana i Bjelašnice. Stijenske mase bloka su ubrane, izrasjedane u više tektonskih faza, ispucale i karstificirane. Predmetni blok je nagnut prema depresiji Sarajevsko polje.

Duža os ove sinklinale (od vododijelnice s rijekom Neretvom do Sarajevskog Polja), iznosi cca 16 km. Kraća os sinklinale (od Stupnika do Plovčijeg Dola), ima dužinu cca 11 km.

Na sjeveru, predmetni blok ograničen je izolatorskom zonom Zujevine, a na jugoistoku, istom zonom Plovčijeg Dola (prema Krupcu).

Kao kolektorska masa ovaj kompleks je otvoren prema sjeveroistoku (Sarajevskom polju), čime se omogućava prihranjivanje kvartarne intergranularne sredine, a također je omogućena i lateralna cirkulacija, kroz dublji kraški masiv.

Krečnjačke i dolomitske stijene su iregularno karstificirane i odlikuju se izrazitom kavernošnom i pukotinskom poroznošću. U rasjednim zonama odlikuju se jako velikom vodopropusnošću, a također postoje visokoproduktivni akviferi u vidu razbijenih izdani. Masivni dolomiti su slabije vodopropusni, a srednjetrijaski pješčari i glinci čine međubarijere i često bočne barijere pri kretanju podzemnih voda.

Kaverne i pukotine, uglavnom su ispunjene produktima trošenja (naročito u podlozi Sarajevskog polja), dok rasjedne zone karakterizira velika vodopropusnost.

Izdani voda razbijenog su tipa, a potvrda ovakvom stavu jeste činjenica pojavljivanja brojnih vrela unutar predmetnog prostora.

Visok stepen karstificiranosti ovih sedimenata također uslovljava brzu i duboku infiltraciju atmosferilija duž dubokih rasjeda, tako da se sa sigurnošću može kazati kako je karstificiranost ispod nivoa lokalnih erozionih baza. Ovo potvrđuju i pojave lokalnih uzlaznih izvora na obodu Sarajevskog polja, u podnožju Igmana.

Karakteristična je difuzna, ali i koncentrirana infiltracija atmosferilija (putem ponora) na površini terena, dok se pražnjenje izdani obavlja putem dvadesetak stalnih i povremenih izvora, evidentiranih na obodu Sarajevskog polja. Također postoje mišljenja kako se pražnjenjem ove izdani prihranjuje aluvijalni akvifer (Turalija, 1996). Prema istom autoru, pojave podzemnih voda pod pritiskom prije početka crpljenja bile su u području Vrelo Bosne – Vrutci, što predstavlja snažnu indicaciju izrazito dobre hidrauličke veze bjelašničko-igmanske kraške akviferske sredine, s izdani aluvijalnih i terasnih šljunkova i pijeskova Sarajevskog polja.

Izražena je vertikalna i horizontalna zonalnost kraške izdani u dvije zone:

- Zona iznad linije ruba Sarajevskog polja (podnožje Igmana od Krupca do Blažuja),
- Zona u podzemlju Sarajevskog polja.

Posmatrano po vertikali, u prvoj zoni (gornji dio akvifera) formirana je razbijena izdan sa karakteristikama karstificiranosti, brze cirkulacije i privilegiranim pravcima podzemnih tokova turbulentnog kretanja.

Druga zona (donji dio akvifera) ima karakteristike krovno sapete izdani neogenim i kvartarnim vodonepropusnim sedimentima, s elastičnim režimom i veoma usporenim laminarnim kretanjem i vodozamjenom.

Horizontalnu zonalnost prema vodoobilnosti također karakterišu dvije zone:

- Jako vodoobilna zona Bjelašnice i Igmana u izdanačkom dijelu, ali i u dijelu karakterističnom za podinu neogena u Sarajevskom polju (od linije Kovači – Stojčevac – Vrelo Bosne, do termalne zone Ilidža, što podrazumijeva tektonske blokove I, II, VII, IX, X, XI). Kao dominantan kolektor ovdje se podrazumijeva srednje- i gornjetrijaski ($T_{2,3}$) krečnjak, spušten u odnosu na teren Vojkovića.
- Manje vodoobilna zona, koja podrazumijeva potez Kovači – Krupac, kao i podinu neogena Sarajevskog polja prema Donjem Kotorcu (blokovi III, IV, V, VI, VIII i XII).

Interesantno je da pražnjenje kraškog akvifera u podnožju Igmana, na rubnoj liniji Sarajevskog polja (u zoni izvora Semizov Bunar – Stojčevac – Vrelo Bosne), iznosi 90%, dok u drugoj zoni (Kovači – Krupac), na izvorima ističe svega 10% vode, premda su dužine linije približno jednake.

U kraškom planinskom kompleksu, izdan je uglavnom slobodna, dok je ispod Sarajevskog polja pod pritiskom.

Ovaj kraški kolektor je najvodoobilniji akvifer u širem području Sarajeva. Iz masiva Bjelašnice, vode većim dijelom pripadaju slivu rijeke Bosne, a manjim dijelom slivu Neretve. S tim u vezi, izvedeno je pet bojenja ponirućih voda u području Bjelašnica – Igman, što je još uvijek nedovoljno za nedvosmisleno razgraničenje slivova ove dvije rijeke.

U području Umoljana, jursko-kredni fliš čini bočnu barijeru, koja podzemne vode usmjerava ka Krupačkom izvoru, Hrasničkom vrelu, Stojčevcu i Vrelo Bosne.

Na osnovu osmatranja na izvorištima ovog prostora istraživanja, date su orijentacione vrijednosti zabilježenih kapaciteta:

- | | |
|-------------------|-------------------------------------|
| ▪ Vrelo Bosne | $Q = 1,5-18 \text{ m}^3/\text{s}$, |
| ▪ Krupac | $Q_{\min} = 25 \text{ l/s}$, |
| ▪ Hrasničko vrelo | $Q = 60 \text{ l/s}$, |
| ▪ Semizov Bunar | $Q = 50 \text{ l/s}$, |

- Stojčevac $Q_{\min} = 30 \text{ l/s}$.

Pored ovih vrela, po obodu bjelašničko-igmanske jedinice javlja se veći broj izvora kapaciteta $Q = 5\text{-}20 \text{ l/s}$. Značajna su i visoko-prelivna povremena vrela Megara, Bunica, Ruževik i dr.

Pojava vode na Vrelu Bosne je razbijenog tipa, difuznog isticanja na širem prostoru, zbog čega mu je površina cca 60 ha. Površina izvorišta Stojčevac iznosi cca 35 ha, a izvorišta Semizov bunar 30 ha.

Minimalni proticaj Vrela Bosne je desetak puta veći od minimalnog proticaja svih ostalih vrela u podnožju Igmana, obzirom da se privilegirani pravci kretanja podzemnih voda ovog područja odvijaju prema Vrelu Bosne, što je dokazano trasiranjem ponirućih voda. Sve podzemne veze registrirane su na potezu Semizov bunar – Vrelo Bosne, a zabilježene su i na bušotinama koje su ušle u krečnjake u polju (B-11 i F-6).

Izvorske vode pripadaju $\text{HCO}_3\text{-Ca(Mg)}$ tipu vode, ukupne mineralizacije 400 mg/l i srednje tvrdoće oko 12°dH , pri čemu se pH kreće u intervalu 7-8,5.

4.3.1.2 HIDROGEOLOŠKA JEDINICA SARAJEVSKO POLJE

Sarajevsko Polje predstavlja prostranu aluvijalnu ravan, s jugozapada ograničenu krečnjačkim masivom Igmana, a sa svih ostalih strana je okruženo miocenskim sedimentima na kojima leži. S krečnjakom je ostvarena jaka hidraulička veza u rubnom dijelu polja, dok miocen predstavlja totalnu podinsku i bočnu barijeru kvartarnim vodonosnim sedimentima.

U području Bačevo – Vrutci – Stojčevac – Semizov Bunar, unutar kvartara zabilježena je najveća debljina (cca 70 m), odakle se radijalno smanjuje. Gornju zonu (30-35 m dubine) grade šljunkovito-pjeskovite naslage, nakon čega slijedi sloj gline, te konačno šljunkovito-drobinski materijali, deponovani na najvećim dubinama. Na ovaj način, u predmetnom prostoru formirana su dva odvojena vodonosna horizonta:

- plići vodonosni horizont velike izdašnosti, sa slobodnim nivoom vodenog ogledala;
- dublji vodonosni horizont sa vodama pod pritiskom.

Na bušotini B-10a zabilježena debljina kvartara iznosi preko 77 m (područje Ilidže), dok na IB-2 debljina mu iznosi tek 47 m. Ustanovljeno je također, da su mu litološke karakteristike drugačije od litologije koja se povezuje sa sredinom vezanom za hladne pijaće vode, obzirom da u ovom slučaju kvartar sadrži konglomerate, bigar i sitnozrni pijesak u podinskom dijelu.

Kvartar djelomično leži preko karstificiranih trijaskih krečnjaka, naročito na obodnom dijelu Sarajevskog polja. S tim u vezi, Josipović (1969) drži da su kraški i intergranularni kolektor povezani samo u nekim dijelovima Sarajevskog polja, obzirom da je bušenjem u podini drugog vodonosnog horizonta, ustanovljeno postojanje glina znatne debljine, koje onemogućavaju ulaznu cirkulaciju kraških voda.

Turalija (1996) smatra da doticanje vode iz krečnjačkog akvifera predstavlja daleko najvažniji vid prihranjivanja aluviona. U tom smislu, prihranjivanje aluviona iz rijeke Željeznice stavlja na drugo mjesto po važnosti.

Po Avdagiću i Ciganoviću (1990), od ukupne količine vode 1.748 l/s u eksploatacionoju zoni Sarajevskog polja, količina od 1.164 l/s , direktno ili indirektno dolazi iz bjelašničkog akvifera.

Prema geološkim i hidrogeološkim profilima, rađenim od strane više autora u različitim vremenskim periodima, proizlazi da je infiltracija iz kraških akvifera u krovne kvartarne sedimente, zbog postojanja vodonepropusnih

neogenih i kvartarnih naslaga, koje leže direktno na krečnjacima, vrlo mala ili nikakva. Izuzetak čini područje termomineralnih voda Ilidže u zoni bušotina PP-1 i IB-2, gdje je moguća direktna komunikacija podzemne vode iz trijaskke karbonatne sredine u kvartar, obzirom da u tom prostoru nije zabilježeno postojanje kako neogena, tako niti postojanje kvartarnih glina na krečnjačkoj sredini. Na ovu činjenicu ujedno ukazuju rezultati svih bušotina na termomineralne vode, koje su unutar kvartara registrirale arteške vode. Tople vode u kvartar dolaze iz njegove krečnjačke podine, što je najjednostavnije pratiti u području Blažuja, gdje je kvartar veoma plitak i čini neposrednu krovinu trijaskoj karbonatnoj sredini (ima direktan kontakt s njom), koja „de facto“ predstavlja akvifer termomineralnih voda.

Koeficijent filtracije šljunkovitog horizonta putem grafoanalitičke obrade podataka, izračunat je na vrijednost $k = 5 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$ m/s. Vrijednost transmisibilnosti iznosi: $T = 7 \times 10^{-3} - 8 \times 10^{-4}$ m²/s.

Prije izrade bunara u prostoru Bačevo – Stojčevac – Semizov Bunar – Vreoca – Vrelo Bosne – Vrutci, podzemne vode imale su arteški, ili subarteški pijezometarski pritisak, što indicira vezu vode iz karsta u kvartar. U konkretnom slučaju, kvartarni sedimenti ovdje predstavljaju neposrednu krovinu krečnjacima (bez prisustva miocenske, ili pliocenske sedimentacije izolator sredine).

Sjeverno od zone Blažuj – Ilidža – Kotorac, debljina šljunkovito-pjeskovitih naslaga kvartara iznosi tek oko 6 metara.

Podzemne vode Bačeva po hemijskom sastavu predstavljaju vode HCO₃-Ca tipa, ukupne mineralizacije oko 430 mg/l, ukupne tvrdoće 8-12°dH i temperature 8-10°C.

4.3.1.3 HIDROGEOLOŠKA JEDINICA SARAJEVSKO-ZENIČKI BASEN

Sarajevsko-zenički tercijarni basen izgrađen je uglavnom od miocenskih sedimenata. Stariji dio gornjeg miocena (¹M₃), kod Blažuja i Kasindola, grade vodonepropusni lapori, gline i konglomerati – „koševska serija“, dok mlađi dio (²M₃), formiran u središnjem dijelu Basena, čine pješčari i lapori u izmjeni – „Orlački konglomerati“.

Ove stijene praktički nemaju porozitet, odnosno karakterizira ih beznačajna pukotinska poroznost, što ih u hidrogeološkom smislu čini vodonepropusnom sredinom. U tom pogledu ovi tereni nemaju vodonosnike, a izdašnost izvorišnih pojava, u prosjeku je zanemariva ($Q < 0,1$ l/s). Ovdje se ipak u konglomeratima i pješčarima mogu formirati male, ograničene i međusobno odvojene akumulacije podzemnih voda. Tako je u bankovitim „orlačkim konglomeratima“ koeficijent filtracije iznosi $k = 1 \times 10^{-3}$ cm/s i to u tektonski oštećenim zonama.

Po fizičko-hemijskom sastavu, ove vode pripadaju HCO₃-SO₄-Ca-Mg tipu voda.

Stijenski materijal Sarajevskog polja u većem dijelu predstavlja podinsku barijeru podzemnoj vodi skoncentriranoj u kvartarnim sedimentima. Predmetne stijene ujedno predstavljaju i krovinsku barijeru vodama, koje iz krečnjačke sredine struje ka kvartarnom akviferu. Potvrda tome jeste postojanje debelih horizonata miocenske izolator sredine (dokazani bušenjem u Butmiru i Sokolovićima), koji leže preko srednje i gornjetrijaskih kolektora termalnih voda. Također, bušotina IB-6 (Stup) dokazuje da su miocenski sedimenti transgresivni i diskordantni na donjetrijaskke klastite, koji u hidrogeološkom smislu predstavljaju izolator sredinu.

Teren obuhvaćen prostorom istraživanja na kom je izvršena interpretacija hidrogeološke karte, kategoriziran je prema vrstama stijena (čvrste, nevezane), strukturama poroznosti, hidrogeološkim parametrima, odnosno filtracionim karakteristikama, vodoobilnosti i hidrogeološkim funkcijama stijenskih masa.

Prema strukturi poroznosti, razvijene su stijene intergranularne, pukotinske, kraško-pukotinske, kao i stijene (uslovno posmatrano) bez poroziteta.

Stijene međuzrnske (intergranularne) poroznosti razvijene su u Sarajevskom polju, te duž toka rijeka Bosne, Željeznice, Dobrinje, kao i njihovih pritoka, a predstavljene su aluvijalnim i terasnim sedimentima.

Koeficijent filtracije aluviona Sarajevskog polja kreće se u iznosu $k = 1,4 \times 10^{-2}$ cm/s. U području Stupa, veličina ovog hidrogeološkog parametra je $k = 3,6 \times 10^{-2}$ cm/s. Aluvion Ilidže karakterizira vrijednost $k = 3,0 \times 10^{-2}$ cm/s.

Transmisibilnost je u prostoru istraživanja definirana redom veličine koji se kreće u rasponu $T = 10^{-3} - 10^{-4}$ cm²/s.

Pukotinska poroznost manjeg značaja karakteristična je za spilite, jursko-kredne sedimente, gornjekredne, ladiničke, te sedimente srednjeg i gornjeg miocena. Koeficijent ispuhalosti ovih stijena je iregularan i nizak, a u njima su bušenjem dokazane i manje, međusobno odvojene akumulacije podzemnih voda.

Kavernozno-pukotinsku poroznost imaju anizički krečnjaci, srednjetrijaski i gornjetrijaski krečnjaci i dolomiti, te sedre termomineralnih voda. U ovim stijenama su formirane akumulacije hladnih pitkih voda, kao i akumulacije termalnih i termomineralnih voda. Kavernoznost je iregularna po vertikali i horizontali i veoma izražena, sa tipičnim kraškim fenomenima, kako na površini, tako i u podzemlju.

Razvijena je singenetska, kao i recentna karstifikacija.

Cirkulacija podzemne vode i vodozamjena u stijenama kraško-pukotinske poroznosti veoma je izražena, a koeficijent neravnomjernosti izdašnosti, predstavljen odnosom maksimuma i minimuma, veći je od deset ($Q_{\max}/Q_{\min} > 10$).

Stijene beznačajne strukture poroznosti predstavljene su verfenskim i ladiničkim klastitima, flišnim jursko-krednim i krednim sedimentima, te miocenskim glinama i laporcima.

Visoke filtracione karakteristike aluvijalnih sedimenata Bačeva, Konaka, Sokolović Kolonije i Stupa, daju i visoke izdašnosti eksploatacionih bunara, iz kojih se vodom snabdijeva područje Sarajeva.

Srednje i gornjetrijaski karbonatni sedimenti, vodoobilni su akviferi hladnih pitkih voda, te termalnih i termomineralnih voda, što rezultira pojavom brojnih snažnih kraških vrela u prostoru Igmana (od Krupca do Vrela Bosne), kao i bušotinama visoke vodoizdašnosti (Butmir, Ilidža, Blažuj).

Jursko-kredni i kredni fliševi su slaboizdašni, dok su donje-trijaski i miocenski tereni bezvodni. Ladinički sedimenti su također veoma niske vodoobilnosti (izuzev dužinom rasjeda).

Srednjetrijaski i gornjetrijaski karbonatni sedimenti su kolektori hladnih pitkih voda. U orografski višim zonama, to su kolektori koji se prazne na brojnim stalnim i povremenim izvorima. Ovi kolektori također u prostoru Ilidže i Blažuja predstavljaju moguće tranzitne kolektore termomineralnih voda. Ovdje ostaje otvoreno pitanje, da li je niža mineralizacija voda Blažuja u odnosu na Ilidžu, rezultat miješanja običnih descendntnih kraških voda i dubokih ascendntnih termomineralnih voda, koje cirkuliraju između rasjednih blokova.

Gornjemiocenske naslage koševske serije predstavljaju podinsku izolator sredinu hladnim podzemnim pitkim vodama, formiranim u aluvijalnom akviferu, kao i krovnu barijeru uzlaznom kretanju termomineralnih voda šireg područja Ilidže, a svakako i prema Sarajevu i Rajlovcu. Tamo gdje izostaju ove barijere, javljaju se izvori termomineralnih voda (Ilidža i Blažuj).

Aluvijalni i terasni sedimenti uglavnom predstavljaju kolektore hladnih voda. Oko Blažuja i Ilidže ovi sedimenti imaju karakteristiku tranzitnih, odnosno sekundarnih kolektora termomineralnih voda, koje ipak okružuju akumulacije običnih voda, korespondirajući istovremeno s padavinama i oscilacijama nivoa površinskih voda.

Donjetrijaski sedimenti predstavljaju podinske barijere hladnih kraških voda. Pitanje njihovog položaja u prostoru Ilidže ipak traži potpunije razjašnjenje, obzirom da su primarni rezervoari ovog područja dublji od verfena. U tom smislu, ostaje mogućnost ostvarivanja cirkulacije vode duž rasjeda, ili navlačnih zona i kroz donji trijas.

Jursko-kredni i gornjekredni klastiti, predstavljaju visoke kolektore običnih hladnih voda, ali ih karakterizira nizak stepen vodoobilnosti.

Hidraulički mehanizam voda ovog područja istraživanja je raznovrstan i veoma složen. Aluvion se u pravilu sastoji od dva horizonta običnih hladnih voda (dublji vodonosni horizont – pod pritiskom i plići vodonosni horizont – sa slobodnim nivoom), a također ga karakterizira i prisustvo termomineralnih voda arteškog pritiska u prostoru Blažuj – Ilidža.

Srednjetrijaski i gornjetrijaski karbonati imaju slobodne, arteške i subarteške izdani običnih hladnih voda (pijaćih voda) i arteške izdani termalnih i termomineralnih voda. Termomineralne vode Blažuja i Ilidže prazne se u aluvion iz kraškog akvifera, te se na taj način ostvaruje egzistiranje arteškog mehanizma i u prostoru predmetne sredine intergranularne poroznosti. S tim u vezi, osnovano se zaključuje kako je u ovom aluvijalnom području prisutan pozitivan hidraulički pritisak, koji se radialno s udaljavanjem od izvora gubi, te nakon dovoljnog pada pritiska, dolazi do miješanja s običnim hladnim podzemnim vodama.

Također je moguće da miocenski sedimenti kao krovinska barijera trijaskoj karbonatnoj sredini ne dozvoljavaju ascendiranje toplih voda iz kraške sredine u aluvion, zbog čega se u tim zonama najčešće pojavljuju obične hladne vode. U ovim terenima pritisak obične hladne vode iz dubljih horizonata kvartara je veći od pritiska termomineralnih voda u aluvionu, čime se onemogućava daljnje širenje područja (uticaja) termomineralnih voda.

4.4 KRITERIJI PO KOJIMA JE DEFINIRAN SLIV SARAJEVSKOG POLJA

Pri definiranju slivnog područja izvorišta Sarajevsko Polje, uzeti su u obzir slijedeći kriteriji:

1. Morfološko-hidrografski,
2. Strukturno-tektonski i
3. Litostratigrafski.

Morfološko-hidrografski kriterij je bitan obzirom da pozicija grebenskog reljefa definira orografiju slivnog područja u kom je očigledna prisutnost površinskih vodotoka, kao i prostor predmetnog izvorišta u području koje je okontureno kao prostor istraživanja.

Strukturno tektonski odnosi jasno ukazuju na postojanje antiklinalnih i sinklinalnih struktura, kao i genezu , odnosno uvjete nastanka i razvoja prostora istraživanja.

U tom smislu, posebno je važno prepoznavanje antiklinala, obzirom da one označavaju poziciju hidrogeološke vododijelnice putem koje se vrši delineacija slivnog područja.

Ovdje je također važno naglasiti, kako se razgraničenjem strukturno facijalnih cjelina i tektonskih jedinica može ustanoviti geneza, odnosno uvjeti nastajanja područja istraživanja (dinamičnija ili mirnija tektonika), što ima veoma bitan odraz na vodopropusnost osnovne mase od koje je predmetni prostor izgrađen (dobra vodopropusnost – osrednja vodopropusnost, ili slaba, odnosno nikakva vodopropusnost). Na ovaj način u stanju smo raspolagati nužnim argumentima za donošenje odluke o konačnom okonturivanju slivnog područja predmetnog izvorišta.

Litostratigrafske karakteristike sliva definiraju vrijeme, odnosno geološka razdoblja u kom je nastao sediment, magmatska, ili metamorfna stijena (npr. Trijas – Jura – Kreda), te nam se na taj način otvara slika kvaliteta materijala od kojeg je nastala neka sedimentaciona cjelina, ili intruziv. Ovo u konačnici označava prisutnost litoški različitih materijala, različite slojevitosti i debljine (krečnjak – dolomit – breče različitog porijekla – aluvijalni materijal – ohlađeni vulkanski izliv lave – piroklastični materijali i sl.), putem kojih je uz uvažavanje morfologije i intenziteta tektonike, veoma moguće definirati njihove hidrogeološke karakteristike, po osnovu kojih se donosi konačna odluka za delineaciju istraživanog slivnog područja.

Također je važno naglasiti kako su navedeni kriteriji međusobno isprepleteni i imaju nesporan uticaj jedni na druge, što se manifestira u vidu više ili manje izražene poroznosti stjenkog materijala, odnosno u vidu njegove više ili manje izražene kompaktnosti. Na ovaj način tačno znamo šta su to u hidrogeološkom smislu područja koja podrazumijevaju izvorište, odnosno koji su to potezi koji podrazumijevaju bočne, podinske, ili viseće hidrogeološke barijere.

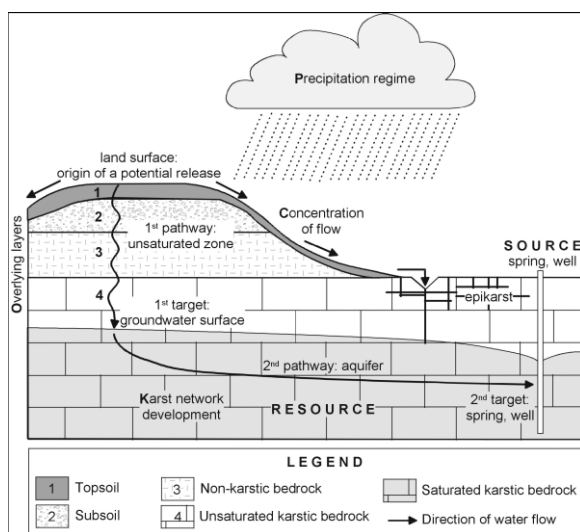
Prepoznavanjem ovakvih karakteristika stjenkog materijala, uz odgovoran pristup istraživača, odnosno istraživačke institucije, osnovano se može zaključiti kako su ispunjeni svi elementi za veoma korektno definiranje slivnog područja izvorišta Sarajevsko Polje u formi kako je i predstavljeno.

4.5 METODOLOGIJA VREDNOVANJA INDEKSA PRIRODNE OSJETLJIVOSTI GEOLOŠKIH I HIDROGEOLOŠKIH STRUKTURA

COP metoda je predstavljena od strane Odsjeka za hidrogeologiju Univerziteta u Malagi - GHUMA (Španija), kao standardna metoda kartiranja ranjivosti podzemnih voda u kraškim vodonosnicima (VIAS, 2002). Još u fazi testiranja tačnosti ove metode provedena su ispitivanja na dva testna područja različitih karakteristika, u cilju što kvalitetnijeg definiranja metodologije. Metoda je metodološki i osmišljena da se fleksibilno može aplicirati u različitim regijama Evrope, u skladu sa dostupnim podacima, te raspoloživim vremenskim i finansijskim resursima. Visok procenat karstificiranosti slivnog područja izvorišta Sarajevskog polja ide u korist ove metode, koja je i nastala za mapiranje ranjivosti podzemnih voda na prostorima na kojima je razvijen krš.

COP metoda je već primijenjena za ocjenu ranjivosti u Bosni i Hercegovini i to u Studiji ranjivosti prostora FBiH (IHGF, 2007), Studiji ranjivosti općine Bihać (IHGF, 2008), te Studiji ranjivosti Grada Mostara (IHGF, 2010). Zbog velikog broja proračunavanja, izrada karte ranjivosti prema COP metodi zahtjeva dosta vremena, što je rezultat velikog broja podataka koji se uzimaju u obzir i proračuna koji se sprovodi na cjelokupnom prostoru.

COP je akronim izveden od inicijala faktora ranjivosti korištenih u ovoj metodi. Metoda koristi tri osnovna faktora, koji i čine njen naziv: O (eng. overlaying layers) – preklapanje slojeva koji su pokrivači akvifera, C (eng. flow concentration) – faktor koncentracije toka podzemnih voda i P (eng. precipitation) – padavine. Pregled glavnih subfaktora prikazan je na narednoj slici.



Slika 22. Pregled glavnih faktora za COP metodu

4.5.1 O FAKTOR (PREKLAPANJE SLOJEVA)

Putem faktora O u obzir se uzima zaštitna funkcija nadzidanske zone i karakteristike slojeva zemljišta. Kvantificiranje faktora O, koji predstavlja funkciju više karakteristika zemljišnog pokrivača, izvršeno je sabiranjem subfaktora Os (Osoil – tlo) i Ol (Olitology – litologija), prema slijedećem izrazu:

$$O = O_s + O_l$$

Subfaktor Os se određuje na osnovu procenta učešća *sitnih* čestica u samom tlu, tj. njegove teksture (naredna tabela), i debljine površinskog sloja tla. Ovdje se pojam tla definira kao površinski prekrivač.

Tabela 4.5.1. Klasifikacija površinskog sloja za određivanje subfaktora Os

Tekstura	Procenat učešća sitnih čestica
Glinoviti	> 30 % Gline
Praškasti	> 30 % Prašak
Pjeskovit	> 30 % Pijeska, ≤ 15 % Gline
Ilovača	Ostalo

Na osnovu teksture i debljine tla za izvršeno je određivanje koeficijenta Os prema matrici prikazanoj u narednoj tabeli.

Tabela 4.5.2. Vrijednosti Os subfaktora u zavisnosti od teksture i debljine sloja

Debljina sloja	Tekstura			
	Glinoviti	Praškasti	Ilovača	Pjeskovit
> 1,0	5	4	3	2
0,5 – 1,0 m	4	3	2	1
≤ 0,5 m	3	2	1	0

Subfaktor Ol opisuje kapacitet zasićenosti svakog sloja nezasićene zone. U cilju kvantificiranja, u samoj COP metodi usvojena su tri parametra za obuhvatnu ocjenu:

- litologija i izlomljenost,
- debljina slojeva,
- stepen zatvorenosti akvifera.

Sam izračun subfaktora Ol, koji je i sam funkcija od više subfaktora, određen je na osnovu slijedeće jednačine:

$$Ol = \frac{\sum (l_y \cdot m) \cdot C_n}{n} \quad Ol =$$

Pri izračunu vrijednosti koeficijenta l_y uzeta je u obzir litologija i izlomljenost slojeva, kao i njihova debljina u geološkom smislu. Prikaz korištenih vrijednosti dat je u narednoj tabeli.

Tabela 4.5.3. Tabela za određivanje vrijednosti koeficijenta l_y

Litologija i izlomljenost	Vrijednost koeficijenta l_y
Gline	1500
Praškovi	1200
Lapori i neispucani metapeliti i silicijske stijene	1000
Laporoviti krečnjaci	500
Ispucali metapeliti i silicijske stijene	400
Pješčar	60
Djelomično zacementirani ili raspucali konglomerati i breče	40
Pijesci i šljunci	10
Propusni bazalti	5
Ispucale karbonatne stijene	3
Karstificirane stijene	1

Putem koeficijenta Cn, koji je definiran kao i u sličnim metodama za ocjenu ranjivosti, kao što je PI metoda i GOD metoda, vrednovan je položaj akvifera, odnosno da li je on zatvoren, djelomično zatvoren ili pak otvoren. Vrijednosti koeficijenta Cn date su tabelarno. U samom proračunu stepen zatvorenosti, tj. vrijednost Cn, ima veliki težinski faktor, što je posljedica zaštitne funkcije koje po sam akvifer imaju drugi slojevi tla koji ga prekrivaju.

Tabela 4.5.4. Utvrđivanje koeficijenta Cn

Stepen otvorenosti akvifera	Vrijednost koeficijenta Cn
Zatvoren	2
Djelomično zatvoren	1,5
Otvoren	1

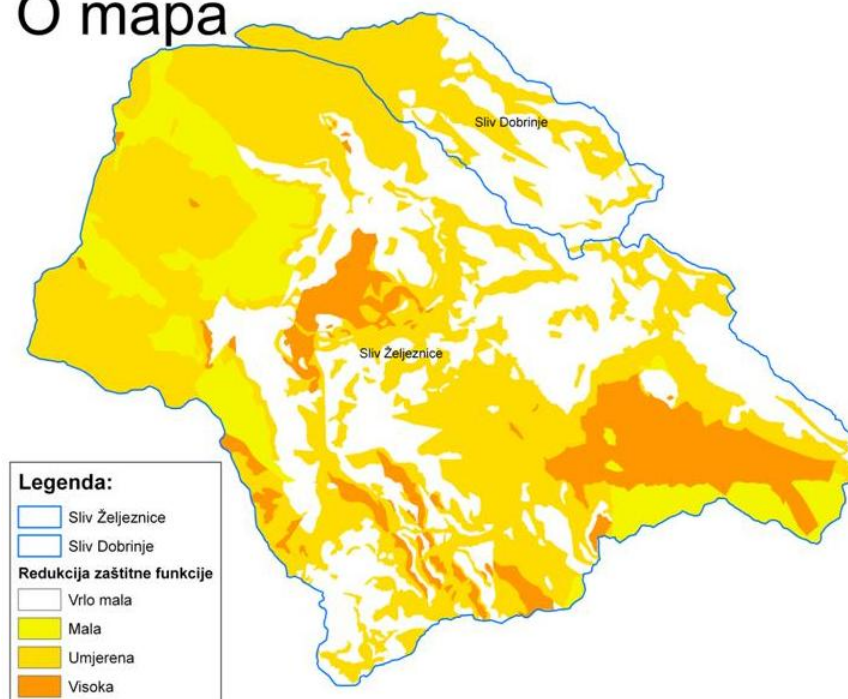
Korištenjem GIS alata za provođenje proračuna generirana je takozvana O mapa. Kao osnovni ulaz korištena je hidrogeološka karta. Analiza je izvedena na način da su sa svaku hronostratigrafsku jedinicu utvrđeni potrebni koeficijenti, te je proračun vršen respektivno za svaku prostornu jedinicu zasebno. Dobiveni rezultati su zatim reklasificirani prema tabeli narednoj tabeli.

Tabela 4.5.5. Reklasifikacija vrijednosti subfaktora O za prikaz na O mapi

Vrijednost subfaktora O	Redukcija zaštitne funkcije
1	Veoma velika
2	Velika
2 – 4	Umjerena
4 – 8	Mala
8 – 15	Vrlo mala

Ovdje je potrebno odmah napomenuti da je cjelokupan proračun ranjivosti prema COP metodi proveden jedinstveno za izvorišnu zonu Sarajevskog polja i to na prostoru sliva iz kojeg se izvorište napaja.

O mapa



Slika 23. Prikaz zaštitne funkcije po O subfaktoru

4.5.2 C FAKTOR – KONCENTRACIJA TOKA

Faktor C predstavlja korektor vrijednosti koeficijenta subfaktora O i mjeru stepena koncentracije podzemnog toka vode ka karstnim kanalima koji su direktno povezani izdanskim zonom. Putem određivanja vrijednosti subfaktora C vrednuje se različita sposobnost slojeva da obave zaštitnu funkciju, te očuva akvifer od prodiranja i transporta polutanata. Kako bi se adekvatno tretirao problem koncentracije toka za utvrđivanje ovog faktora razvijena su dva scenarija. Prvi scenarij se odnosi na slivno područje ponora, kao i na slivno područje vodotoka koji poniru u ponorima. Drugi scenario pokriva ostatak područja za koji se provodi proračun. U našem slučaju, slivna područja iz prvog scenarija su utvrđena za ponorske lokacije za koje je utvrđena direktna veza sa vodnim pojavama u oblasti izvorišne zone Sarajevskog polja.

U prostoru za koji je potrebno primijeniti prvi scenarij vrijednost subfaktora C zavisi od udaljenosti od ponora, tj. udaljenosti od vodotoka koji ponire, kao i od topografskih karakteristika, odnosno od pada terena i vegetacije. Za razliku od prvog scenarija, u drugom pored pada terena i prisutnosti vegetacije značajan uticaj imaju karakteristike površinskog sloja, okršenos i propusnost. Pad terena i prisustvo tj. odsustvo vegetacije na nekom području nisu jednakog *predznaka* u prvom i drugom scenariju, tačnije njihov uticaj na unos polutanata je potpuno različit.

Za analizu geografskih karakteristika na predmetnom području korišten je digitalni model terena sa osnovnom površinskom jedinicom veličine 20x20 metara. Na osnovu rezultata iz projekta CORINE Land Cover 2000, izvršena je analiza i dobiveni su podaci potrebni za proračun subfaktora C u oba scenarija, kako to predviđa metodologija COP metode.

4.5.2.1 PRVI SCENARIJ

Proračun subfaktora C za slivna područja ponora i ponorskih zona izveden je prema jednadžbi:

- $C = dh \cdot ds \cdot sv$,
- gdje je:
- dh udaljenost od ponora,
- ds udaljenost od vodotoka koji ponire,
- sv pad i vegetacija,

Tabela 4.5.6. Vrijednost subkomponente dh u zavisnosti od udaljenosti ponora

Udaljenost od ponora	Vrijednost subkomponente dh
≤ 500	0
500 – 1.000	0,10
1.000 – 1.500	0,20
1.500 – 2.000	0,30
2.000 – 2.500	0,40
2.500 – 3.000	0,50
3.000 – 3.500	0,60
3.500 – 4.000	0,70
4.000 – 4.500	0,80
4.500 – 5.000	0,90
> 5.000	1

Tabela 4.5.7. Vrijednost subkomponente ds u zavisnosti od udaljenosti od vodotoka

Udaljenost ponirućeg vodotoka	Vrijednost subkomponente ds
< 10 m	0
10 – 100 m	0,5
> 100 m	1

Tabela 4.5.8. Vrijednost subkomponente sv za prvi scenarij

Pad terena (%)	Prisustvo vegetacije	Vrijednost subkomponente sv
≤ 8	-	1,00
8 – 31	Da	0,95
	Ne	0,90
31 – 76	Da	0,85
	Ne	0,80
> 76	-	0,75

4.5.2.2 DRUGI SCENARIJ

Proračun subfaktora C za *ostatak* prostora izveden je prema jednadžbi:

- $C = sf \cdot sv$
- gdje je:
 - sf stepen karstifikacije i propustljivosti površinskog sloja,
 - sv pad i vegetacija,

Tabela 4.5.9. Matrica za utvrđivanje vrijednosti sf pod faktora

Stepen karstifikacije	Površinski sloj		
	Ne postoji	Propustan	Nepropustan
Razvijeni krš	0,25	0,5	0,75
Slabo razvijeni krš	0,50	0,75	1
Raspucali krš	0,75	0,75	1
Izostanak kraških karakteristika	1	1	1

Tabela 4.5.10. Vrijednost subkomponente sv za drugi scenarij

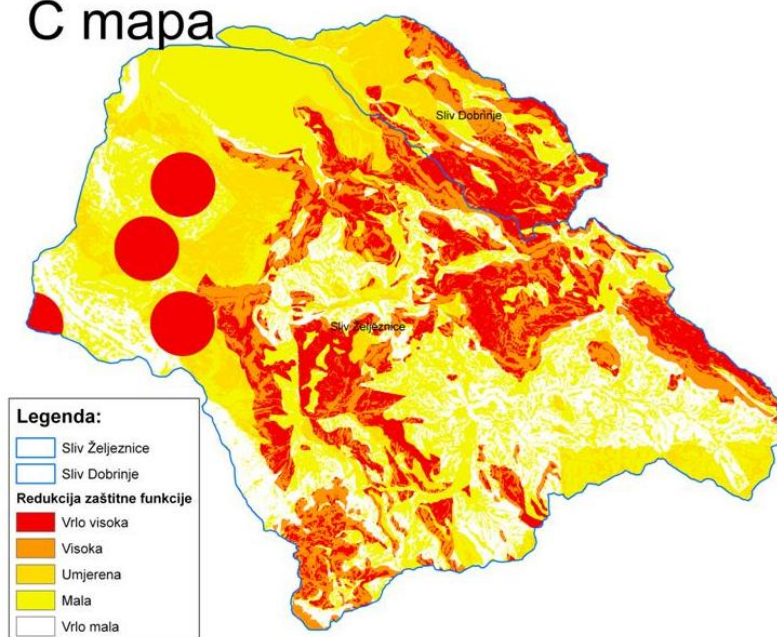
Pad terena (%)	Prisustvo vegetacije	Vrijednost subkomponente sv
≤ 8	-	0,75
8 – 31	Da	0,80
	Ne	0,85
31 – 76	Da	0,90
	Ne	0,95
>76	-	1,00

Dakle, vrijednost subfaktora C se dobije putem proračuna iz ova dva scenarija, te je nakon reklasifikacije pripremljena karta koja predstavlja tzv. C mapu.

Tabela 4.5.11. Reklasifikacija dobivenih rezultata za prikaz na C mapi

Vrijednost subfaktora C	Redukcija zaštitne funkcije
0 – 0,2	Veoma velika
0,2 – 0,4	Velika
0,4 – 0,6	Umjerena
0,6 – 0,8	Mala
0,8 – 1,0	Vrlo mala

C mapa



Slika 24. C mapa

4.5.3 P FAKTOR – PADAVINE

Faktor P predstavlja ukupnu količinu, učestalost, trajanje padavina, kao i intenzitet vanjskih faktora koji se smatraju najuticajnijim za količinu i nivo infiltracije. P subfaktor modificira zaštitne funkcije određenog akvifera u zavisnosti od količine i intenziteta padavina. Korišteni su podaci o:

- količina padavina - P_Q ,
- intenziteta padavina - P_I .

Količina padavina predstavlja prosječnu vrijednost padavina u mm/godinu za vlažnu godinu. Vrijednost P_Q dodijeljena je na osnovu naredne tabele

Tabela 4.5.12. Određivanje P_Q subfaktora u zavisnosti od prosječnih godišnjih padavina

Padavine (mm/god)	Vrijednost P_Q
> 1.600	0,4
1.200 – 1.600	0,3
800 – 1.200	0,2
400 – 800	0,3
≤ 400	0,4

Intenzitet padavina P_I proračunat je kao ukupna prosječna godišnja suma padavina na nekom prostoru, podijeljena sa brojem dana u kojim su registrirane padavine, te je vrijednost P_I dodijeljena na osnovu donje tabele.

Tabela 4.5.13. Zavisnost P_I subfaktora u od broja dana sa padavinama

Padavine (mm/god/broj dana sa padavinama)	Vrijednost P_I
≤ 10	0,6

Padavine (mm/god/broj dana sa padavinama)	Vrijednost P_i
10 – 20	0,4
>20	0,2

Dobiveni rezultati nakon izvršene reklasifikacije prikazani su na mapi P.

Tabela 4.5.14. Reklasifikacija dobivenih rezultata za prikaz na P mapi

Vrijednost subfaktora P	Redukcija zaštitne funkcije
0,4 – 0,5	Veoma velika
0,6	Velika
0,7	Umjerena
0,8	Mala
0,9 – 1,0	Vrlo mala

P mapa



Slika 25. Prikaz zaštitne funkcije po P subfaktoru

4.5.4 REZULTATI PROVEDENOG PRORAČUNA PO COP METODI

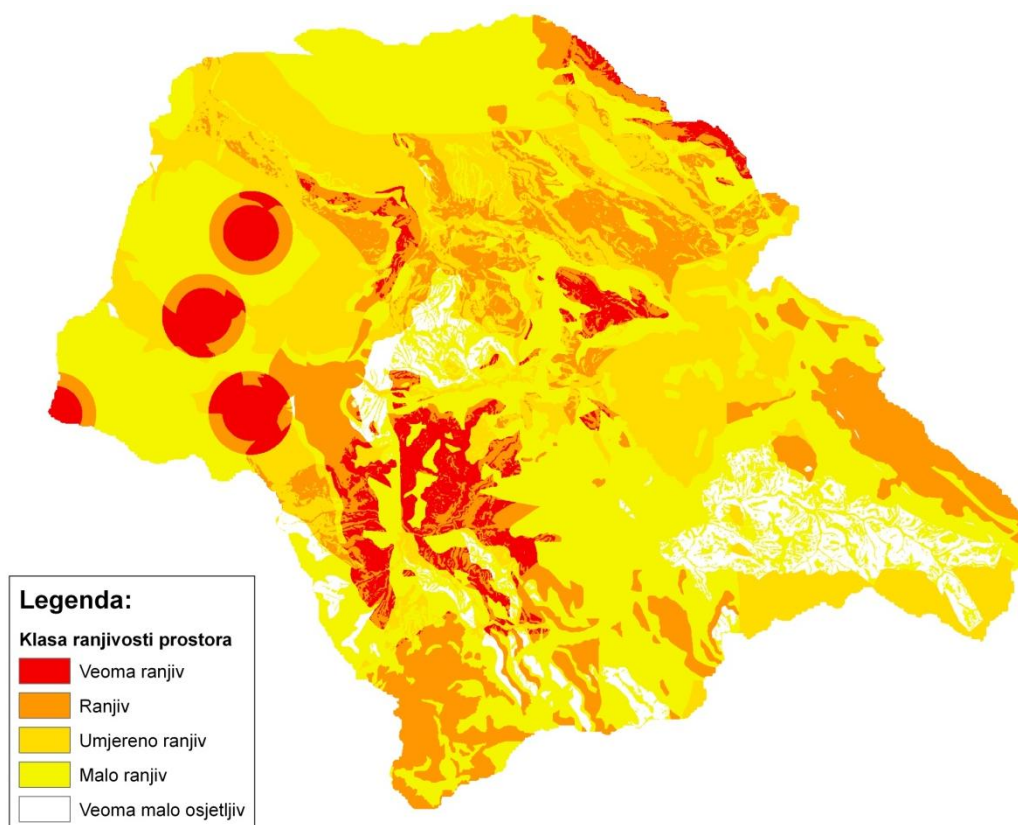
Integracija rezultata dobivenih pri izračunu O, C i P subfaktora vrši se prema slijedećoj jednadžbi:

$$\text{COP Index} = O_{\text{mapa}} \cdot C_{\text{mapa}} \cdot P_{\text{mapa}}$$

Dobiveni rezultati su uz pomoć GIS alata obrađeni i prezentirani u vidu mape ranjivosti za slivno području izvorišta Sarajevskog polja (naredna slika). Bitno je napomenuti da je proračun proveden za svaku prostornu jedinicu veličine 20x20 metara zasebno po svim ulaznim parametrima. Radi lakšeg poimanja rezultata izvršena je reklasifikacija prema narednoj tabeli.

Tabela 4.5.15. Reklasifikacija dobivenih rezultata za prikaz na P mapi

COP indeks	Klasa ranjivosti
0 – 0,5	Veoma velika
0,5 – 1	Velika
1 – 2	Umjerena
2 – 4	Mala
4 – 15	Vrlo mala

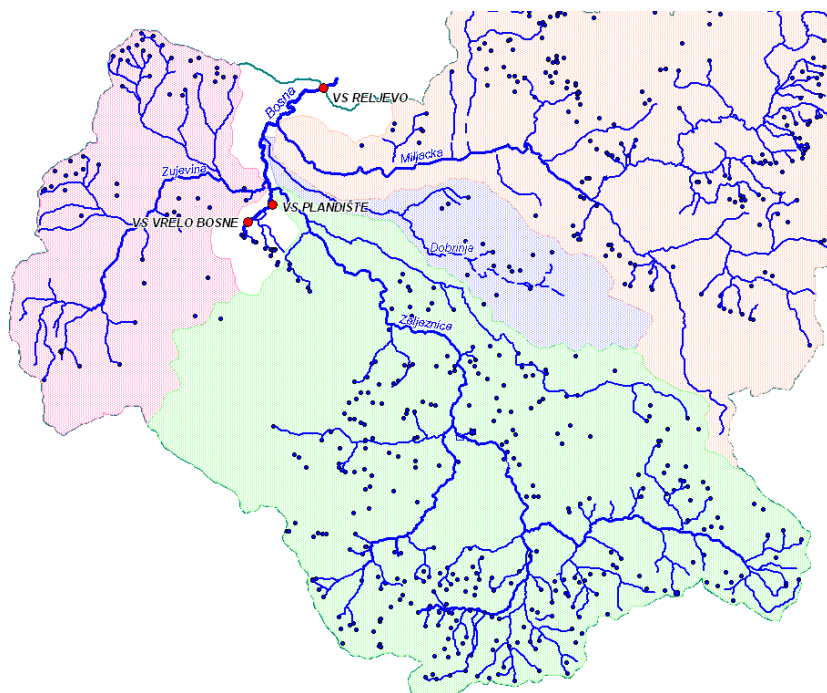


Slika 26. Mapa ranjivosti – COP indeks na slivu izvorišta Sarajevsko polje

U ukupnom bilansu voda izvorišta Sarajevsko polje, najveći doprinos imaju površinski vodotoci stacionirani na njegovim rubnim dijelovima. Iz tog razloga, veoma je važno poznavanje njihovih hidroloških karakteristika. U tom smislu, za vodotoke Željeznicu, Bosnu, Večericu i vrelo Stojčevac, te vodotok Dobrinju, u nastavku se prezentiraju osnovne hidrološke karakteristike. Hidrološke karakteristike definirane su na vodomjernim stanicama za koje se raspolagalo dugogodišnjim nizom mjerenja i osmatranja. Za tu potrebu, analizirani su podaci prikupljeni u dužem vremenskom periodu, na sljedećim vodomjernim stanicama:

- Rijeka Željeznica
 - VS Ilovica;
 - VS Krupačke stijene;
 - VS Ilidža
- Rijeka Bosna
 - VS Vrelo Bosne;
 - VS Plandište
 - VS Reljevo
- Rijeka VečERICA
 - VS Glavogodina;
- Rijeka Dobrinja;
 - VS Stup
- te vrelo Stojčevac.

Za sve navedene vodotoke i vrela, u nastavku se prezentiraju karakteristični hidrološki parametri.



Slika 27. Hidrografija slivova Bosne, Željeznice i Dobrinje

5.1 RIJEKA BOSNA

Ovaj vodotok od svog izvora pa sve do VS Plandište, locirane nizvodno od putnog mosta preko rijeke Bosne na Plandištu teče uz konturu izvorišta. Na rijeci Bosni, u zoni izvorišta, u dosadašnjem periodu, režim je osmatran na tri VS i to VS Vrelo Bosne, već spomenutoj VS Plandište i VS Reljevo. Vode rijeke Bosne, na potezu između prve dvije VS, koriste se za vještačko prihranjivanje izvorišta Sarajevsko polje. Tako se preko infiltracionog kanala, u zoni izvorišta Konaci, vode infiltriraju u akvifer, zatim izgrađenim vodozahvatom i pumpnom stanicom, zahvata se značajna količina vode i transportuje do lagune i upojnih bunara, izvedenih za tu potrebu. Pored toga, neposredno nizvodno od spomenutog vodozahvata, izgrađen je i vodozahvat na otvorenom vodotoku, gdje se količina od 0,375 m³/s zahvata, prečišćava na uređaju, lociranom uz obalu i direktno distribuira prema rezervoarima u gradu.

Sve navedeno značajno narušava prirodni hidrološki režim, što se manifestira, a i registruje na VS Plandište. Iz tog razloga, vrlo je važno poznavati proticaje prije i nakon infiltracione zone, odnosno dijela vodotoka u kome se vrši zahvatanje za vještačko prihranjivanje, a i direktno zahvatanje za potrebu vodosnabdijevanja. Već sada, količine koje se zahvataju za potrebe vodosnabdijevanja, iz vodotoka na spomenutoj dionici, u velikoj mjeri ugrožavaju biološki minimum, odnosno prijete potpunom presušivanju rijeke na toj dionici.

U nastavku se prezentiraju karakteristični proticaji rijeke Bosne na VS Vrelo Bosne, Plandište i Reljevo. Podaci su također preuzeti iz obrade predmetnih stanica, koje je radio Federalni hidrometeorološki zavod iz Sarajeva.

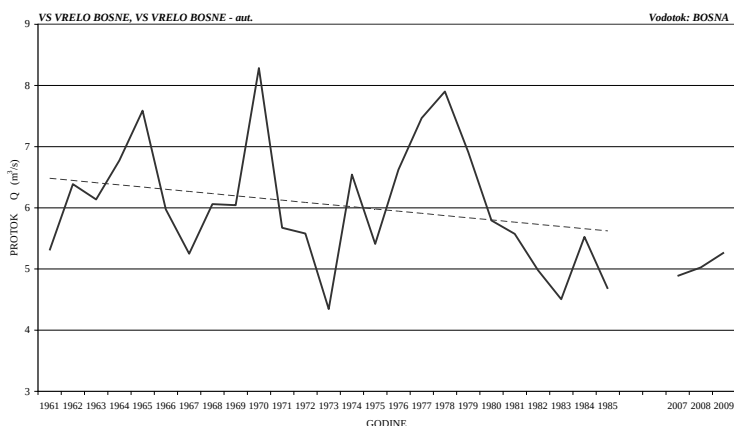
VS Vrelo Bosne

Ova VS počela je sa radom 1960. godine, međutim, raspoloživi niz podataka za koji je izvršena statistička obrada je 1961. do 1985. godine. Pored toga, u nastavku se prezentiraju i rezultati osmatranja u periodu od 2007. do 2009. godine. S obzirom da je stanica obnovljena krajem 2006. godine, a imala je prekid rada od 1986. do 2006. godine, za koji period i nedostaju podaci. Podatke nije bilo moguće dopuniti preko nizvodne stanice Plandište, s obzirom da se ova stanica nalazi pod stalnim uticajem vještačkog remećenja režima, kao posljedice korištenja voda za vodosnabdijevanje. Karakteristični proticaji Vrela Bosne na istoimenoj VS daju se tabelarno u nastavku. U narednoj tabeli se prezentiraju karakteristični srednji godišnji proticaji za period 1961. do 1985. Godine.

Tabela 5.1.1. Pregled karakterističnih srednjih godišnjih proticaja

Vodomjerna stanica	Sr. god. proticaj (1961. do 1985.g.) Q _{sr} (m ³ /s)	Registrovani minimalni Q _{sr} (m ³ /s)	Registrovani maksimalni Q _{sr} (m ³ /s)
Vrelo Bosne	6,05	4,34	8,28

Na narednoj slici dat je hidrogram srednjih godišnjih proticaja na Vrelu Bosne, sa odgovarajućim trendom.



Slika 28. Hidrogram srednjih godišnjih proticaja rijeke Bosne na VS Vrelo Bosne za period 1961. do 1990., te 2000. do 2009. godine

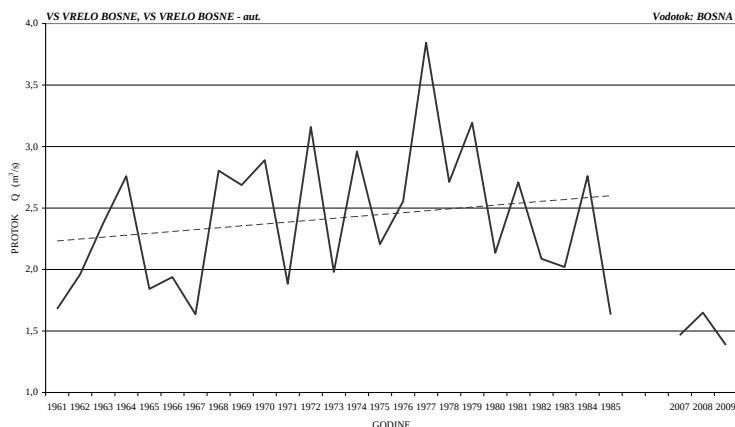
Karakteristični minimalni srednji mjesečni proticaji su prikazani u narednoj tabeli.

Tabela 5.1.2. Pregled karakterističnih minimalnih srednjih mjesečnih proticaja

Vodostajna stanica	Minimalni srednji mjesečni proticaji ranga pojave		
	10	20	50
Vrelo Bosne	1,74	1,61	1,44

Minimalni srednji mjesečni proticaj 95 % obezbjeđenosti, odnosno 20-godišnjeg ranga pojave, prema važećem Zakonu o vodama, tretira se i kao biološki minimum (ekološki), odnosno ekološki prihvatljiv proticaj i ovdje je provedenom obradom dobiven u količini od: $Q_{min.srednji.mjes.95\%} = 1,61 \text{ m}^3/\text{s}$.

Na narednoj slici dat je hidrogram srednjih mjesečnih proticaja za razmatrani niz i odgovarajući trend pojave.



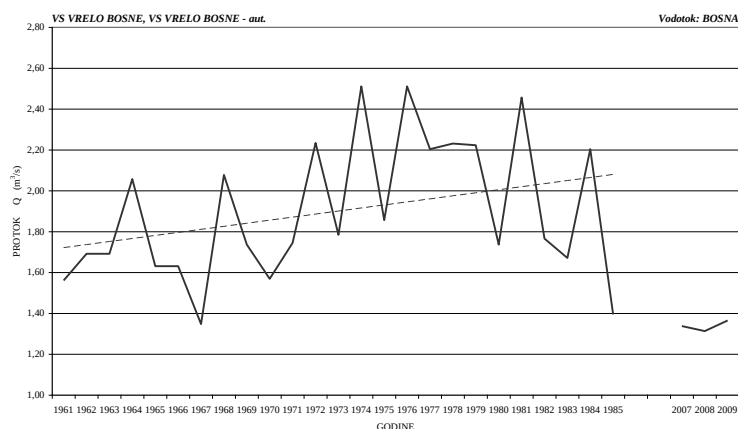
Slika 29. Hidrogram minimalnih srednjih mjesečnih proticaja rijeke Bosne na VS Vrelo Bosne za period 1961. do 1990., te 2000. do 2009. godine

U tabeli ispod dati su karakteristični minimalni godišnji proticaji za period obrade 1961. do 1985. godine.

Tabela 5.1.3. Pregled minimalnih godišnjih proticaja rijeke Bosne na VS Vrelo Bosne

Vodostajna stanica	Minimalni godišnji proticaji ranga pojave			
	Srednji $Q_{min}(\text{m}^3/\text{s})$	Reg. $Q_{min}(\text{m}^3/\text{s})$	10	20
Vrelo Bosne	1,90	1,35	1,49	1,39

Na narednoj slici dat je hidrogram minimalnih godišnjih proticaja sa odgovarajućim trendom.



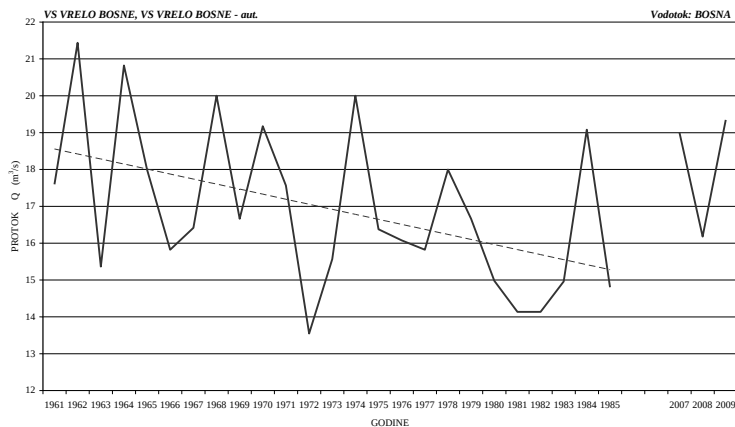
Slika 30. Hidrogram minimalnih godišnjih proticaja

U tabeli ispod dati su karakteristični maksimalni godišnji proticaji rijeke Bosne na VS Vrelo Bosne za period obrade 1961. do 1985. godine.

Tabela 5.1.4. Pregled maksimalnih godišnjih proticaja

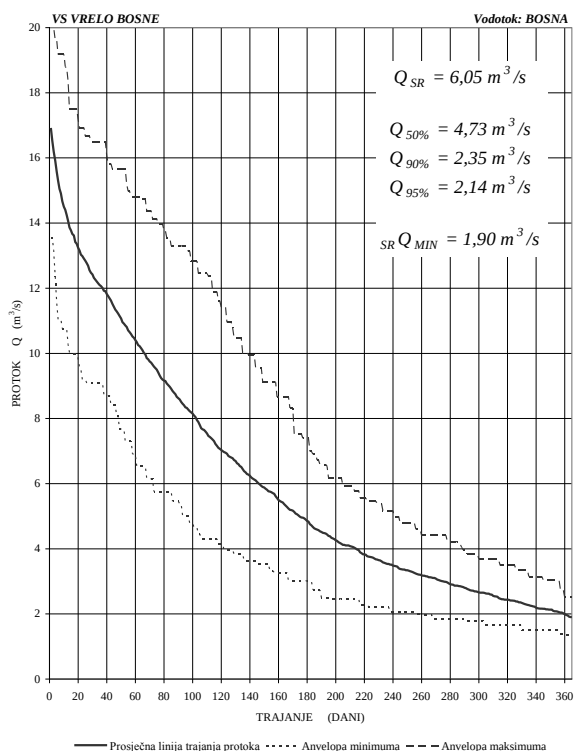
Vodometna stanica	Registrovani $Q_{max}(m^3/s)$	Maksimalni godišnji proticaji ranga pojave		
		20	50	100
Vrelo Bosne	21,4	20,7	21,8	22,6

Na slici je dat hidrogram maksimalnih godišnjih proticaja sa odgovarajućim trendom.



Slika 31. Hidrogram maksimalnih godišnjih proticaja rijeke Bosne na VS Vrelo Bosne za period 1961. do 1985., te 2000. do 2009. godine

Na slici je data linija trajanja proticaja Vrelo Bosne u razmatranom periodu 1961. do 1985. godine.



Slika 32. Prosječna linija trajanja proticaja sa anvelopama minimuma i maksimuma (1961. do 1985. godine)

VS Plandište

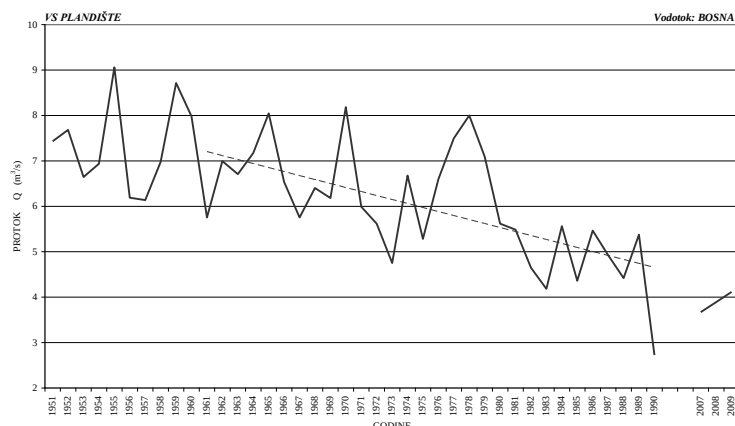
Ova VS locirana je cca 150 metara nizvodno od Rimskog mosta, odnosno cca 50 metara od betonskog mosta na putu Ilidža – Blažuj. Od Vrela Bosne udaljena je cca 2 km, a od VS Vrelo Bosne cca 1 km. Karakteristični proticaji rijeke Bosne na ovoj VS preuzeti su iz hidrološke obrade FHMZ-a i prezentiraju se u nastavku.

U tabeli se prezentiraju karakteristični srednji godišnji proticaji rijeke Bosne na VS Plandište

Tabela 5.1.5. Pregled karakterističnih srednjih godišnjih proticaja

Vodnomjerna stanica	Srednji višegodišnji proticaj $Q_{sr}(m^3/s)$	Registrovani minimalni srednji $Q_{sr}(m^3/s)$	Registrovani maksimalni srednji $Q_{sr}(m^3/s)$
Plandište	5,93	2,72	8,18

Na slici je dat hidrogram srednjih godišnjih proticaja na VS Plandište, sa odgovarajućim trendom.



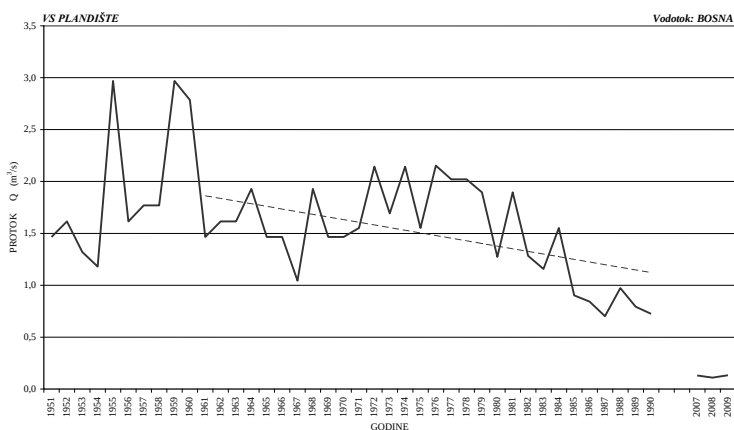
Slika 33. Hidrogram srednjih godišnjih proticaja rijeke Bosne na VS Plandište za period 1961. do 1985., te 2000. do 2009. godine

Zbog nehomogenosti analiziranog niza osmatranja, uzrokovanog vještačkim poremećajem režima, nije izvršen proračun vjerovatnoće pojave srednjih godišnjih, minimalnih srednjih, minimalnih srednjih mjesečnih i minimalnih godišnjih proticaja. Iz tog razloga, nije moguće definirati ekološki prihvatljiv proticaj za VS Plandište, kao ni karakteristične srednje, minimalne godišnje proticaje različitog povratnog perioda. Međutim, u cilju definiranja ukupne količine koje se zahvataju iz rijeke Bosne, u nastavku će se prezentirati osmatrane vrijednosti minimalnih proticaja u različitom periodu osmatranja, preuzetih iz FHMZ-a. Korištenjem podataka minimalnih mjesečnih i godišnjih proticaja u različitim periodima, definirat će se stanje na rubu izvorišta u zahvatu rijeke Bosne i promjene nastale u vremenskom periodu od 1951. do 1990. godine, sa težištem na period od 1951. do 1960. godine, zatim od 1961. do 1990. godine, te na kraju, najnovija situacija prema podacima prikupljenim u periodu 2007. do 2009. godine. U tom cilju, u nastavku se prezentiraju karakteristični minimalni srednji godišnji, registrirani najmanji minimalni godišnji, te najveći minimalni godišnji proticaji, i to odvojeno za svaki analizirani period.

Tabela 5.1.6. Pregled karakterističnih minimalnih proticaja za različite periode osmatranja

Vododjerna stanica	Period obrade	Min. sr. višegodišnji proticaj (m ³ /s)	Najniži min. registrovani godišnji proticaj (m ³ /s)	Najviši min. registrovani godišnji proticaj (m ³ /s)
Plandište	1951. do 1960. godine	1,95	1,18	2,97
	1961. do 1990. godine	1,49	0,701	2,15
	2007. do 2009. godine	0,124	0,109	0,130

Na slici je dat hidrogram minimalnih godišnjih proticaja sa odgovarajućim trendom pojave za period od 1961. do 1990. godine.



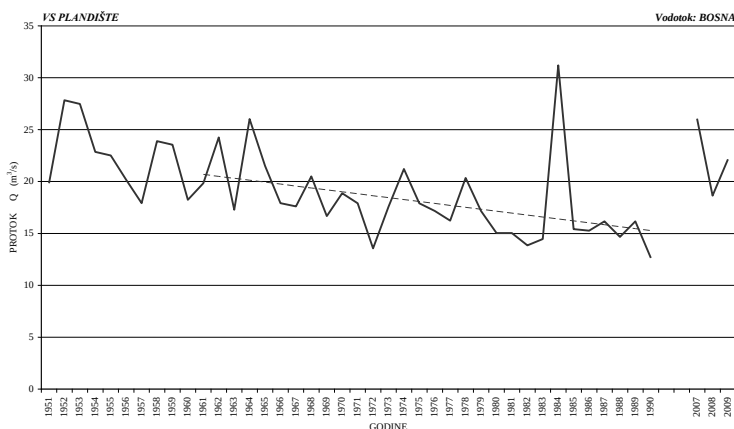
Slika 34. Hidrogram minimalnih godišnjih proticaja za period 1951. do 2009. godine

Kako je uticaj zahvatanja odgovarajućih količina vode za potrebe vodosnabdijevanja Sarajeva na proticaje rijeke Bosne, u velikim vodama znatno manji, to je ocjenjeno da je niz osmatranja u periodu 1961. do 1990. godine homogen, te da je za velike vode moguće izvršiti statističku obradu podataka. U tabeli je pregled maksimalnih godišnjih proticaja različitog ranga pojave.

Tabela 5.1.7. Pregled maksimalnih god.proticaja rijeke Bosne na VS Plandište - period 1961. do 1990. godine

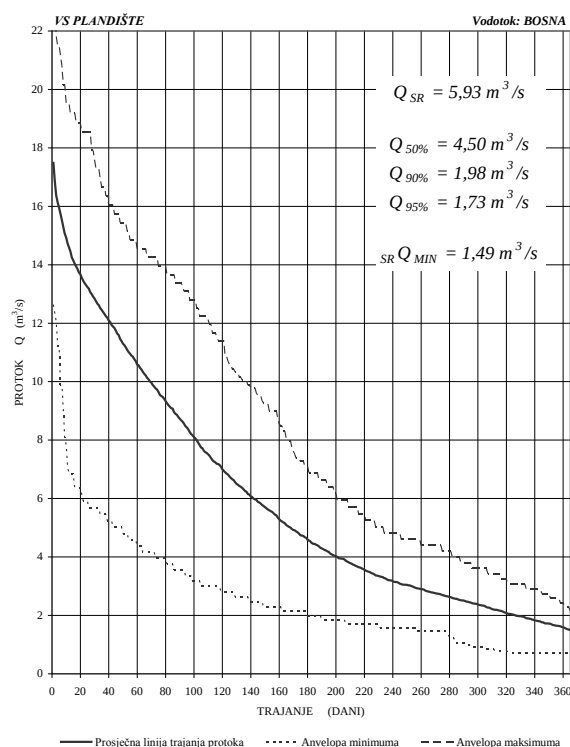
Vodomjerna stanica	Maks. registrovani proticaj Q (m^3/s)	Maksimalni godišnji proticaji Q (m^3/s) ranga pojave T (god)		
		20	50	100
Plandište	31,2	25,5	29,9	32,8

Na narednoj slici dat je hidrogram maksimalnih godišnjih proticaja rijeke Bosne na VS Plandište, sa odgovarajućim trendom pojave u razmatranom periodu.



Slika 35. Hidrogram maks. god. proticaja r. Bosne na V.S. Plandište 1961. do 1990., te 2007. do 2009. godine

Prosječna linija trajanja proticaja sa anvelopama minimuma i maksimuma, data je na narednoj slici.



Slika 36. Prosječna linija trajanja proticaja sa anvelopama maksimalnih i minimalnih voda r. Bosne na VS Plandište 1961. do 1990. godine

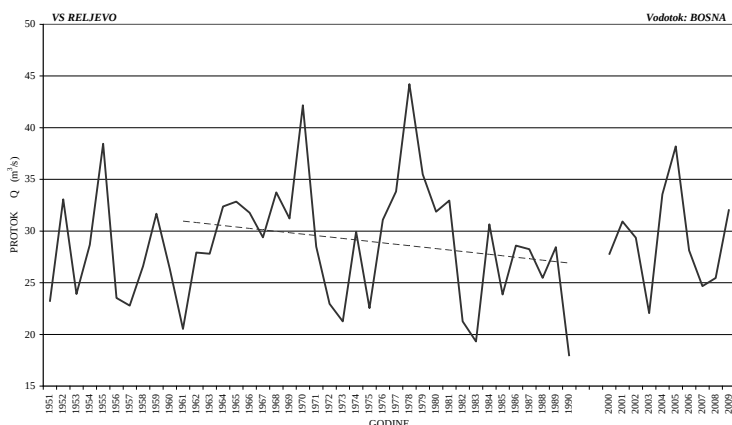
VS Reljevo

Ova vodomjerna stanica se nalazi na mostu preko rijeke Bosne cca 12 km nizvodno od vrele, u naselju Reljevo. Osnovana je 1904. godine, a sa radom prestala 1991. godine, te ponovo obnovljena na istom mjestu sa istom kotom „0“ 1998. godine, kada je instalirana automatska stanica koja je trenutno u funkciji. S obzirom da se na vodomjernoj stanici Reljevo praktično mjere sve vode koje otiču iz Sarajevske kotline napravljena je analiza srednjih godišnjih proticaja za različite periode i to 1931.–1960.; 1961.–1990., te za period od 2000. – 2009. godine, gdje je bilo na raspolaganju samo 10 godina osmatranja, a dobiveni rezultati dati su u narednoj tabeli.

Tabela 5.1.8. Pregled srednjih godišnjih proticaja rijeke Bosne na V.S. Reljevo za različite periode osmatranja

Vodomjerna stanica	Srednji godišnji proticaji za periode obrade		
	Qsr (m ³ /s)(1931. – 1960. g)	Qsr (m ³ /s) (1961. – 1990. g.)	Qsr (m ³ /s)(2000. – 2009. g)
Reljevo	27,2	28,2	29,2

Iz prikazanih rezultata može se zaključiti da prosječni proticaji rijeke Bosne na Vodomjernoj stanici Reljevo imaju izvjestan porast tokom tri analizirana perioda. Istina period od 2000. – 2009. godine je dosta kratak, međutim ipak je indikativno da je srednji proticaj za tu dekadu u porastu. U ovom trenutku nije moguće dati objašnjenje za ovu pojavu. Ukoliko se promatra trend srednjih godišnjih proticaja u periodu 1961. do 1990. godine, dat na slici ispod, može se uočiti da je on u opadanju. Što je praktično u koliziji sa porastom srednjih godišnjih proticaja razmatranih za odvojene periode.



Slika 37. Hidrogram srednjih godišnjih proticaja rijeke Bosne na VS Reljevo za period 1961. do 1990. godine

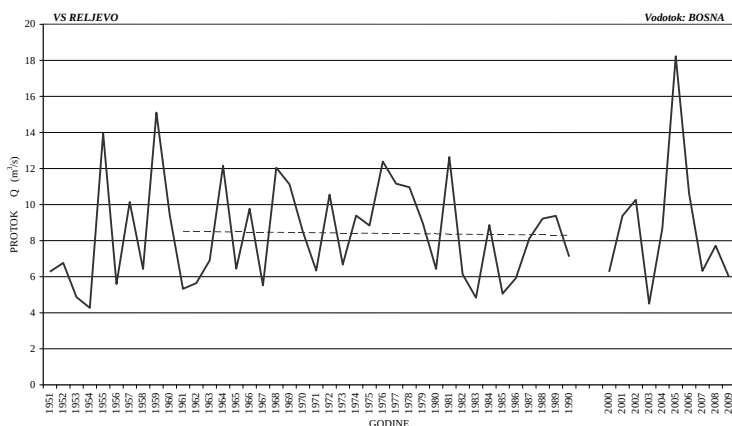
Za period obrade 1961. do 1990. godine statistički su sračunati ostali hidrološki parametri preuzeti iz statističke hidrološke obrade koju je radio Federalni hidrometeorološki zavod 2010. godine. Dobiveni rezultati daju se tabelarno u nastavku:

U tabeli ispod prezentiraju se minimalni srednji mjesečni proticaji rijeke Bosne V.S. Reljevo.

Tabela 5.1.9. Pregled karakterističnih min. sr. mjesečnih proticaja u periodu 1961. do 1990. godine

Vodostajna stanica	Minimalni srednji mjesečni proticaji Q(m ³ /s) ranga pojave T (godina)		
	10	20	50
Reljevo	5,51	4,96	4,32

Na slici je prikazan hidrogram minimalnih srednjih mjesečnih proticaja sa registriranim trendom pojave za razmatrani period.



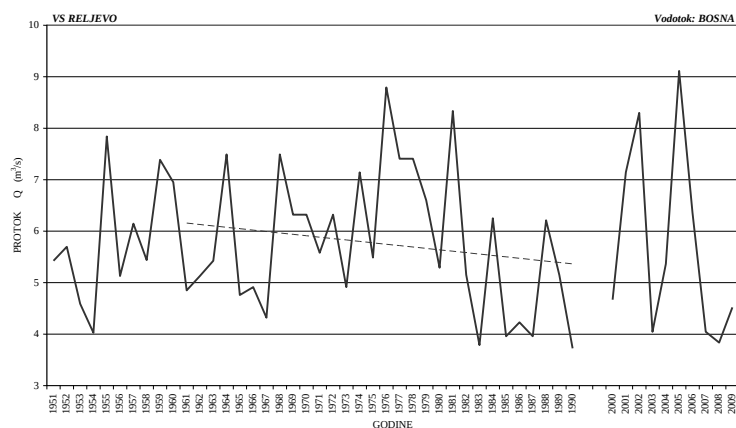
Slika 38. Hidrogram minimalnih srednjih mjesečnih proticaja

U tabeli je dat pregled karakterističnih minimalnih godišnjih proticaja za razmatrani period 1961.–1990. godine.

Tabela 5.1.10. Pregled karakterističnih minimalnih godišnjih proticaja

Vodomojna stanica	Minimalni srednji višegodišnji proticaji Q_{min}^{sr} (m ³ /s)	Minimalni registrirani proticaji u razmatranom periodu Q_{min}^{reg} (m ³ /s)	Minimalni godišnji proticaj Q(m ³ /s) ranga pojave T(godina)	
			10	20
Reljevo	5,76	3,72	4,12	3,78

Na slici je dat hidrogram minimalnih godišnjih proticaja sa registriranim trendom pojave za razmatrani period 1961. do 1991. godine



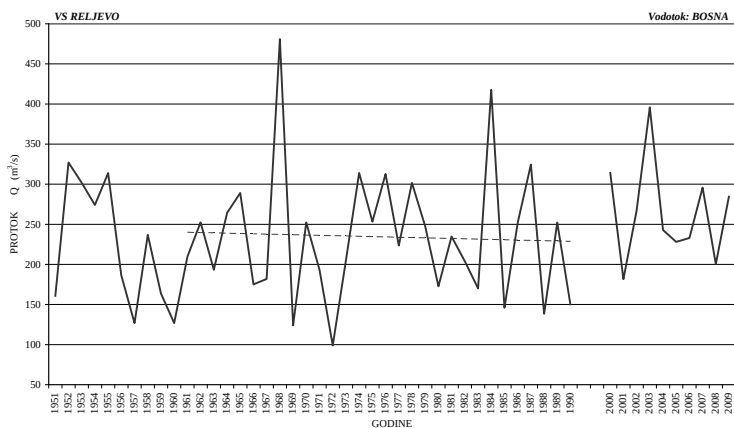
Slika 39. Hidrogram minimalnih god. proticaja r. Bosne na VS Reljevo - 1961-1990., te 2000. do 2009. godine

Pregled karakterističnih maksimalnih proticaja je dat u narednoj tabeli.

Tabela 5.1.11. Pregled karakterističnih maksimalnih proticaja

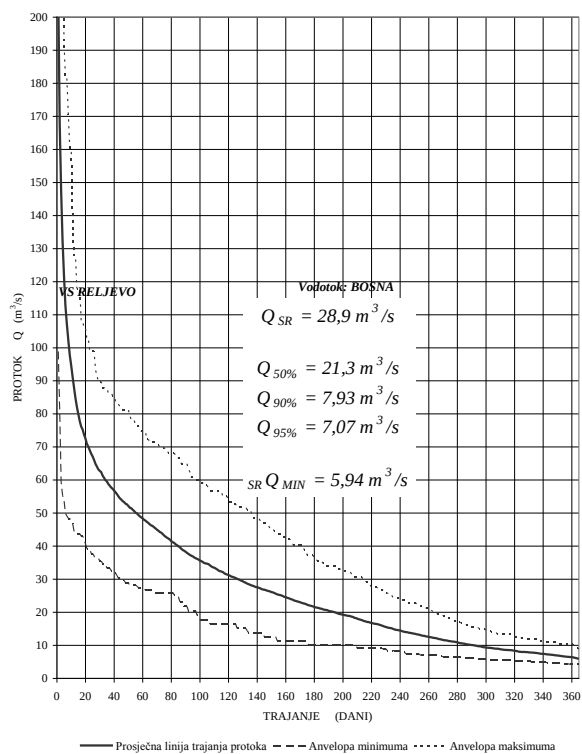
Vodomojna stanica	Maks. registrirani proticaji Q_{max}^{reg} [m ³ /s]	Maks. god. proticaj Q[m ³ /s] ranga pojave T(godina)		
		20	50	100
Reljevo	481	400	464	510

Na slici je prikazan hidrogram maksimalnih godišnjih proticaja sa registriranim trendom pojave za razmatrani period.



Slika 40. Hidrogram maksimalnih godišnjih proticaja

Na narednoj slici prikazana je linija trajanja proticaja rijeke Bosne na vodomjernoj stanici Reljevo.

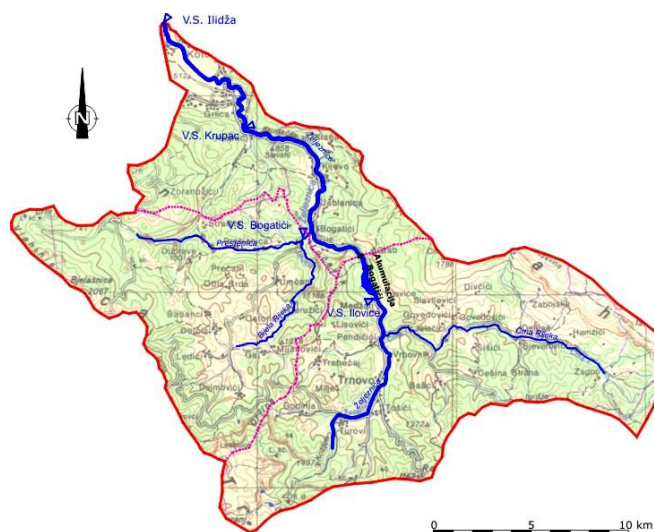


Slika 41. Linija trajanja proticaja sa anvelopama maksimalnih i minimalnih voda na V.S. Reljevo

5.2 RIJEKA ŽELJEZNICA

Rijeka Željeznica protiče na rubu izvorišta Sarajevsko polje i prema izvršenim mjerenjima, kako u prošlosti, tako i danas, jedan je od glavnih izvora prihranjivanja. Zbog postojanja HE Bogatići, režim tečenja ovog vodotoka je prilično specifičan, te je stoga uvijek bilo poteškoća oko definiranja količina infiltracije u akvifer. Karakteristični

proticaji ovog vodotoka, kao što je već spomenuto, definirani su na tri vodomjerne stanice VS: Ilovica Luke, Krupačke stijene i Ilidža.



Slika 42. Karta sliva rijeke Željeznice

Tabela 5.2.1. Pregled vodomjernih stanica u slivu rijeke Željeznice za koje postoje statističke obrade

VS	Vodotok	Period rada	Sadašnje stanje
Ilovica Luke	Željeznica	1967-1990	-
Ilidža		1966-1968	Automatska stanica
		2005-2010	

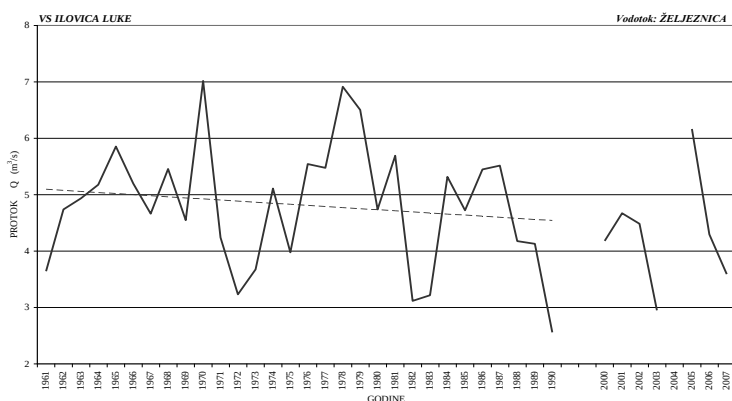
VS Ilovica Luke

Za VS Ilovica Luke raspolaže se dugim nizom osmatranja, za period 1961. do 1990. godine, te 2000. do 2007. godine. Karakteristični proticaji na VS Ilovica Luke dati su u tabelama, a preuzeti iz hidrološke statističke obrade podataka rijeke Željeznice, koju je radio Federalni hidrometeorološki zavod.

Tabela 5.2.2. Pregled karakterističnih srednjih godišnjih proticaja

Vodomjerna stanica	Period obrade	Fsl (km ²)	Prosječan višegodišnji proticaj Qsr(m ³ /s)	Registrovani minimalni srednji Qsr(m ³ /s)	Registrovani maksimalni srednji Qsr(m ³ /s)
Ilovica Luke	1961.-1990.	157,5	4,82	2,56	7,02

Na slici je dat hidrogram srednjih godišnjih proticaja, sa odgovarajućim trendom za analizirani niz 1961. do 1990. godine.

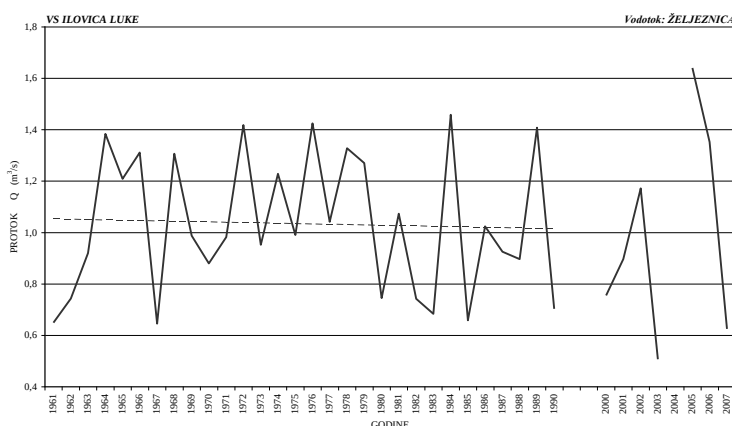


Slika 43. Hidrogram srednjih godišnjih proticaja, za analizirani niz 1961. do 1990., te 2000. do 2007. godine.

Tabela 5.2.3. Minimalni srednji mjesečni proticaji rijeke Željeznice na VS Ilovica

Vodostajna stanica	Minimalni srednji mjesečni proticaji ranga pojave		
	10	20	50
Ilovica Luke	0,706	0,641	0,565

Na slici ispod dat je hidrogram minimalnih srednjih mjesečnih proticaja za razmatrani niz i odgovarajući trend pojave.

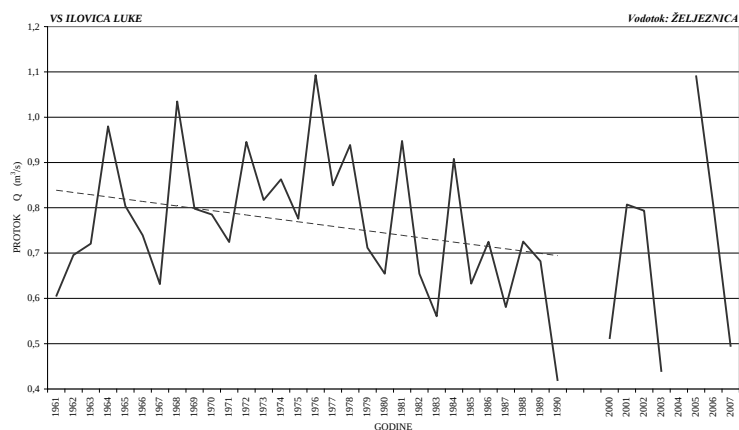


Slika 44. Hidrogram min. sr. mj. proticaja rijeke Željeznice VS Ilovica niz 1961. do 1990., te 2000. do 2007. g

Tabela 5.2.4. Pregled karakterističnih minimalnih godišnjih proticaja

Vodostajna stanica	Minimalni godišnji proticaji ranga pojave			
	Srednji $Q_{min}(m^3/s)$	Registrovani $Q_{min}(m^3/s)$	10	20
Ilovica Luke	0,767	0,418	0,578	0,537

Na narednoj slici dat je hidrogram minimalnih godišnjih proticaja za razmatrani niz i odgovarajući trend pojave.

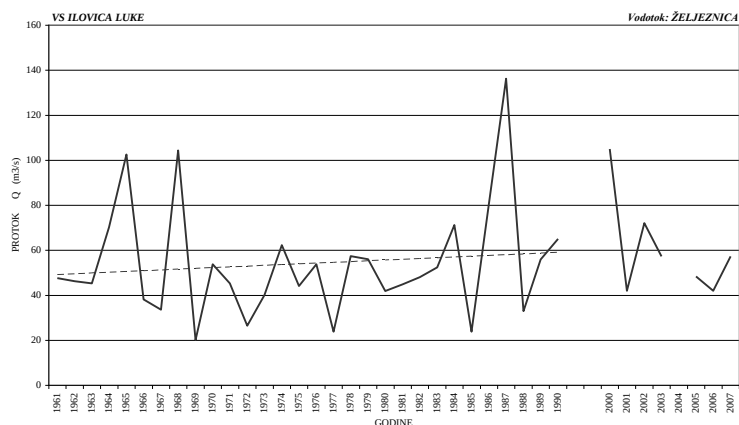


Slika 45. Hidrogram min. god. proticaja r. Željeznice na VS Ilovica za niz 1961. do 1990., te 2000. do 2007.g

Tabela 5.2.5. Pregled maksimalnih godišnjih proticaja

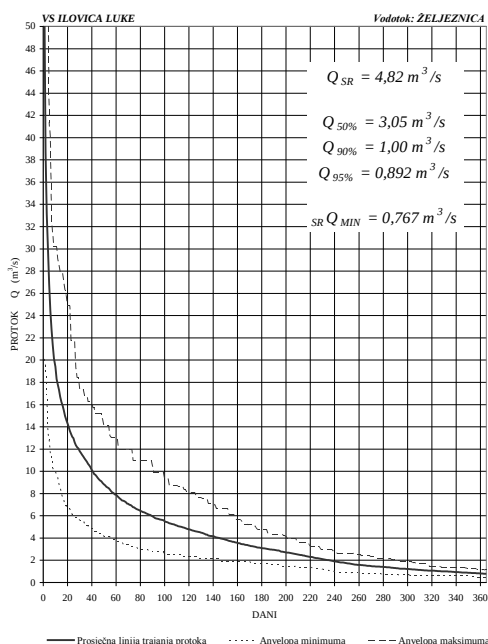
Vodostajna stanica	Registrovani $Q_{max}(m^3/s)$	Maksimalni godišnji proticaji ranga pojave		
		20	50	100
Ilovica Luke	136	111	153	195

Na slici u nastavku dat je hidrogram maksimalnih godišnjih proticaja sa odgovarajućim trendom.



Slika 46. Hidrogram maksimalnih god. proticaja za niz 1961. do 1990., te 2000. do 2007. godine

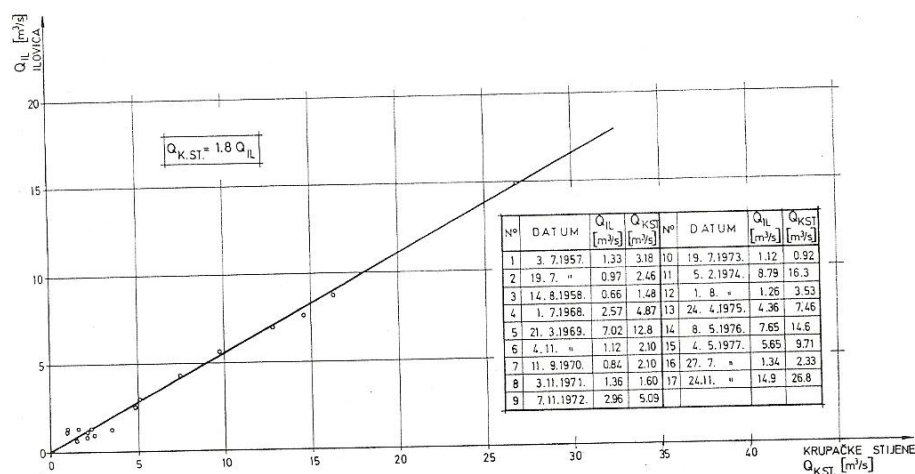
Linija trajanja rijeke Željeznice na VS Ilovica Luke data je na narednoj slici.



Slika 47. Linija trajanja proticaja r. Željeznice na VS Ilovica Luke sa anvelopama min. i maks. voda

VS Krupačke stijene

S obzirom da je režim rijeke Željeznice od velike važnosti za održanje bilansa voda izvorišta, to je neophodno poznavati karakteristične proticaje ovog vodotoka na području infiltracije. Kako se na profilu Krupačke stijene, gdje ovaj vodotok ulazi u Sarajevsko polje, trenutno ne raspolaže podacima sistemskih mjerenja, iz tog razloga će se, karakteristični hidrološki parametri, na tom profilu, definirati korištenjem podataka sa VS Ilovica Luke i simultanim mjerenjima, ranije uspostavljene zavisnosti između profila Krupačke stijene-Ilovica Luke. Uspostavljena zavisnost proticaja između ova dva profila na rijeci Željeznici, data je na slici, dok matematska interpretacija te zavisnosti ima oblik: $Q_{KST} = 1,8 Q_{IL}$



Slika 48. Linija zavisnosti simultanih mjerenja proticaja Ilovica Luke-Krupačke stijene

Korištenjem naprijed navedenih karakterističnih proticaja na VS Ilovica Luke i uspostavljene zavisnosti proticaja na VS Krupačke stijene, određeni su karakteristični proticaji na VS Krupačke stijene. Na već opisani način, uz korištenje obrađenih podataka na VS Ilovica Luke (preuzetih iz Federalnog hidrometeorološkog zavoda BiH,

urađenih u okviru Studije „Čista rijeka Željeznica“, 2010. godine), definirane su karakteristične male, srednje i velike vode, te linija trajanja proticaja na VS Krupačke stijene. S obzirom da se rijeka Željeznica intenzivno infiltrira u akvifer Sarajevskog polja, upravo na dionici od VS Krupačke stijene pa do VS Ilidža, neophodno je poznavanje hidrološkog režima, upravo na ovim profilima, što omogućava definiranje količine infiltracije tokom godine. Karakteristični srednji godišnji minimalni i maksimalni proticaji rijeke Željeznice na VS Krupačke stijene, dati su u tabelama.

Tabela 5.2.6. Srednji godišnji proticaji r. Željeznice na VS Krupačke stijene

Vodometna stanica	F _{sl} (km ²)	Prosječan višegodišnji proticaj Q _{sr} (m ³ /s)	Registrovani minimalni Q _{sr} (m ³ /s)	Registrovani maksimalni Q _{sr} (m ³ /s)
Krupačke stijene	307	8,7	4,6	12,6

Tabela 5.2.7. Minimalni srednji mjesečni proticaji r. Željeznice na VS Krupačke stijene

Vodometna stanica	Minimalni srednji mjesečni proticaji ranga pojave		
	10	20	50
Krupačke stijene	1,27	1,15	1,02

Tabela 5.2.8. Minimalni godišnji proticaji r. Željeznice na VS Krupačke stijene

Vodometna stanica	Minimalni godišnji proticaji ranga pojave			
	Srednji Q _{min} (m ³ /s)	Registrovani Q _{min} (m ³ /s)	10	20
Krupačke stijene	1,38	0,75	1,04	0,967

Tabela 5.2.9. Maksimalni godišnji proticaji r. Željeznice na VS Krupačke stijene

Vodometna stanica	Registrovani Q _{max} (m ³ /s)	Maksimalni godišnji proticaji ranga pojave		
		20	50	100
Krupačke stijene	245	200	275	351

VS Ilidža

Kako se poznavanjem režima rijeke Željeznice na VS Krupačke stijene definira ulaz u infiltracionu zonu Sarajevskog polja, to se poznavanjem režima rijeke Željeznice na VS Ilidža, definira izlaz iz infiltracione zone. Ova VS na rijeci Željeznici osnovana je 1966. godine, a sa radom je prestala 1968. godine. Nakon rata, 2001. godine, premještena je cca 500 metara uzvodno i za nju se ukupno raspolaže sa 6 godina osmatranja, i to za periode:

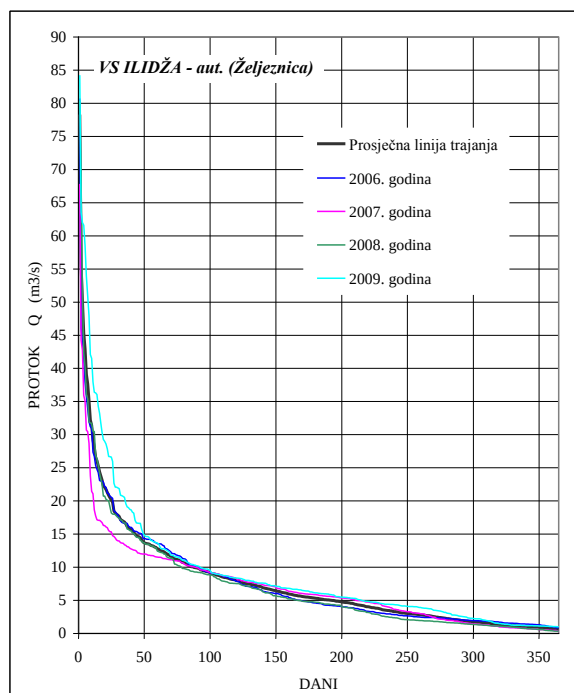
- od 1966 do 1968. godine – stara lokacija – nizvodno od ušća Kasindolskog potoka,
- od 2006. do 2009. godine – nova lokacija – uzvodno od ušća Kasindolskog potoka.

S obzirom na kratkoću spomenutih nizova osmatranja, raspoloživi podaci nisu statistički obrađeni, međutim, za potrebu analize količine infiltracije voda rijeke Željeznice, na potezu Krupačke stijene VS Ilidža, izdvojeni su karakteristični proticaji, dobiveni samo za period 2006. godine. Naime, s obzirom da se radi o dva odvojena perioda, pa čak i o dvije VS Ilidža, locirane na različitim mjestima, nije moguće pouzdano vršiti međusobno poređenje rezultata. Naime, osmatranja u periodu 1966. do 1968. godine, vršena su na staroj VS, koja je bila locirana nizvodno od ušća Kasindolskog potoka. Iz tog razloga, u nastavku se prezentiraju samo podaci prikupljeni u periodu 2006. do 2009. godine, kako bi se mogla napraviti analiza količine infiltracije u posljednjih nekoliko godina. Za period osmatranja 2006. do 2009. godine, sračunate su srednje vrijednosti proticaja za

razmatrani period, i to: srednji, srednji minimalni i srednji maksimalni proticaji, te data i prosječna linija trajanja proticaja u razmatranom periodu. U tabeli ispod dat je pregled spomenutih srednjih vrijednosti karakterističnih proticaja za navedeni period.

Tabela 5.2.10. Srednje vrijednosti karakterističnih proticaja r. Željeznice na VS Ilidža za osmatranja u periodu 2006. do 2009. godine

Vodomjerna stanica	Površina sliva $F_{sl}(km^2)$	Srednji godišnji proticaj za period 2006. do 2009. godine $Q(m^3/s)$	Minimalni srednji godišnji proticaj za period 2006. do 2009. godine $min Q_{sr}(m^3/s)$	Maksimalni srednji godišnji proticaj za period 2006. do 2009. godine $max Q_{sr}(m^3/s)$
VS Ilidža	399	7,71	0,267	105



Slika 49. Prosječne linije trajanja rijeke Željeznice na V.S. Ilidža za 2006., 2007., 2008. i 2009. Godinu

5.3 VEČERICA

Ovaj vodotok je u prošlosti tekao kroz Sarajevsko polje i ulijevao se u rijeku Bosnu na području Konaci. U vrijeme formiranja izvorišta i tokom izvođenja eksploatacionih bunara na izvorištu Konaci i Bačevo u septembru 1979. godine, korito vodotoka VečERICA je izmješteno novoizgrađenim regulisanim koritom i odvedeno u rijeku Željeznicu, neposredno uzvodno od bazena za plivanje na Ilidži, a takvo je stanje i danas. Za ovaj vodotok se raspolaže vrlo oskudnim podacima, s obzirom da mu je zbog infiltracije izvorišta, te izmjenjivanja korita, režim vrlo promjenjiv. Tokom 1995. godine, kada su na VečERICI formirane dvije vodomjerne stanice, i to:

- VS Glavogodina;
- VS Kovačev kamen.

Na ovim VS urađeni su profili i postavljene vodomjerne letve. Polovinom 1986. godine na VS Glavogodina instaliran je i limnigraf. Tokom 1986. godine na VS Glavogodine i profilu na ušću u rijeku Željeznicu, izvršeno je ukupno 15 simultanih hidrometrijskih mjerenja, čiji se rezultati prezentiraju u narednoj tabeli.

Tabela 5.3.1. Simultana hidrometrijska mjerenja vodotoka Večerica na profilu ulaz u Sarajevsko polje i prije ušća u rijeku Željeznicu.

Redni broj	Datum	VS Glavogodina		Ušće Q(m ³ /s)	Infiltracija Q(m ³ /s)
		H(cm)	Q(m ³ /s)		
1.	14.01.1986.	39	0,410	0,066	0,344
2.	11.02.1986.	36	0,248	0,0892	0,156
3.	25.03.1986.	42	0,453	0,207	0,246
4.	15.04.1986.	50	0,826	0,328	0,498
5.	08.05.1986.	48	0,792	0,486	0,305
6.	20.05.1986.	45	0,547	0,250	0,297
7.	03.06.1986.	42	0,574	0,298	0,276
8.	10.07.1986.	42	0,463	0,280	0,183
9.	12.07.1986.	40	0,350	0,178	0,172
10.	12.08.1986.	36	0,214	0,108	0,106
11.	03.09.1986.	29	0,119	0,071	0,048
12.	17.10.1986.	25	0,048	-	0,048
13.	23.10.1986.	26	0,053	0	0,053
14.	24.11.1986.	31	0,130	0,058	0,072
15.	15.12.1986.	28	0,082	0,012	0,070
16.	10.02.2011.	-	0,337	0,266	0,051

Mjerenjem na ova dva profila, od kojih se Glavogodina nalazi na samom rubu Sarajevskog polja, u podnožju planinskog masiva Igman, a drugi profil mjerenja je na ušću Večerice u rijeku Željeznicu, omogućava da se iz razlike proticaja direktno izračuna količina infiltracije. Tako dobiveni rezultati prezentirani su također u gornjoj tabeli.

U toku 1986. godine, na VS Glavogodine, minimalni registrirani proticaj iznosio je 0,040 m³/s, dok je maksimalni iznosio 1,56 m³/s. Istovremeno, registrirana je i maksimalna infiltracija, i to 14.01.1986. godine, a iznosila je 0,344 m³/s. Srednja godišnja količina infiltracije iz vodotoka Večerica, tokom 1986. godine, iznosila je 0,169 m³/s. Ovdje je bitno naglasiti da je navedenim mjerenjima, tokom 1986. godine, prethodilo čišćenje korita Večerice, te da su količine infiltracije naprijed navedene dobivene u uslovima očišćenog korita. Međutim, dalja osmatranja i mjerenja količina koje se infiltriraju u akvifer Sarajevskog polja pokazala su da je proces kolmacije korita stalno prisutan, te da se voda ovog vodotoka može uvesti u ukupan bilans voda Sarajevskog polja, samo ukoliko se permanentno vrši održavanje i čišćenje korita ovog vodotoka.

5.4 VODOTOK STOJČEVAC

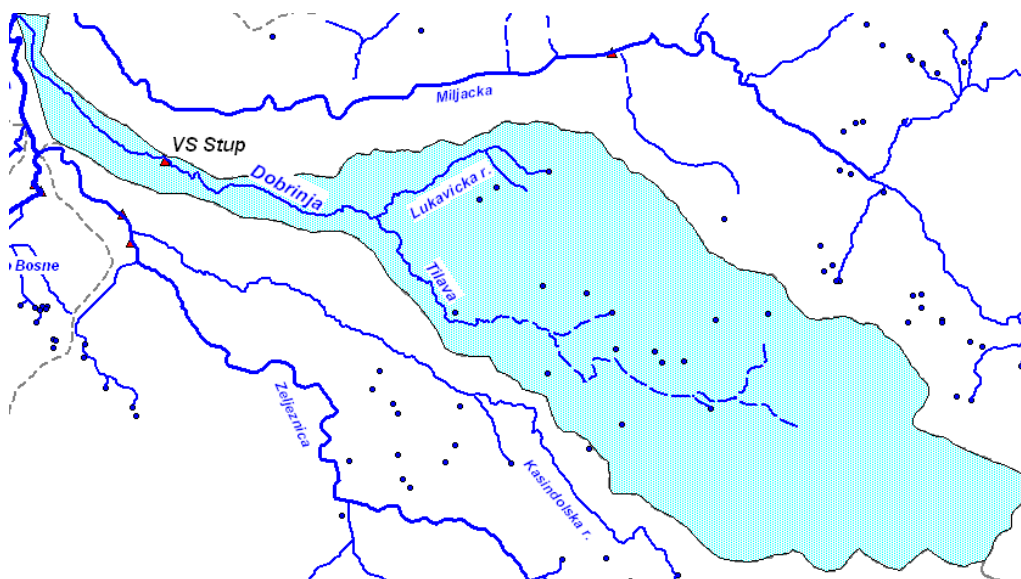
Vode iz vrela Stojčevac teku jugozapadnim rubom Sarajevskog polja i ulijevaju se u rijeku Bosnu na lokaciji neposredno nizvodno od izvora Bosne. Karakteristike ovog izvora definirane su simultanim mjerenjima Stojčevca u Stojčevcu i Večerice u Bačevu, u periodu dok je Večerica tekla svojim koritom. Simultanim mjerenjima, uspostavljenom zavisnošću, određene su srednje i male vode ovog izvorišta. Podaci su preuzeti iz elaborata „Istražni radovi za potrebe Sarajevskog vodovoda u 1984. godini“, Zavod za hidrotehniku GF u Sarajevu. Na opisani način definirane karakteristike vrela Stojčevac su sljedeće:

$$Q_{sr} = 0,122 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{min} = 0,048 \text{ m}^3/\text{s}$$

Vodotok Stojčevac se ulijevao u rijeku Bosnu kod Vrutaka. Da bi se izbjegla mogućnost zagađenja podzemnih voda izvorišta, u zoni kroz koju je proticao Stojčevac, izvršeno je izmještanje potoka Stojčevac u pravcu sjevera, gdje je napravljena i infiltraciona petlja (1978–1979.). Višak vode iz potoka Stojčevac, koji se ne infiltrira u podzemlje, odvodi se betonskim kanalom do Aleje Ilidža – Vrelo Bosne. Naknadno je izvršeno produženje infiltracionog kanala u pravcu bunara MB5, gdje je urađena i jedna laguna za prijem viška vode u zimskom periodu.

5.5 RIJEKA DOBRINJA



Slika 50. Hidrografski prikaz rijeke Dobrinje

R.b.	VS	Vodotok	Period rada	Sadašnje stanje
1	Stup	Dobrinja	1968-1988g.	-

Prezentacija hidrologije za sliv Dobrinje je izvršena na osnovu hidrološke stanice u slivu rijeke Dobrinje – VS Stup.

Osnovni geografski parametri tretiranih lokaliteta:

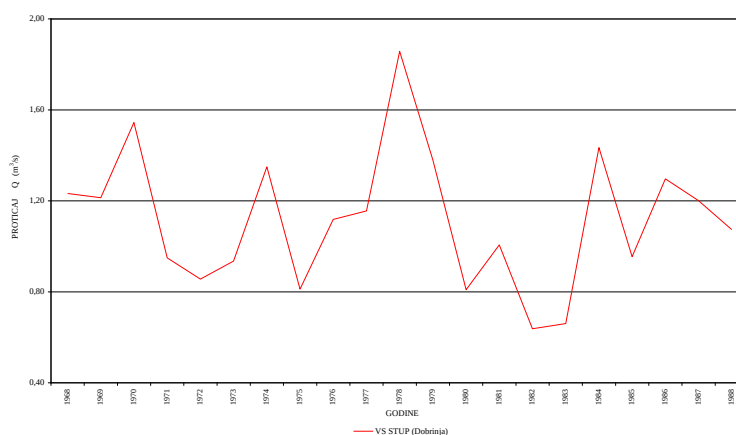
R.b.	VS / vodotok	Površina sliva km ²	Kota nule	Koordinate	
				širina	dužina
1	Stup /Dobrinja	60,9	496,43 mnm	43°50'46"	18°51'44"

Ovaj vodotok nema nikakvog uticaja na prihranjivanje izvorišta Bačevo, Konaci i Sokolović Kolonija, međutim, s obzirom da se nalazi u slivu izvorišta Stup, na koje objektivno može imati uticaja, ali ga sa raspoloživim podacima nije moguće kvantificirati, u tom smislu, neophodno je poznavati barem hidrološki režim. Za rijeku Dobrinju postoje podaci sistemskih mjerenja i osmatranja, obrađenih od strane FHMZ, u razdoblju od 1968. do 1988. godine, na VS Stup. U nastavku se prezentiraju karakteristični proticaji, preuzeti iz spomenute obrade, za navedenu VS. Srednji proticaji rijeke Dobrinje za raspoloživi niz od 20 godina, prezentirani su u narednoj tabeli.

Tabela 5.5.1. Karakteristični srednji godišnji proticaji za rijeku Dobrinju na VS Stup

Vodostajna stanica	Površina sliva F(km ²)	Srednji godišnji proticaj Q_{sr} (m ³ /s)	Min srednji godišnji proticaj $minQ_{sr}$ (m ³ /s)	Maks srednji godišnji proticaj $maxQ_{sr}$ (m ³ /s)
Stup	60,9	1,12	0,637	1,86

Na slici ispod dat je hidrogram srednjih godišnjih proticaja za razmatrani niz od 1968. do 1988. godine.



Slika 51. Hidrogram srednjih godišnjih proticaja rijeke Dobrinje na VS Stup

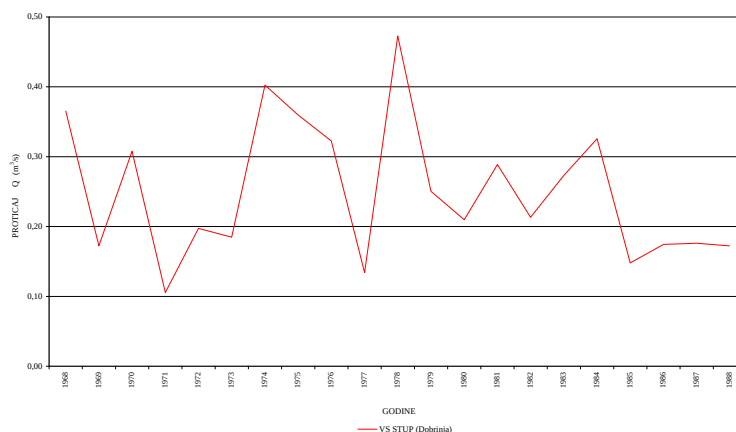
Minimalni srednji mjesečni proticaji za raspoloživi niz, dati su narednoj tabeli.

Tabela 5.5.2. Pregled karakterističnih minimalnih srednjih mjesečnih proticaja

VODOMJERNA STANICA	MINIMALNI SREDNJI MJESEČNI PROTICAJ $Q(m^3/s)$ RANGA POJAVE $T(god)$		
	10	20	50
STUP	0,142	0,122	0,102

Ekološki prihvatljiv proticaj ili minimalni srednji mjesečni proticaj 95% obezbjeđenosti, koji se prema važećem Zakonu o vodama određuje statistički, iznosi: $Q_{95\%} = 0,122 m^3/s$.

Na slici ispod. prikazan je hidrogram minimalnih srednjih mjesečnih proticaja rijeke Dobrinje na VS Stup, za period od 1968. do 1988. godine.



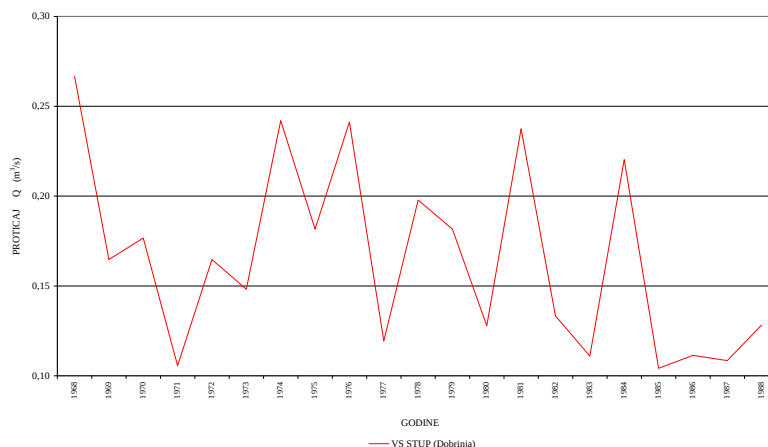
Slika 52. Hidrogram minimalnih srednjih mjesečnih protoka rijeke Dobrinje

Minimalni godišnji proticaji za razmatrani niz dati su u narednoj tabeli.

Tabela 5.5.3. Karakteristični minimalni god. proticaji rijeke Dobrinje na VS Stup

Vodumjerna stanica	Min god. proticaj $minQ_{regist}(m^3/s)$	Min srednji godišnji proticaj $minQ_{sr}(m^3/s)$	Min. godišnji proticaj $Q(m^3/s)$ $T(god)$		
			10	20	50
Stup	0,104	0,165	0,109	0,100	0,086

Na slici je prikazan hidrogram minimalnih godišnjih proticaja rijeke Dobrinje na VS Stup, za period od 1968. do 1988. godine.



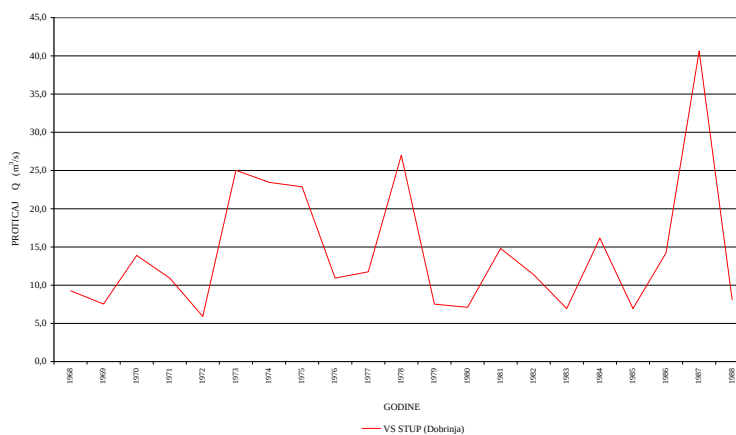
Slika 53. Hidrogram minimalnih godišnjih protoka rijeke Dobrinje

Maksimalni proticaji rijeke Dobrinje VS Stup dati su u tabeli ispod.

Tabela 5.5.4. Karakteristični maksimalni god. proticaji rijeke Dobrinje na VS Stup

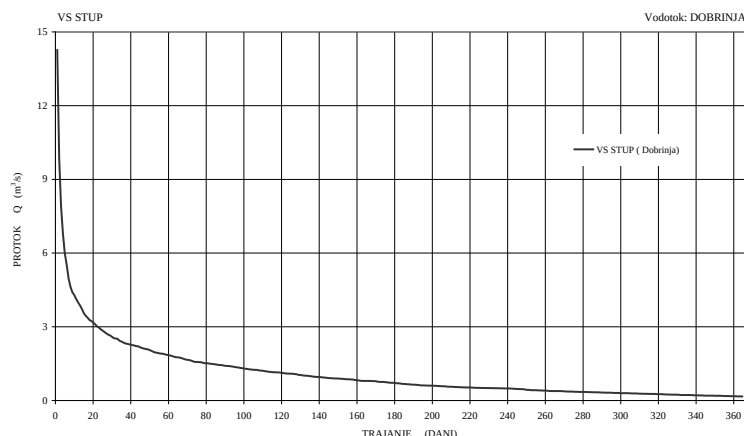
Vodomjerna stanica	Maks. god. proticaj registrirani $\max Q_{\text{regist}} (\text{m}^3/\text{s})$	Maks. god. proticaj $Q (\text{m}^3/\text{s})$ ranga pojave T(god)		
		20	50	100
Stup	40,6	31,8	43,2	53,8

Na narednoj slici prikazan je hidrogram maksimalnih godišnjih proticaja rijeke Dobrinje na VS Stup, za period od 1968. do 1988. godine.



Slika 54. Hidrogram maksimalnih godišnjih protoka rijeke Dobrinje

Na narednoj slici prikazana je linija trajanja proticaja rijeke Dobrinje VS Stup.



Slika 55. Prosječna linije trajanja protoka rijeke Dobrinje

5.6 KARAKTERISTIKE RIJEKA U SARAJEVSKOJ KOTLINI

Da bi se analizirao ukupan bilans voda koje dotiču odnosno otiču iz Sarajevske kotline neophodno je poznavanje hidroloških karakteristika svih vodotoka koji na tom području egzistiraju. U tom smislu pored već prezentiranih hidroloških karakteristika datih za vodotoke koji su u dodiru sa izvorištem Sarajevsko polje, u nastavku se daju osnovne karakteristike r. Miljacke r. Zujevine i Kasindolskog potoka koji također utiču u Sarajevsku kotlinu i daju svoj doprinos ukupnom bilansu voda Sarajevske kotline, ali nemaju značajnijeg uticaja na vode izvorišta. Naravno treba izdvojiti Kasindolski potok koji na neki način može imati utjecaja na izvorište Stup dok se za r. Miljacku i r. Zujevinu može konstatirati da takav utjecaj ne postoji.

5.6.1 RIJEKA MILJACKA

Karakteristike ovog vodotoka biti će prezentirane analizom hidroloških parametara na dvije vodomjerne stanice Sarajevo i Butila preuzete iz statističkih obrada koje je uradio Federalni hidrometeorološki zavod iz Sarajeva

V.S. Sarajevo

Vodomjerna stanica Sarajevo nalazi se u centru grada na mostu Ćumurija. Osnovana je 1892.g. ali se sa sistematskim osmatranjem počinje 1923. g.

Hidrološki podaci za ovu v. s. obrađeni su za tri perioda, i to za period 1951-1960. zatim za period 1961-1990., te za period 2003-2009g. Naravno samo je za period 1961-1990. urađena kompletna hidrološka statistička obrada, i u nastavku se prezentiraju karakteristični proticaji r. Miljacke na ovoj vodomjernoj stanici.

U narednim tabelama prezentiraju se karakteristični srednji, minimalni i maksimalni godišnji proticaji, dobiveni obradom podataka za period 1961-1990g.

Tabela 5.6.1. Srednji godišnji proticaji r. Miljacke na v. s. Sarajevo

VOD. STANICA	POV. SLIV F(KM ²)	QSR. GOD(m ³ /s)	MIN.QSR. GOD(m ³ /s)	MAX.QSR.GOD(m ³ /s)
SARAJEVO	302	5,62	3,03	9,01

Tabela 5.6.2. Minimalni godišnji proticaj r. Miljacke na v.s. Sarajevo

Vod. Stanica	sr.Qmin (m ³ /s)	reg.Qmin (m ³ /s)	Min proticaj(m ³ /s)	
			T 1/10	T 1/20
SARAJEVO	0,764	0,511	0,552	0,508

Tabela 5.6.3. Maksimalni godišnji proticaji r. Miljacke na v.s. Sarajevo

VS	reg.Qmax(m ³ /s)	Qmax (m ³ /s)		
		1/20	1/50	1/100
SARAJEVO	204	170	215	250

V.S. Butila

Ova vodomjerna stanica se nalazi na desnoj obali r. Miljacke preko puta ulaza u krug uređaja za prečišćavanje otpadnih voda grada. Ulazni parametri za proračun karakterističnih proticaja za ovu vodomjernu stanicu korišteni su podaci sa v.s. Sarajevo koja je locirana cca 14 km uzvodno. Karakteristični proticaji izračunati su na osnovu mjerenjima uspostavljene zavisnosti između v. s. Sarajevo i v.s.Butila. Tako sračunati karakteristični proticaji prezentiraju se u nastavku.

U narednim tabelama, dati su srednji, minimalni i maksimalni proticaji r. Miljacke na ovoj stanici.

Tabela 5.6.4. Srednji godišnji proticaji r. Miljacke na v.s. Butila

VOD. STANICA	POV. SLIV F(KM ²)	QSR. GOD(m ³ /s)	MIN.QSR. GOD(m ³ /s)	MAX.QSR.GOD(m ³ /s)
Butila	372	8,18	5,23	12,3

Važno je naglasiti da za v.s. Butila nije izvršena statistička obrada minimalnih i maksimalnih proticaja, s obzirom da raspoloživi niz podataka, zbog utjecaja grada, nije homogen. Iz tog razloga u narednim tabelama, prezentiraju se srednji minimalni, najniži minimalni registrovani i najviši minimalni registrovani proticaji, te srednji maksimalni najniže registrovani i najviše registrovani maksimalni proticaji za raspoloživi niz.

Tabela 5.6.5. Minimalni. god. proticaji r. Miljacke na v. s. Butila za period 1961.-1986.g

VOD. STANICA	SR.Qmin god(m ³ /s)	najniži Qminreg(m ³ /s)	najviši Qmin reg(m ³ /s)
Butila	1,64	1,20	2,36

Kao posljedica utjecaja otpadnih voda grada, može se uočiti trend porasta minimalnih proticaja r. Miljacke. Uticaj povećane količine crpljenja voda iz Sarajevskog polja kroz povećanje minimalnih godišnjih proticaja na r. Miljacki može se vidjeti i iz tabele. gdje su dati minimalni proticaji za obrađeni niz 2003 – 2009.g.

Tabela 5.6.6. Minimalni god. proticaji r. Miljacke na v. s. Butila za period 2003–2009. g.

VOD. STANICA	SR.Qmin god(m ³ /s)	najniži Qminreg (m ³ /s)	najviši Qmin reg(m ³ /s)
Butila	2,68	2,29	3,21

Tabela. 5.6.1. Maksimalni godišnji proticaji r. Miljacke na v. s. Butila

VOD. STANICA	SR.Qmax god (m ³ /s)	NajnižiQ _{maxreg} (m ³ /s)	najviši Qmax reg(m ³ /s)
Butila	107	51,3	312

5.6.2 RIJEKA ZUJEVINA

Ovaj vodotok ulazi u Sarajevsku kotlinu kao desna pritoka r.Bosne. Hidrološke karakteristike ovog vodotoka određene su na v. s. Blažuj za raspoloživi niz osmatranja od 25 godina(1966-1990g). U nastavku se prezentiraju karakteristični proticaji r. Zujevine preuzeti iz hidrološke obrade koju je radio Federalni hidrometeorološki zavod na spomenutoj vodomjernoj stanici.

V.S Blažuj

Na ovoj vodomjernoj stanici, lociranoj u Blažuju uzvodno od lokalnog mosta preko r. Zujevine, osmatranja se vrše od 1950.g, a sistematski podaci postoje za period 1966-1990.g.

Određeni prekidi u osmatranju vodostaja prevaziđeni su korištenjem simultanim mjerenjima uspostavljene zavisnosti sa v. s. Hadžići koja se nalazi na istom vodotoku. Karakteristični srednji minimalni i maksimalni proticaji dati su u narednim tabelama.

Tabela 5.6.7. Pregled srednjih godišnjih proticaja r. Zujevine na v. s. Blažuj

VOD. STANICA	POV. SLIV F(KM ²)	QSR. GOD(m ³ /s)	MIN.QSR. GOD(m ³ /s)	MAX.QSR.GOD(m ³ /s)
Blažuj	156	3, 25	1,99	4,79

Tabela 5.6.8. Pregled minimalnih godišnjih proticaja r. Zujevine na v.s. Blažuj

VOD. STANICA	SR.QMIN (m ³ /s)	REG.QMIN (m ³ /s)	MIN PROTICAJ RANGA 1/10(m ³ /s)	MIN PROTICAJ RANGA 1/20(m ³ /s)
Blažuj	0,475	0,332	0,350	0,328

Tabela 5.6.9. Pregled maksimalnih godišnjih proticaja r.Zujevine na v.s.Blažuj

VS	REG.QMAX(m ³ /s)	QMAX 1/20(m ³ /s)	QMAX 1/50(m ³ /s)	QMAX 1/100(m ³ /s)
Blažuj	94,8	79,9	115	151

5.6.3 KASINDOLSKI POTOK

Kasindolski potok je vodotok koji se ulijeva u r. Željeznicu kao njena desna pritoka na prostoru Ilidže a uzvodno od izvorišta Stup. U tom smislu ovaj vodotok može imati određenog utjecaja na spomenuto izvorište, manje u kvantitativnom, a mnogo više u kvalitativnom pogledu. Međutim u ukupnom bilansu voda Sarajevske kotline učestvuju i vode ovog potoka te se u tom kontekstu ovdje i prezentiraju njegove karakteristike preuzete iz statističke hidrološke obrade koju je radio Zavod za hidrotehniku G.F. iz Sarajeva, za period od deset godina (1958-1967.). Karakteristični srednji minimalni i maksimalni proticaji na v. s. Butmir prezentiraju se u narednim tabelama.

Tabela 5.6.10. Pregled srednjih godišnjih proticaja Kasindolskog potoka na v.s.Butmir

Vod. stan	Qsr. god	min.Qsr.god	maks.Qsr.god
Butmir	2,07	1,27	3,08

Tabela 5.6.11. Pregled minimalnih godišnjih proticaja Kasindolskog potoka na v.s. Butmir

V.S.	SR.Qmin (m ³ /s)	Qmin.reg. (m ³ /s)	Qmin.god. (m ³ /s)	
			1/10	1/20
Butmir	0,121	0,00	0,01	0,00

Tabela 5.6.12 .Maksimalni godišnji proticaji Kasindolskog potoka na v.s. Butmir

VS	reg.Qmax(m ³ /s)	Qmax (m ³ /s)		
		1/20	1/50	1/100
Butmir	55,7	57,98	68,5	78,2

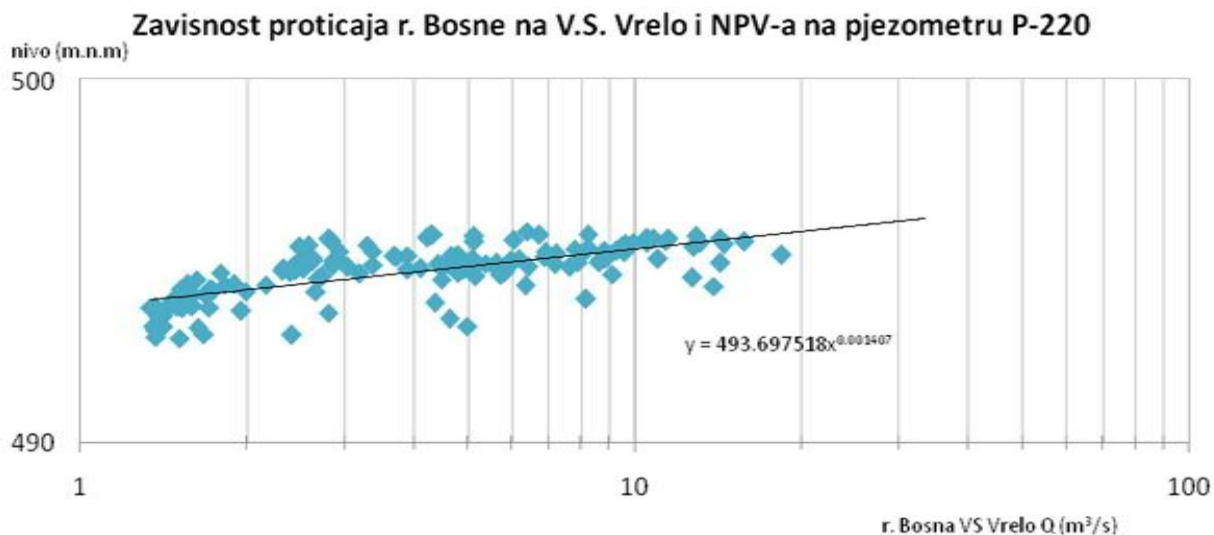
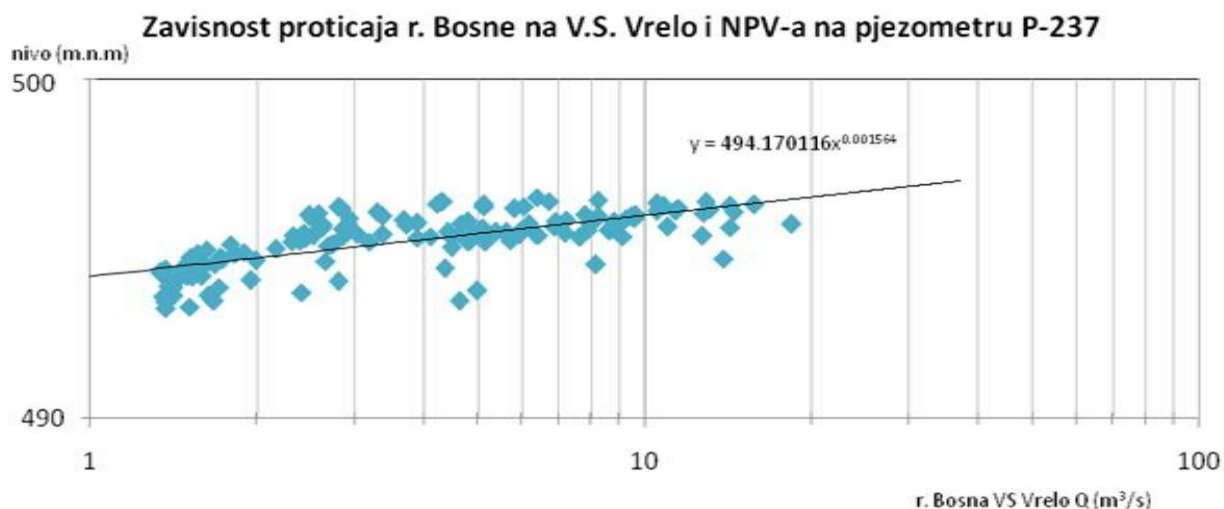
5.7 HIDROLOŠKE KARAKTERISTIKE PODZEMNIH VODA U SARAJEVSKOM POLJU

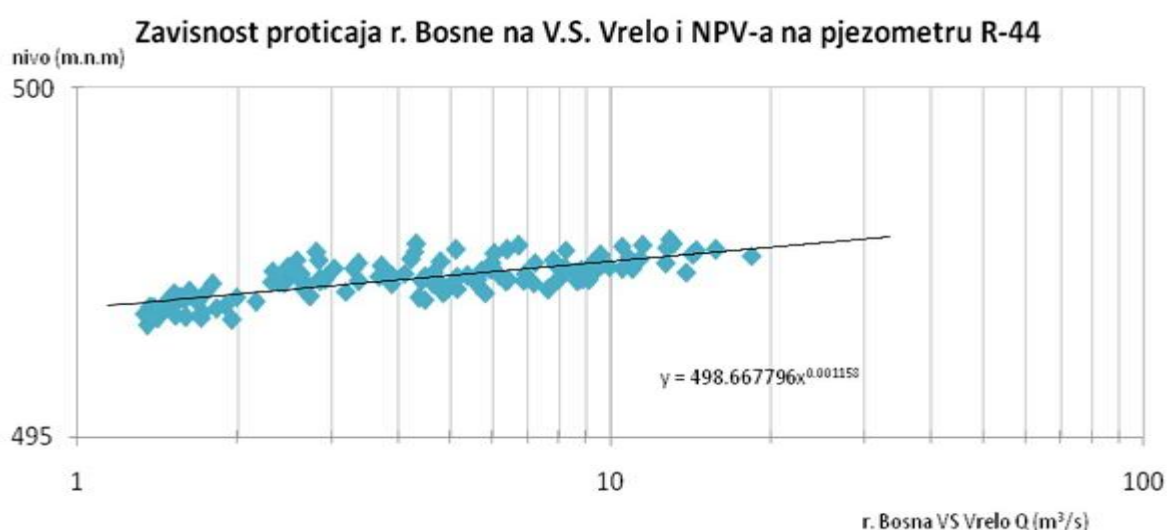
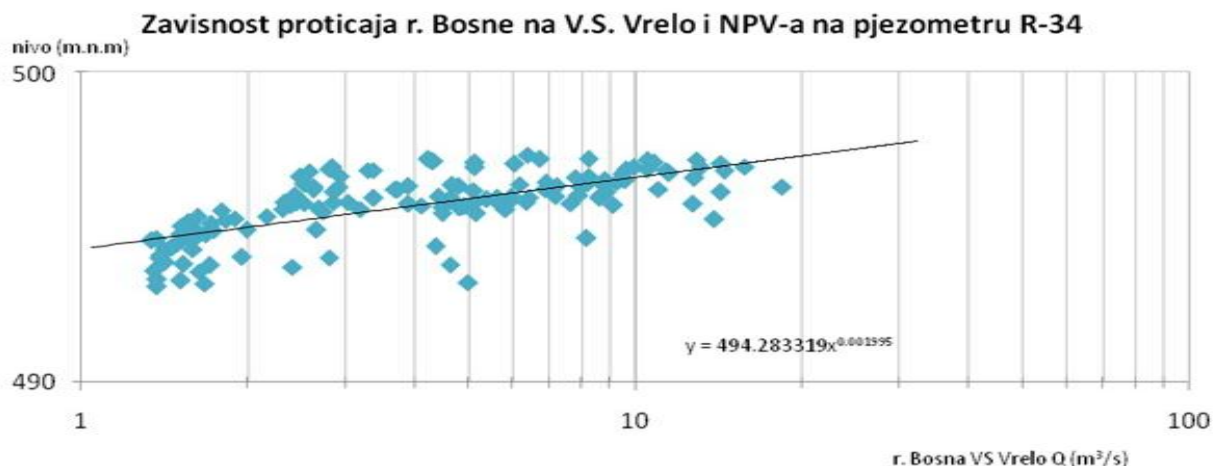
Hidrološke karakteristike podzemnih voda u Sarajevskom polju, bez sumnje su vezane za hidrološke karakteristike rijeka Željeznice i Bosne, odnosno vodotoka koji se nalaze na samom rubu izvorišta, i iz kojih se ovo izvorište dominantno prihranjuje, kao i za opće hidrološke prilike koje vladaju na pripadajućem slivu i koje u konačnici imaju utjecaj i na spomenute vodotoke.

U tom smislu ovdje će biti razmatrane hidrološke karakteristike podzemnih voda, kroz pojavu karakterističnih nivoa, usporedo sa režimom navedenih površinskih vodotoka, u kontekstu definiranja karakterističnih vrijednosti različitog ranga pojave. Naravno, karakteristični nivoi različitog ranga pojave u uslovima eksploatacije izvorišta nisu samo posljedica uspostave prirodnih odnosa na izvorištu već prije svega odnosa

količine crpljenja i količine prihranjivanja. Međutim, jasno je da održanje nivoa vode u podzemnoj akumulaciji prvenstveno zavisi od hidroloških prilika koje vladaju u cijelom pripadajućem slivu, odnosno količine voda kojim se izvorište prihranjuje iz rubnih vodotoka.

Za potrebu definiranja karakterističnih nivoa podzemnih voda određenog ranga pojave odabrana su četiri pijezometra, locirana na različitim mjestima u polju, na kojima su vršena mjerenja nivoa podzemne vode paralelno sa osmatranjem proticaja na rijeci Bosni v.s. Vrelo i v.s. Rimski most, te na r. Željeznici v.s. Ilidža. Na osnovu prikupljenih podataka o nivoima podzemne vode, i proticaja na r. Bosni i r. Željeznici, uspostavljena je korelacija nivo podzemne vode-proticaj rijeke. Uspostavljene zavisnosti u logaritamskim koordinatama prikazane su na slikama ispod.





Slika 56. Zavisnost prot. r. Bosne na V.S. Vrelo i NPV-a na pjezometrima P-237, P-220, R-34 i R-44

Kako se jedino za r. Bosnu na v.s Vrelo raspolaže kompletnom statističkom obradom to je uspostavljena zavisnost između proticaja na ovoj vodomjernoj stanici i nivoa podzemne vode na odabranim pjezometrima iskorištena za definiranje karakterističnih nivoa u različitim hidrološkim situacijama. Korištenjem tih zavisnosti i karakterističnih proticaja r. Bosne na v.s. Vrelo, prezentiranih u poglavlju određeni su karakteristični nivoi podzemne vode, različitog ranga pojave, odnosno karakteristični nivoi koji se uspostavljaju u različitim hidrološkim situacijama i pri pojavi minimalnih srednjih i maksimalnih proticaja, različitog povratnog perioda. Korištenjem naprijed uspostavljenih korelacija za svaki analizirani pjezometar, sračunati su karakteristični nivoi preko sljedećih obrazaca:

P- 237 $NPV = 494,170 \cdot Q^{0,001564}$

P- 220 $NPV = 493,697 \cdot Q^{0,001407}$

R- 34 $NPV = 494,283 \cdot Q^{0,001995}$

R- 44 $NPV = 498,668 \cdot Q^{0,001158}$

Dobivene vrijednosti prezentirane su tabelarno u nastavku.

Tabela 5.7.1. Karakteristični srednji godišnji nivoi vode na odabranim piježometrima

Oznaka piježometra	Prosječan višegod. nivo (m.n.m)	Registrovani minim. Sr. (m.n.m)	Registrovani maks. srednji (m.n.m)
P- 237	495,56	495,31	495,80
P- 220	494,95	494,72	495,17
R - 34	496,06	495,73	496,37
R - 44	499,71	499,52	499,89

Tabela 5.7.2. Pregled karakterističnih minimalnih NPV-a na izvorištu određenih preko odnosa proticaj r. Bosne na v.s. Vrelo-NPV na odabranom piježometru

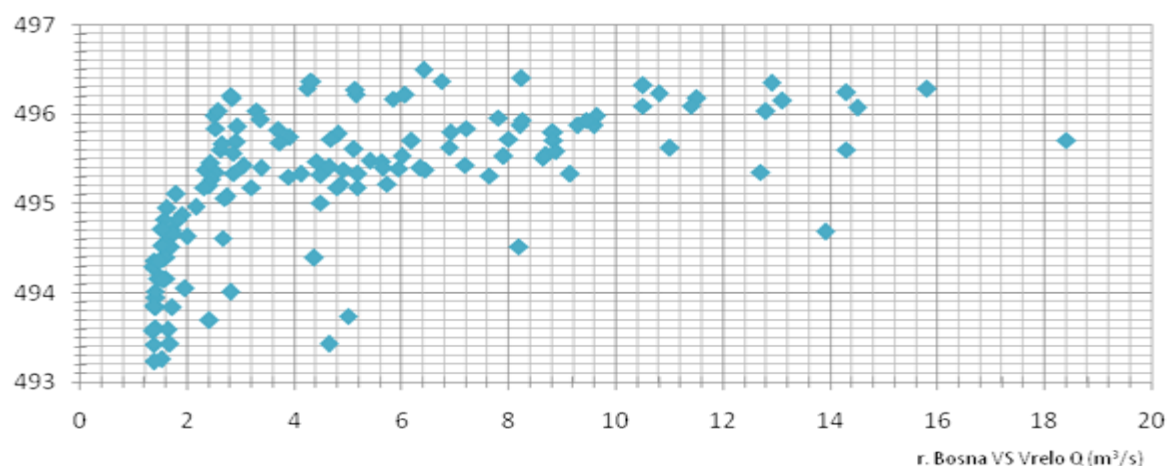
Oznaka piježometra	Prosječan višegodišnji min.NPV (m.n.m)	Minimalni registrovani NPV (m.n.m)	Minimalni god NPV Ranga pojave 1/10 (m.n.m)	Minimalni god. NPV ranga pojave 1/20 (m.n.m)
P - 237	494,67	494,40	494,48	494,42
P- 220	494,14	493,91	493,97	493,92
R - 34	494,92	494,58	494,68	494,61
R - 44	499,04	498,84	498,80	498,86

Tabela 5.7.3. Pregled karakterističnih maksimalnih NPV-a na izvorištu određenih preko odnosa proticaj r.Bosne na v.s. Vrelo-NPV na odabranom piježometru

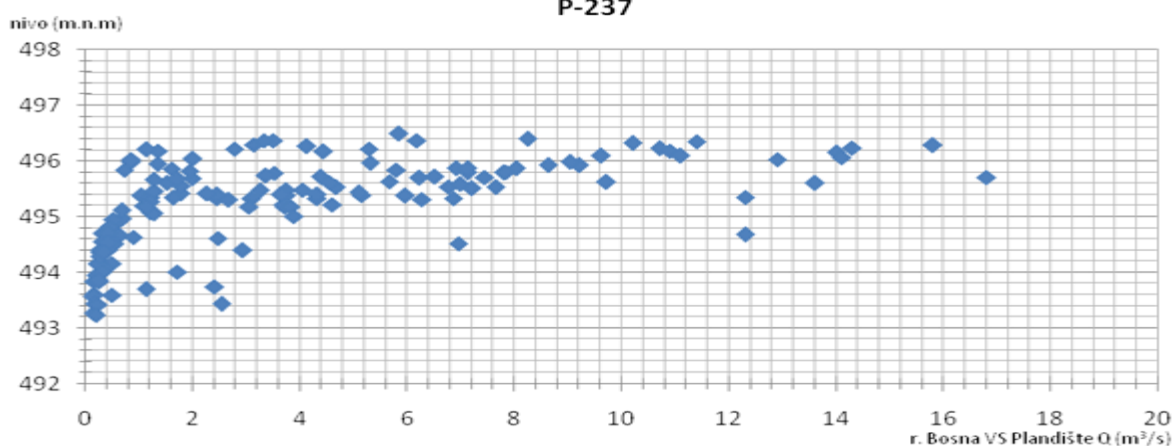
Oznaka piježometra	Maks. reg. NPV (m.n.m)	Maks. god. NPV ranga pojave 1/20	Maks. god. NPV ranga pojave1/50	Maks. god. NPV ranga pojave 1/100
P - 237	496,54	496,52	496,56	496,58
P - 220	495,83	495,81	495,84	495,87
R - 34	497,31	497,28	497,33	497,36
R - 44	500,44	500,42	500,45	500,47

Jasno je da definiranje NPV-a odnosno njihovog ranga pojave preko uspostavljene zavisnosti sa proticajima na rubnom vodotoku ima određene manjkavosti, koje su posljedica vještačkih utjecaja izazvanih crpljenjem velikih količina vode iz akvifera. U tom smislu važno je analizirati mehanizam uspostavljene veze. Na narednim slikama za ilustraciju prikazane su uspostavljene zavisnosti između proticaja na vodotocima Željeznica v. s. Ilidža te Bosna v.s. Vrelo i Rimski most (Plandište) sa NPV-om na P- 237, u linearnim koordinatama. Analizom oblika uspostavljene veze može se zaključiti da odnos proticaja i NPV-e ima jednu zavisnost do kote oko 495 m.n.m, a nakon toga zavisnost se lomi i za bilo kakav prirast proticaja nema značajnijeg porasta nivoa.

nivo (m.n.m) **Zavisnost proticaja r. Bosne na V.S. Vrelo i NPV-a na pjezometru P-237**



Zavisnost proticaja r. Bosne na V.S. Plandište i NPV-a na pjezometru P-237



Slika 57. Uspostavljene zavisnosti između proticaja na vodotocima Željeznica v. s. Ilidža te Bosna v.s. Vrelo i Rimski most (Plandište) sa NPV-om na P- 237

5.8 BILANS VODA U SARAJEVSKOJ KOTLINI

U cilju sagledavanja bilansa voda na prostoru Sarajevske kotline, neophodno je definiranje hidroloških karakteristika, svih vodotoka koji dotiču, odnosno otiču, sa tog prostora. U tom kontekstu naprijed su prezentirani karakteristični proticaji na profilima neposrednog ulaza u Sarajevsku kotlinu. Da bi se odredio bilans voda na ovom prostoru, za proračun će se koristiti podaci dobiveni na sljedećim vodomjernim stanicama ulaza u Sarajevsku kotlinu:

- r. Željeznica v.s. Ilidža (Qsr.Ž. Ili.)
- r. Bosna v.s. Plandište (Qsr.B. Pl.)
- r. Zujevina v.s. Blažuj (Qsr.Z. Bl.)

- r. Dobrinja v.s. Stup (Qsr.D. St.)
- Kasindolski potok v.s. Butmir (Qsr.Kp.Bu)
- r. Miljacka v.s. Butila (Qsr.M. Bu.), te na
- r. Bosni v.s. Reljevo (Qsr.B. Re.) kao izlazu iz ovog područja.

Bilans svih dotičućih i otičućih voda (srednji višegodišnji proticaji na spomenutim vodotocima odnosno vodomjernim stanicama) može se predstaviti jednačinom:

$$Q_{sr. \check{Z} Ili.} + Q_{sr. B. Pl.} + Q_{sr. Z. Bl.} + Q_{sr. K. p. Bu.} + Q_{sr. D. St.} + Q_{sr. M. Bu.} = Q_{sr. B. Re.}$$

Pojedinačne vrijednosti srednjih proticaja na navedenim vod. stanicama su sljedeće:

- $Q_{sr. \check{Z} Ili.} = 7,71 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{sr. B. Pl.} = 5,93 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{sr. Z. Bl.} = 3,25 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{sr. Kp. Bu.} = 2,07 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{sr. D. St.} = 1,12 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{sr. M. Bu.} = 8,18 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{sr. B. Re.} = 29,2 \text{ m}^3/\text{s}$

Uvrštavanjem navedenih vrijednosti, i njihovim sumiranjem na lijevoj strani jednačine, dobivamo da je zbir svih srednjih godišnjih proticaja na vodotocima koji dotiču do Sarajevske kotline manji od srednjeg višegodišnjeg proticaja r. Bosne na v.s. Reljevo, odnosno od količina koje otiču iz razmatranog prostora:

$$28,26 \text{ m}^3/\text{s} < 29,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

Razlika iznosi $0,940 \text{ m}^3/\text{s}$, razlog pojave suficita voda može biti doprinos međuslivova, odnosno manjih pritoka koje se direktno ulijevaju u r. Bosnu prije v.s. Reljeva. Ova pojava registrirana je i kod ranijih analiza bilansa, a objašnjavana je još i kao prelivanjem voda iz kraškog akvifera koji se prazni direktno u r. Bosnu neposredno prije v. s. Reljevo.

Ako se umjesto srednjih godišnjih proticaja isti bilans napravi sa srednjim minimalnim proticajima dobivamo također suficit ali značajno veći. Na istim profilima umjesto srednjih godišnjih uzeti su srednji minimalni proticaji sa sljedećim vrijednostima:

- $sr.Q_{min. \check{Z} Ili.} = 0,267 \text{ m}^3/\text{s}$
- $sr.Q_{min. B. Pl.} = 0,124 \text{ m}^3/\text{s}$

- $sr.Q_{min.Z.Bl.} = 0,475 m^3/s$
- $sr.Q_{min.Kp.Bu.} = 0,121 m^3/s$
- $sr.Q_{min.D.St} = 0,165 m^3/s$
- $sr.Q_{min.M.Bu.} = 2,68 m^3/s$
- $sr.Q_{min.B.Re.} = 5,76 m^3/s$

Uvrštavanjem naprijed navedenih vrijednosti srednjih minimalnih proticaja u gore navedenu bilansnu jednažbu dobivamo sljedeći odnos:

$$3,83 m^3/s < 5,76 m^3/s$$

U ovom slučaju se dobiva suficit voda od $1,93 m^3/s$. Pojava znatno većih količina vode u r. Bosni na v.s. Reljevo pri minimalnim proticajima, može biti posljedica vršenja preciznijih mjerenja i osmatranja u periodu malih voda. Međutim i posljedica neujednačene dužine obrađenih nizova podataka s obzirom da se u cilju definiranja bilansa za srednje minimalne proticaje, najvećim dijelom korišteni podaci osmatranja iz perioda 2003-2009.g., što je relativno kratak period. Međutim, s obzirom da je to zapravo aktuelno stanje odnosno situacija pri kojoj se iz akvifera zahvata preko $2,0 m^3/s$, a ukupno zahvatanje sa svih izvorišta u zoni Sarajevskog polja i vrela Bosne iznosi preko $2,5 m^3/s$, to su iz tog razloga za analizu bilansa odabrani upravo ti podaci. Kad je u pitanju konstatirani suficit slično stanje zabilježeno je i u ranijim analizama (prije rata) kada se iz polja, a i sa svih ostalih izvorišta zahvatala znatno manja količina voda. Jasno je da različit suficit voda na v.s.Reljevo u srednjim i malim vodama, izaziva određenu nejasnoću. Međutim, treba imati na umu da postoje međuslivovi do v.s.Reljeva čiji je uticaj na bilans daleko veći u srednjim nego u malim vodama, s obzirom da na većini njih u sušnom periodu nema nikakvog oticanja.

5.9 IZDAŠNOST VRELA I IZVORA

Akumulacija podzemnih voda Igman-Bjelašnica prazni se duž izvorske linije na sjeveroistočnom podnožju bloka. Dispozicija vrela određena je geološkim i strukturno-tektonskim karakteristikama terena, posebno strukturnim položajem sinklinale Igman (Skopljak, 2006.), te prisustvom uzdužnih i poprečnih rasjeda, od kojih je najznačajniji rasjed Krupac-Blažuj, koji se približno podudara sa ovom izvorskom zonom (ZHGF, 1971a).

Na ovoj liniji registrirano je ukupno 27 izvorišta sa 69 vodnih pojava-izvora kraškog tipa (ZHGF, 1971a). U narednoj tabeli dat je spisak najznačajnijih vodnih pojava i kota izlivanja.

Tabela 5.9.1. Izvori na rasjednoj zoni Blažuj-Krupac

Naziv vrela	Kota (m.n.m.)
Vrelo Arnautovića	506,00
Pucarevo vrelo	501,07
Vrelo Gubavac	500,00
Vrelo Brijestić	494,65
Vrelo Tulek	492,95
Vrelo Bosne	492,50

Naziv vrela	Kota (m.n.m.)
Vrelo Vrutci	493,95
Vrelo Stojčevac	499,67
Semizovo vrelo	501,14
Vrelo Grahovljak	503,91
Vrelo Viđak	506,44
Vrelo Večerice (Hrasnice)	510,56
Tvrđića vrelo	507,98
Vrelo Bunice	511,38
Vrelo Megara	517,00
Vrela Stragača	525,00
Vrelo Potočnica	521,00
Vrelo Bara	526,99
Vrelo Pištala	526,59
Krupačko vrelo	533,65

(Izvor: ZHGF, 1967)

Prema svom kapacitetu, najznačajnije je Vrelo Bosne, sa proticajima koji se kreću od 1,27-25 m³/s (Skopljak, 2006.). Od ostalih značajnijih vrela tu su Hrasničko vrelo (minimalne izdašnosti $Q_{\min} \approx 60$ l/s), Semizov bunar ($Q_{\min} \approx 50-60$ l/s), Krupac ($Q \approx 30-200$ l/s), Stojčevac ($Q_{\min} \approx 20$ l/s) i Tulek ($Q \approx 15-25$ l/s). Većina ovih vrela je uzlaznog tipa (Skopljak, 2006.).

Krečnjački blok Igman-Bjelašnica dijelom se prazni na sjeverozapadnim padinama bloka, gdje se javlja nekoliko kraških vrela na znatno većim nadmorskim visinama u odnosu na vrela na kontaktu sa Sarajevskim poljem. Najznačajnija vrela u ovoj zoni su Ribnjak ($Q \approx 80-400$ l/s) i Krupa ($Q \approx 40-2.500$ l/s), koje ima kotu izlivanja na 688 m.n.m. (Skopljak, 2006.).

Pražnjenje akumulacije Igman-Bjelašnica, osim putem navedenih vrela, dijelom se vrši putem podzemnog dotoka direktno u pjeskovito-šljunkovite aluvijalne naslage Sarajevskog polja. Analizom toka podzemnih voda utvrđeno je da je glavna zona prihranjivanja vodonosnika podzemnim dotokom na potezu Stojčevac-Vruci.

6.1 VEGETACIONI POKRIVAČ

6.1.1 KARAKTERISTIKE ŠUMSKE VEGETACIJE

Razmatrani prostor odlikuje se izraženim visinskim dijapazonom, od 500 m n.v. Sarajevsko polje do. Bjelašnice, Treskavice i Jahorine. Ovako širok dijapazon ovih terena odlikuje različita makro klima, a s tim u vezi i vertikalna raščlanjenost šumske vegetacije. Pored klimatskih prilika, heterogenost šumske vegetacije je uslovljena i orografsko-edafskim faktorima.

U pogledu ekoloških faktora i šumske vegetacije (realne i potencijalne) odvajaju se nizinski predjeli aluvijalnih ravni od kupiranih planinskih predjela.

nizinski predjeli predstavljaju staništa različitih higrofilnih šuma, koje su uslovljene vodnim režimom, podzemnim i poplavnim vodama, čiji su ostaci danas prisutni samo fragmentarno.

Najveće površine nizinskih predjela predstavljaju staništa šuma lužnjaka i graba (*Carpino betuli – Quercetum roboris*), koje su u prošlosti bile najrasprostranjenije šume u Sarajevskom polju. Pojedine manje, fragmentirane sastojine ili elementi ovih šuma nalaze se difuzno i danas, npr. na lokalitetima Donjeg Kotorca, Bijelog polja, Bačeva-Konaka, te stoljetni primjerci stabala lužnjaka (*Quercus robur*) kod Stojčevca. Osim terena Sarajevskog polja staništa ovih šuma nalaze se fragmentarno na višim i nešto širim aluvijalnim terasama uz rijeku Željeznicu.

Ove šume uz lužnjak karakterizira veći broj vrsta dendroflоре: grab (*Carpinus betulus*), klen (*Acer campestre*), žestilj (*A. tataricum*), divlja trešnja (*Prunus avium*), divlja kruška (*Pirus pyraster*), divlja jabuka (*Malus silvestris*), sitno lisna lipa (*Tilia parvifolia*), krupno lisna lipa (*T. platyphyllos*), te vrste grmlja: svib (*Cornus sanguinea*), trnina (*Prunus spinosa*), pasja ruža (*Rosa canina*), obična kurika (*Evonymus europaea*), lijeska (*Corylus avellana*), trušljika (*Rhamnus frangula*), crvena hudika (*Viburnum opulus*).

Specifičnost u zaštitnom području izvorišta vode Sarajevsko polje, na prostoru Bačevo-Konaci-Stojčevac-Vrutci-Vrelo Bosne, je obilno spontano širenje sremze (*Prunus padus*) sa parkovskih površina oko Vrela Bosne. Inkorporirana u i oko autohtonih flornih elemenata šuma lužnjaka i graba, daje posebno estetsko obilježje ovim predjelima u vrijeme cvjetanja sa bijelim rascvalim krošnjama i ugodnim mirisom.

Mikro depresije, kao i najniži obalni dijelovi rijeke Bosne i ade u području Vrela Bosne predstavljaju staništa šuma crne johe (*Carici brizoides – Alnetum glutinosae*), koja su locirana na prostoru selo Vrutci-izvorišta Vrela Bosne. Nastanjuju najniže dijelove terena, pod jakim uticajem podzemnih i poplavnih voda, koje su većim dijelom godine pod vodom ili je površina tla u nivou sa vodostajem rijeke Bosne. Na močvarno oglejenim zemljištima šume crne johe grade monodominantne sastojine koje predstavljaju u sindinamskom smislu trajne stadije vegetacije.



Slika 58. Sastojina crne johe u području vrela Bosne

Uz crnu johu, kao edifikatorsku vrstu, zastupljene su vrste grmlja: barska iva (*Salix cinerea*), trušljika (*Rhamnus frangula*), obična kurika (*Evonymus europaea*), crvena hudika (*Viburnum opulus*), kupina (*Rubus caesius*), te penjačica hmelj (*Humulus lupulus*). I u ovim šumama u podstojnoj etaži je obilno zastupljena spontano raširena sremza (*Prunus padus*).

Pored opisanih tipičnih staništa i fitocenoza crne johe, ova vrsta gradi sastojine i na staništu šuma lužnjaka i graba. Šume crne johe ovdje predstavljaju kariku u sukcedanom nizu razvoja šumske vegetacije, a u sindinamskom smislu predstavljaju prelazne stadije vegetacije ka razvoju primarnih šuma lužnjaka i graba. Rasprostranjene su u prostoru Bačevo-Vrutci-Konaci.

Obalni dijelovi najnižih terasa uz vodotoke i ade sa grubim šljunkovitim i pjeskovitim nanosom predstavljaju staništa šuma vrba. Uz tok rijeke Željeznice zastupljene su grmolike fitocenoze rakite i sive vrbe (*Salicetum purpureo-incanae*), a u najvišim dijelovima gornjeg toka fitocenoze sive vrsbe (*Salicetum incanae*) na grubom kamenom detritusu. Imaju ulogu u vezivanju vučenog nanosa i konsolidacije obala.



Slika 59. Obale i ade sa vrbama u devastiranom koritu rijeke Željeznice

Uz obale i na šljunkovitim adama Crne rijeke, njenim cijelim tokom, kao i u gornjem toku rijeke Željeznice i Kasindolske rijeke zastupljene su fitocenoze sive johe (*Alnetum incanae*). Sastojine ovih šuma su monodominantnog karaktera u kojima su rijetko zastupljene siva vrba (*Salix incana*) i bijeli jasen (*Fraxinus excelsior*). Kao i opisane šume vrba, imaju značajnu zaštitnu funkciju u vezivanju vučenog nanosa i konsolidaciji obala.

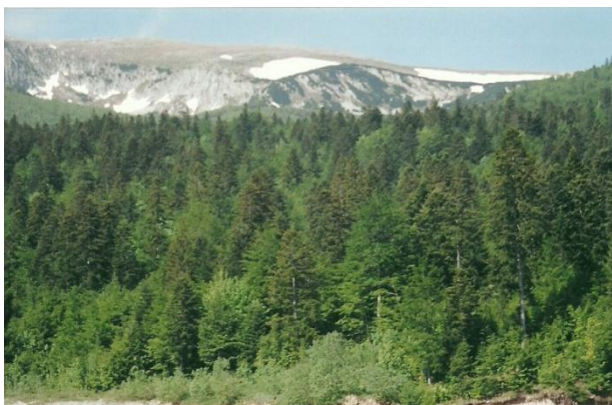
Planinski predjeli prema visinskom zoniranju šumske vegetacije, koje je uvjetovano promjenama makro klime sa nadmorskom visinom, pripadaju zapadno balkanskom tipu zoniranja šumske vegetacije, koji karakteriziraju sljedeći pojasevi:

- šume kitnjaka i graba,
- šume bukve i jele sa smrčom
- subalpinske šume bukve,
- šume klekovine bora (krivulja).

Šume kitnjaka i graba (*Quercus-Carpinetum betuli*) čine najnižu visinsku stepenicu, zauzimaju brežuljkaste terene tercijarnog fliša i dijelove podnožja Igmana na rubu Sarajevskog polja. Zbog dugotrajnih negativnih antropogenih uticaja, ove šume danas predstavljaju izdanačke šume (vegetativnog porijekla), većinom jako degradirane. Floristički su veoma bogate i izražene dinamike razvoja u proljetnom aspektu. Vrste dendroflоре čine: kitnjak (*Quercus petraea*), grab (*Carpinus betulus*), klen (*Acer campestre*), žestilj (*A. tataricum*), divlja trešnja (*Prunus avium*), divlja kruška (*Pirus pyraeaster*), divlja jabuka (*Malus silvestris*), brekinja (*Sorbus torminalis*), te vrste grmlja: kalina (*Lygustrum vulgare*), svib (*Cornus sanguinea*), pasja ruža (*Rosa canina*), divlja ruža (*R. arvensis*), lijeska (*Corylus avellana*), kozokrvina (*Lonicera caprifolium*), na kserotermiziranim staništima zastupljene su i termofite: drijen (*Cornus mas*), ruj (*Cotinus coggygria*), crni jasen (*Fraxinus ornus*), bijeli grab (*Carpinus orientalis*).

U pogledu vodnog režima sastojine ovih šuma svojim sklopom i listincem povoljno utiču na upijanje atmosferilija i njihovo poniranje u zemljište, odnosno smanjeno površinsko oticanje vode. Na terenima sa flišnim serijama sprečavaju eroziju kojoj su ovi tereni jako podložni.

Iznad pojasa šuma kitnjaka i graba nalazi se moćan visinski pojas **šuma bukve i jele sa smrčom**, između 600/700 m do 1550/1600 m n.v. Na sjeveroistočnim sjenovitim padinama Igmana duž uvala zapaža se spuštanje edifikatorskih vrsta ovih šuma, posebno smrče, skoro do zaravni Sarajevskog polja. Ove šume su danas najviše zastupljene na planinama Igmanu i Bjelašnici (sjeveroistočne padine) a u ostalim dijelovima slivnog područja izvorišta voda Sarajevsko polje, tereni G.j. «Crna rijeka-Željeznica» i G.j. «Hojta-Presjenica» su zaostale u vidu manjih kompleksa.



Slika 60. Šumske sastojine u Ravnoj vali, zaostale skupine krivulja na Bjelašnici

Šume bukve i jele sa smrčom (*Abieti-Fagetum dinaricum, piceetosum*) odlikuju se velikim florističkim bogatstvom, kako vrsta dendroflоре tako i zeljaste flore. Uz edifikatore: bukvu (*Fagus silvatica*), jelu (*Abies alba*) i smrču (*Picea excelsa*) zastupljene su bijeli bor (*Pinus silvestris*), jasika (*Populus tremula*) i va (*Salix caprea*),

jarebika (*Sorbus aucuparia*) u sastojinama nastalim sukcesivnim razvojem šumske vegetacije, plemeniti lišćari: gorski javor (*Acer pseudoplatanus*), mlječ (*A. platanoides*), bijeli jasen (*Fraxinus excelsior*), gorski brijest (*Ulmus montana*), krupni lisna lipa (*Tilia platyphyllos*). I vrste grmlja su brojne: smrdljika (*Rhamnus fallax*), crveno pasje grožđe (*Lonicera xylosteum*), planinsko pasje grožđe (*L. alpigena*), crno pasje grožđe (*L. nigra*), široko lisna kurika (*Evonymus latifolia*), likovac (*Daphne mezereum*) a u sastojinama manjeg sklopa ili njihovom rubu i zova (*Sambucus nigra*), crvena zova (*S. racemosa*) i kleka (*Juniperus communis*).

Posebna obilježje ovim šumama daje prisustvo prašumskog rezervata u Ravnoj vali na sjeveroistočnim padinama Bjelašnice, površine 45 ha (odjel 106, G.j. «Igman»), od neprocjenljivog naučnog, obrazovnog i kulturnog značaja.



Slika 61. Detalj iz prašume u Ravnoj vali

U pojasu ovih šuma, nastale antropogenim uticajima, nalaze se sekundarne šume bukve nastale istrebljenjem četinarara, jele i smrče. Naročito široku rasprostranjenost imaju u području G.j. «Crna rijeka-Željeznica» i G.j. «Hojta-Presjenica». U jače degradiranim sastojinama je znatno učešće graba (*Carpinus betulus*).

Kao sekundarsne šumske fitocenoze u pojasu šuma bukve i jele sa smrčom su i četinarske šume jele i smrče (*Abieti-Piceetum*) nastale antropogenim istrebljenjem bukve ili, pak, predstavljaju stadij u sukcedanom nizu razvoja šumske vegetacije prema primarnim šumama bukve i jele sa smrčom.

Pored ovih sekundarnih šumskih fitocenoza, posebnu specifičnost šumske vegetacije u pojasu šuma bukve i jele sa smrčom predstavljaju mrazišne šume smrče (*Piceetum montanum illyricum*). Vezane su za depresije Malog i Velikog polja na Igmanu, koje se odlikuju hladnom mikro klimom, zbog inverzije temperature, Sa sindinamskog stanovišta predstavljaju trajne stadije vegetacije. Predstavljaju monodominantnu fitocenozu i oštro se odvajaju od okolnih šuma bukve i jele sa smrčom. Uz dominaciju smrče, manje zastupljene su jela u podstojnoj etaži, gdje fitoklima ublažava ekstremno hladne mikro klimatske uticaje, zatim jarebika (*Sorbus aucuparia*), jasika (*Populus tremula*). Vrste grmlja su: smrdljika (*Rhamnus fallax*) i crno pasje grožđe (*Lonicera nigra*).



Slika 62. Mrazišne šume smrče na Velikom polju

Sve navedene fitocenoze ovog pojasa imaju izvanredan uticaj na regulaciju vodnog režima (postupno oticanje vode u podzemlje, duže trajanje snježnog pokrivača i njegovo postupnije topljenje, kontinuiranu alimentaciju podzemnih voda i izvorista, umanjevanje evaporacije).

Orografsko-edafski uslovljene šumske fitocenoze kitnjaka (*Quercus petraea*) uklopljene su na južnim jače nagnutim padinama, sa plićim i često erodiranim zemljištem, u području G.j. «Crna rijeka-Željeznica» i G.j. «Hojta-Presjenica». Sastojine su izdanačkog porijekla, većinom jače degradirane. Uz kitnjak zastupljeni su breza (*Betula verrucosa*), crni jasen (*Fraxinus ornus*), divlja trešnja (*Prunus avium*), brekinja (*Sorbus torminalis*), te vrste grmlja: glog (*Crataegus monogyna*), pasja ruža (*Rosa canina*), kleka (*Juniperus communis*), trnina (*Prunus spinosa*). Rekultivacija ovih šuma, između ostalog, značila bi i njihov povoljniji uticaj na vodni režim i zaštitu od erozije.

Na jako inkliniranim padinama na južnim ekspozicijama, na krečnjačkim i dolomitnim terenima zastupljene su termofilne izdanačke šume i šikare medunca i crnog graba (*Quercus-Ostryetum carpinifoliae*), kao trajni stadiji vegetacije. Najveće površine ovih šuma su na južnim padinama planine Igman, od Krupca prema Gornjoj Grkarici, dok su u području G.j. «Crna rijeka-Željeznica» i G.j. «Hojta-Presjenica» difuzno prisutne na manjim površinama. Na nekim staništima ovih šuma su podignute kulture crnog bora. Floristički su veoma bogate, uz edifikatorske vrste drveća, zastupljene su brojne vrste dendroflora: *Fraxinus ornus*, mukinja (*Sorbus arla*), brekinja (*S. torminalis*), klen (*Acer campestre*), maklen (*A. monspessulanum*), gluhač (*A. obtusatum*), rašeljka (*Prunus mahaleb*), bijeli grab (*Carpinus orientalis*), ruj (*Cotinus coggygria*), šibikovina (*Coronilla emeroides*), trnina (*Prunus spinosa*), drijen (*Cornus mas*). Šume imaju pretežno isključivu zaštitnu ulogu. Samo na progalama na manje nagnutim terenima unošenjem crnog bora spriječila bi se erozija i poboljšao njihov uticaj na vodni režim ovih specifičnih staništa.

Iznad pojasa šuma bukve i jele sa smrčom, između 1550/1600 m i 1800/1850 m n.v., nalazi se pojas **subalpskih šuma bukve** (*Aceri pseudoplatani-Fagetum*) kao zasebni pojas šumske vegetacije na planinama Bjelašnici, Treskavici i Jahorini (jugozapadne padine). U ekstremnijim orografskim prilikama sastojine ovih šuma su klekastog oblika i predstavljaju isključivo zaštitne šume u sprečavanju erozije i formiranja snježnih lavina. U ovoj fitocenozi uz edifikatore, bukvu i gorski javor, na planini Treskavici je zastupljen i planinski javor (*Acer heldreichii*), te jarebika (*Sorbus aucuparia*) i vrste grmlja: *Rhamnus fallax*, *Lonicera alpigena*, *L. xylosteum*, plavo pasje grožđe (*Lonicera borbasiana*), *Daphne mezereum*, *Rosa alpina*, ribizla (*Ribes alpinum*).

U subalpskoj zoni Jahorine, na vrtačastom platou i sjeveroistočnim padinama, zbog izražene kontinentalnosti klime, zastupljene su subalpske šume smrče (*Piceetum subalpinum illyricum*). Ova šumska fitocenoza je monodominantnog karaktera, antropogenim uticajima svedena na manje razbacane površine i sastojine raskidanog sklopa (skijaški tereni i pašnjačke površine). Slabo su zastupljene druge vrste drveća: planinski javor (*Acer heldreichii*), gorski javor (*A. pseudoplatanus*) i jarebika (*Sorbus aucuparia*). Od vrsta grmlja zastupljene su:

Lonicera nigra, *L. borbasiana*, *Daphne mezereum*, *Juniperus nana*, *J. communis*, a od polugrmova: borovnica (*Vaccinium myrtillus*), brusnica (*V. vitis idaea*), medvjede grožđe (*Arctostaphylos uva ursi*).

Najviši, posljednji, pojas šumske vegetacije, čini **fitocenoza bora krivulja ili klekovine bora** (*Pinetum mugi dinaricum*), čije veće ili manje površine se i danas nalaze na planinama Bjelašnici, Treskavici, a samo u tragovima na najvišim dijelovima Jahorine. Sastojine krivulja su 2 do 3 m visine, polegle po terenu zbog dugotrajnog pritiska snijega i ekstremnog dejstva vjetra, često sa granama dugim nekoliko metara. Imaju isključivo zaštitnu funkciju u sprečavanju erozije vodom i vjetrom, sprečavanju formiranja snježnih lavina, regulaciji vodnog režima, u sastojinama krivulja snježne mase traju duže i postupnije se otapaju. Na masivu Bjelašnice, po prestanku pašarenja, prirodno se širi krivulj na visoko planinskim kamenitim goletima. Uz krivulj (*Pinus mugo*) zastupljene su: jarebika (*Sorbus aucuparia* var. *glabrata*), rijetko gorski javor, jela i smrča, te vrste grmlja: *Lonicera nigra*, *L. bornasiana*, *L. alpigena*, *Ribes alpinum*, *Rhamnus fallax*, šleska vrba (*Salix silesiaca*), *Rosa pendulina*, *R. spinosissima*, *Juniperus nana*, patuljaste puzave vrbe (*Salix reticulata*, *S. retusa*, *S. herbacea*) i polugrmovi: *Vaccinium vitis idaea*, *V. myrtillus*, *Arctostaphylos uva ursi*.

Za kanjonske dijelove vodotoka Željeznice i Kasindolske rijeke, koji predstavljaju refugijalna staništa, karakteristična je specifična vegetacija crnog graba i crnog jasena (*Fraxino orno-Ostryetum*), reliktnog karaktera i šuma bukve i crnog jasena (*Ostryo-Fagetum*) zastupljene u sjenivitim položajima i nešto manje nagnutim dijelovima kanjona. Prirodno zaštićene fitocenoze na ovim staništima predstavljaju razvojne centre flore i vegetacije, izraženog biodiverziteta i očuvanog genofonda. Ove fitocenoze imaju isključivo zaštitnu funkciju u sprečavanje erozije, posebni formiranja sipara i akumulacija kamenog detritusa, te zaštiti vodotoka i komunikacija.

U područjima G.j. «Crna rijeka-Željeznica» i G.j. »Hojta-Presjenica« difuzno raspoređene prisutne su i površine šumskih goleti sa različitim šibljačkim formacijama. Mjestimično su na nekadašnjim goletima podignute šumske kulture crnog i bijelog bora i ariša.

U pojasu krivulja na planinama Bjelašnici, Treskavici i Jahorini su zastupljene površine sa šibljakom klečice (*Juniperus nana*), poleglom po kamenitom terenu goleti u procesu sukcesije vegetacije, po prestanku pašarenja, prema razvoju fitocenoza klekovine bora.

Kod rekultivacije izdanačkih sekundarnih šuma bukve i kitnjaka njihovo prevođenje u viši sastojinski oblik treba vršiti indirektnom konverzijom tj. uzgojnim mjerama čišćenja, proreda i podsijavanjem sjemena a u proriđenim sastojinama i sadnjom vrsta drveća, čiji izbor treba biti u skladu sa ekološkim, sindinamskim i sastojinskim prilikama.

6.1.2 STRUKTURA POVRŠINA ŠUMA I ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA

Slivno područje izvorišta vode za piće Sarajevsko polje najvećim dijelom predstavlja sliv rijeke Željeznice, zatim slivovi Kasindolske rijeke i rijeke Dobrinje i kraško područje planina Igmana i Bjelašnice (greben i sjeveroistočne padine).

S obzirom na prostornu organizaciju Kantonalnog šumsko privrednog društva «Sarajevo šume», slivno područje izvorišta vode za piće Sarajevsko polje zauzima površine šuma i šumskih zemljišta dijelova ŠGP «Igmansko», G.j. «Igman» i ŠGP «Trnovsko» sa G.j. «Crna rijeka-Željeznica» i G.j. «Hojta-Presjenica» (vidjeti priloženu preglednu kartu područja KJP «Sarajevo šume»). Osim u Kantonu Sarajevo, slivno područje izvorišta vode za piće Sarajevsko polje zahvata i dijelove u Republici Srpskoj, južne i jugoistočne rubne površine sliva rijeke Željeznice, kao i dio slivnog područja južno od Vojkovića, te površine slivova Kasindolske rijeke i Dobrinje.

Tabela 6.1.1 Struktura šuma i šumskih zemljišta u G.j. «Igman»

visoke šume	6461,2 ha
šumski zasadi (kulture	117,8 ha
izdanačke šume	852,5 ha
goleti ispod gornje granice privrednih šuma	4,5 ha
neproduktivne površine (goleti nepodesne za pošumljavanje,ski staze, stalne šumske čistine, kamenolomi, komunikacije)	753,3 ha
Ukupno:	8219,3 ha

Tabela 6.1.2. Struktura šuma i šumskih zemljišta u G.j. «Crna rijeka-Željeznica»

visoke šume	4101,1 ha
šumski zasadi (kulture	530,7 ha
izdanačke šume	1484,4 ha
goleti ispod gornje granice privrednih šuma	1739,7 ha
neproduktivne površine (goleti nepodesne za pošumljavanje,ski staze, stalne šumske čistine, kamenolomi, komunikacije)	1983,5 ha
Ukupno:	9839,4 ha

Tabela 6.1.3. Struktura šuma i šumskih zemljišta u G.j. «Hojta-Presjenica»

visoke šume	2796,7 ha
šumski zasadi (kulture	205,1 ha
izdanačke šume	2171,5 ha
goleti ispod gornje granice privrednih šuma	1571,2 ha
neproduktivne površine (goleti nepodesne za pošumljavanje,ski staze, stalne šumske čistine, kamenolomi, komunikacije)	354,9 ha
Ukupno:	7099,4 ha

Izvori podataka: Šumskogospodarska osnova za ŠGP «Igman» (period važnosti o1. 01 2004. do 31. 12. 2013. godine) i Šumskogospodarska osnova za ŠGP «Trnovsko» (period važnosti 01. 01 2005. do 31.12. 2014. godine)

6.1.3 STRUKTURA DRVNIH ZALIHA I ZAPREMINSKOG PRIRASTA

G.j. «Igman»

Tabela 6.1.4 Drvna zaliha i zapreminski prirast visokih šuma

Vrsta drveća	Drvna zaliha u m ³	Godišnji zapreminski prirast u m ³
	po 1 ha/na cijeloj površini	po 1 ha/na cijeloj površini
Jela	105,09/641121,0	
smrča	98,44/600545,7	
bijeli bor	1,78/10833,7	
četinari	205,31/1252500,3	5,53/33736,7
bukva	53,31/343523,8	
kitnjak	0,07/451,3	
plemeniti lišćari	10,37/63261,3	
ostali lišćari	0,43/2651,6	
lišćari	67,19/409988,0	1,21/7382,1
UKUPNO	272,50/1662388,3	6,74/41118,8

Tabela 6.1.5. Drvna zaliha i zapreminski prirast šumskih zasada-kultura

Vrsta drveća	Drvna zaliha u m ³	Godišnji zapreminski prirast u m ³
	po 1 ha/na cijeloj površini	po 1 ha/na cijeloj površini
jela	3,89/ 289,4	
smrča	29,11/2168,7	
bijeli bor	31,04/2312,7	
crni bor	62,96/4690,7	
duglazija	4,55/339,0	
četinari	131,55/9800,6	6,07/452,0
kitnjak	0,60/44,7	
plemeniti lišćari	3,26/243,0	
ostali lišćari	3,87/288,6	
lišćari	7,74576,3	
Ukupno	139,29/10367,9	6,07/452,0

Tabela 6.1.6. Drvna zaliha i godišnji zapreminski prirast izdanačkih šuma

Vrsta drveća	Drvna zaliha u m ³	Godišnji zapreminski prirast u m ³
	po 1 ha/na cijeloj površini	po 1 ha/na cijeloj površini
Jela	0,41/317,9	
smrča	2,60/2008,7	
četinari	3,01/2326,6	0,06/46,5
bukva	45,99/35486,9	
kitnjak	4,83/3726,3	
plemeniti lišćari	14,56/11230,9	
ostali lišćari	22,66/17480,7	
Lišćari	88,03/67924,8	1,76/1358,5
Ukupno	91,05/70251,4	1,82/1405,0

G.j. «Crna rijeka-Željeznica»

Tabela 6.1.7.. Drvna zaliha i zapreminski prirast visokih šuma

Vrsta drveća	Drvna zaliha u m ³	Godišnji zapreminski prirast u m ³
	po 1 ha/na cijeloj površini	po 1 ha/na cijeloj površini
jela	4,93/9289,0	
smrča	44,87/22365,8	
bijeli bor	0,05/96,5	
četinari	16,85/31751,3	0,34/648,6
bukva	209,33/394502,2	
kitnjak	0,94/1770,5	
plemeniti lišćari	6,22/11723,6	
ostali lišćari	0,66/1248,0	
lišćari	217,15/409244,3	4,22/7947,4
Ukupno	234,00/440995,7	4,56/8596,0

Tabela 6.1.8. Drvna zaliha i zapreminski prirast degradiranih visokih šuma

Vrsta drveća	Drvna zaliha u m ³	Godišnji zapreminski prirast u m ³
	po 1 ha/na cijeloj površini	po 1 ha/na cijeloj površini
smrča	0,37/726,7	
bijeli bor	0,04/72,6	
crni bor	0,01/11,0	
četinari	0,42/810,3	
bukva	149,54/294978,1	
kitnjak	10,42/20557,1	
plemeniti lišćari	7,39/14570,3	
ostali lišćari	5,89/11612,3	
lišćari	173,23/341717,7	3,22/6345,6
Ukupno	173,65/342528,0	3,22/6345,6

Tabela 6.1.9.. Drvna zaliha i zapreminski prirast šumskih nasada-kultura

Vrsta drveća	Drvna zaliha u m ³	Godišnji zapreminski prirast u m ³
	po 1 ha/na cijeloj površini	po 1 ha/na cijeloj površini
jela	0,21/91,9	
smrča	14,09/6255,2	
bijeli bor	26,68/11842,4	
crni bor	16,94/7550,8	
borovac	0,06/28,3	
ariš	0,12/53,7	
četinari	58,10/25792,3	3,62/1606,5
bukva	6,88/3052,0	
kitnjak	0,19/82,7	
plemeniti lišćari	12,78/5670,9	
ostali lišćari	1,91/846,4	
lišćari	27,74/9652,0	0,78/347,2
Ukupno	79,85/35444,3	4,40/1953,7

Tabela 6.1.10.. Drvna zaliha i zapreminski prirast izdanačkih šuma

Vrsta drveća	Drvna zaliha u m ³	Godišnji zapreminski prirast u m ³
	po 1 ha/na cijeloj površini	po 1 ha/na cijeloj površini
jela	0,00/4,4	
smrča	0,34/479,2	
bijeli bor	0,06/85,0	
crni bor	0,02/25,8	
četinari	0,42/594,4	0,01/11,9
bukva	55,14/77002,8	
kitnjak	11,88/16591,6	
plemeniti lišćari	14,33/20012,1	
ostali lišćari	14,49/20231,2	
lišćari	95,83/133837,6	1,92/2576,8
Ukupno	96,26/134432,0	1,93/2688,7

Tabela 6.1.11.. Drvna zaliha i zapreminski prirast visokih šuma

Vrsta drveća	Drvna zaliha u m ³	Godišnji zapreminski prirast u m ³
	po 1 ha/na cijeloj površini	po 1 ha/na cijeloj površini
jela	12,03/11997,2	
smrča	2,13/2120,9	
četinari	14,16/14118,1	0,23/232,8
bukva	198,61/198096,5	
plemeniti lišćari	12,71/12675,3	
ostali lišćari	0,13/126,7	
lišćari	211,45/210898,6	3,74/3731,4
Ukupno	225,60/225016,7	3,97/3964,3

Tabela 6.1.12. Drvna zaliha i zapreminski prirast visokih degradiranih šuma

Vrsta drveća	Drvna zaliha u m ³	Godišnji zapreminski prirast u m ³
	po 1 ha/na cijeloj površini	po 1 ha/na cijeloj površini
jela	0,60/788,9	
smrča	0,09/123,2	
bijeli bor	0,03/38,1	
četinari	0,72/950,2	0,0116,7
bukva	140,95/184981,8	
kitnjak	6,98/9156,2	
plemeniti lišćari	14,13/18550,1	
ostali lišćari	6,37/8356,4	
lišćari	168,43/221044,6	3,18/4177,0
Ukupno	169,15/221994,8	3,19/4193,7

Tabela 6.1.13. Drvna zaliha i zapreminski prirast šumskih zasada-kultura

Vrsta drveća	Drvna zaliha u m ³	Godišnji zapreminski prirast u m ³
	po 1 ha/na cijeloj površini	po 1 ha/na cijeloj površini
jela	0,04/6,4	
smrča	23,93/3624,7	
bijeli bor	27,90/4226,6	
crni bor	5,28/799,2	
četinari	57,15/8656,8	4,61/698,7
bukva	2,84/430,1	
kitnjak	0,92/138,7	
plemeniti lišćari	1,61/244,2	
ostali lišćari	1,25/195,9	
lišćari	6,66/1008,9	0,15/22,0
Ukupno	63,80/9665,7	4,76/720,7

Tabela 6.1.14. Drvna zaliha i zapreminski prirast izdanačkih šuma

Vrsta drveća	Drvna zaliha u m ³	Godišnji zapreminski prirast u m ³
	po 1 ha/na cijeloj površini	po 1 ha/na cijeloj površini
smrča	0,07/125,1	
bijeli bor	0,04/65,8	
crni bor	0,01/11,0	
četinari	0,12/205,9	0,00/4,1
bukva	51,40/88939,2	

Vrsta drveća	Drvena zaliha u m ³	Godišnji zapreminski prirast u m ³
	po 1 ha/na cijeloj površini	po 1 ha/na cijeloj površini
kitnjak	13,77 /23827,2	
plemeniti lišćari	4,66/8059,8	
ostali lišćari	23,00/39792,5	
lišćari	92,83/160618,5	1,86/3212,4
Ukupno	92,95/160824,4	1,86/3216,5

6.1.4 OBIM SJEČA (ETAT) PO ŠIRIM KATEGORIJAMA ŠUMA

Tabela 6.1.15. G.j. «Igman»

Kateg. šuma površina ha	masa krupnog drveta u 10 godina		Prosječno godišnje
	m ³ /ha prosječno	na cijeloj površini	
1000 6100,4	52,69	321430	32143
3000 74,5	13,97	1041	104
4000 771,6	9,39	7249	723
G.j. 6946,5	76,05	329720	32866

Napomena: 1000 – visoke šume; 2000 – visoke degradirane šume; 3000 – šumski nasadi – kulture; 4000 – izdanačke šume

Tabela 6.1.16.. G.j. «Crna rijeka-Željeznica»

kateg. šuma površina ha	masa krupnog drveta za 10 godina		prosječno godišnje
	m ³ /ha prosječno	na cijeloj površini	
1000 1884,6	46,73	88059	8806
2000 1972,6	6,34	12499	1250
3000 443,9	23,08	10245	1025
4000 1396,6	11,80	16475	1648
G.j. 5697,7	22,34	1272781	12728

Tabela 6.1.17. G.j. «Hojta-Presjenica»

kateg. šuma površina ha	masa krupnog drveta za 10 godina		Prosječno godišnje
	m ³ /ha prosječno	na cijeloj površini	
1000 997,4	47,10	46987	4699
2000 1312,4	6,16	8085	809
3000 151,5	3,00	455	46
4000 1730,3	11,43	19771	1977
G.j. 4191,6	17,96	75298	7530

Tabela 6.1.18. Usporedni prikaz zapreminskog prirasta i godišnjeg obima sječa (etata)

Gospodarska Jedinica	Godišnji zapreminski prirast u m ³ na cijeloj površini	Godišnji obim sječa (etata) u m ³ na cijeloj površini
Igman		
visoke šume	41118,8	32143
šumski nasadi	452,0	104
izdanačke šume	405,0	724
G.J.		
6946,5	42975,8	32871
Crna r.-Željeznica		
visoke šume	8596,0	8806
visoke degr. šume	6345,6	1250
šumski nasadi	1953,7	1025
- izdanačke šume	2688,7	1648
G.J.		
5697,7	19584,0	12729
Hojta-Presjenica		
- visoke šume	3964,3	4699
- visoke degr. šume	4193,7	809
- šumski nasadi	720,7	46
-izdanačke šume	3216,5	1977
G.J.		
4191,6	12095,2	7531
UKUPNO		
- visoke šume	53779,1	45648
- visoke degr. šume	10538,3	2059
- šumski nasadi	3126,4	1172
- izdanačke šume	7310,2	4349

Usporedna analiza godišnjeg zapreminskog prirasta i planiranog godišnjeg obima sječa (etata) pokazuje da je ukupan planirani obim sječa na nivou gospodarskih jedinica znatno manji od ukupnog godišnjeg zapreminskog prirasta. Ovakvi odnosi su i kod većine kategorija šuma, samo za kategoriju visoke šume u G.j. «Crna rijeka-Željeznica» i G.j. «Hojta-Presjenica» godišnji obim sječa je nešto veći od godišnjeg zapreminskog prirasta, što je uvjetovano zastupljenošću većih debljinskih klasa u debljinskoj strukturi sastojina ove kategorije šuma. Sa aspekta polivalentnih funkcija šuma, među kojima i uticaj na vodni režim, ukupno povećanje drvnih zaliha ima pozitivan uticaj.

Tabela 6.1.19. Planirana gradnja šumskih putova

Gospodarska jedinica	Planirana gradnja šumskih putova (km)
Igman	-
Crna rijeka - Željeznica	1,2
Hojta – Presjenica	2,0

Pri realizaciji planirane gradnje šumskih putova u uređajnom periodu 01. 01. 2005. do 31. 12. 2014. godine u ŠGP «Trnovsko», G.j. «Crna rijeka-Željeznica» i G.j. «Hojta- Presjenica» treba maksimalno spriječiti negativne uticaje na vodni režim i pojavu erozije, kojoj su podložne perm-karbonske i jursko-kredne formacije, inače, značajno zastupljene u ovom području.

Tabela 6.1.20. Stanje komunikacija i otvorenosti šuma i šumskih zemljišta

Gospodarska jedinica	Produktivni putovi (dužina puta u km/ukupna dužina)	Ukupna otvorenost (m ² /ha)
Igman	126,1	16,2
	121,3	

Gospodarska jedinica	Produktivni putovi (dužina puta u km/ukupna dužina)	Ukupna otvorenost (m ² /ha)
Crna r.-Željeznica	70,3 40,2	5,1
Hojta-Presjenica	89,4 61,6	9,1

Iz tabele se uočava da je područje G.j. «Igman» optimalno otvoreno, tj. nema potrebe za gradnjom šumskih putova što je veoma povoljno sa aspekta voda, dok za G.j. «Crna rijeka-Željeznica» i G.j. «Hojta-Presjenica» planiranom gradnjom šumskih putova predviđa se povećanje otvorenosti ovih područja za što postoje potrebe naročito u G.j. «Crna rijeka-Željeznica» s obzirom na malu otvorenost.

6.1.5 REALIZACIJA SJEČA

Tabela. 6.1.1. G.j. «Igman» (u periodu od 2004 do 2010. godine)

	ÉTAT ZA DESET GODINA	REALIZACIJA
	m ³	
ČETINARI	248.227	173.708
LIŠĆARI	81.493	45.884

Tabela. 6.1.2. G.j. «Crna rijeka-Željeznica» (u periodu od 2005 do 2010. godine)

	ÉTAT ZA DESET GODINA	REALIZACIJA
	m ³	
ČETINARI	13.928	119
LIŠĆARI	113.350	37.093

Tabela. 6.1.3. G.j. «Hojta-Presjenica» (u periodu od 2005 do 2010. godine)

	ÉTAT ZA DESET GODINA	REALIZACIJA
	m ³	
ČETINARI	3.622	3
LIŠĆARI	71.670	23.410

Izneseni podaci o realizaciji sječa u navedenim periodima pokazuju da obim sječa (etata) je ne samo u granicama planiranog obima sječa, nego se isti do kraja uređajnih perioda (za G.j. «Igman» do 31. 12. 2013. godine, a za G.j. «Crna rijeka- Željeznica» i G.j. «Hojta-Presjenica» do 31. 12. 2014. godine) neće dostići. I ove okolnosti idu u prilog, između ostalog, očuvanju vodnog režima.

6.1.6 ZAKLJUČAK

Slivno područje izvorišta vode za piće Sarajevsko polje zahvata površine sliva rijeke Željeznice, Kasindolske rijeke i Dobrinje, te kraške terene planina Igmana i Bjelašnice (terene grebena i sjeveroistočnih padina) čija šumovitost je oko 60 %. Posebno značajna je velika šumovitost Igmana, oko 90%, što ima izvanredan značaj s obzorom na krašku prirodu ovog područja sa aspekta zaštite i regulacije vodnog režima, posebno na izvorišta

Vrelo Bosne. Šume djeluju na ravnomjernije oticanje odnosno doticanje voda. Pod sklopom šumskih sastojina postupnije se otapa snježni pokrivač, listinac u šumi akumulira vodu, djeluje kao spužva zadržavajući količine vode nekoliko puta veće od njegove mase, iz kojeg postupno otiče voda a zajedno sa šumskim zemljištem povoljno utiče i na pročišćavanje vode odnosno na njen kvalitet.

Usporedne analize godišnjeg zapreminskog prirasta i godišnjeg obima sječa (etata) pokazuju da su ovi odnosi u skladu sa održivim gospodarenjem šumama tj. osiguranjem i očuvanjem polivalentnih funkcija šuma, među kojima i očuvanje voda odnosno vodnog režima.

Kod pošumljavanja šumskih goleti treba dati prioritet erodiranim površinama (G.j. «Crna rijeka-Željeznica» i G.j. «Hojta-Presjenica») radi sprečavanja nanosa erodiranog materijala u vodotoke i njihovog manjeg zamućenja. I rekultivaciju izdanačkih šuma i šikara treba, umjesto direktne konverzije, kojom se u većini slučajeva grubo narušava vodni režim takvih površina, vršiti uzgojnim mjerama čišćenja i proreda, u određenim uslovima i podsijavanjem sjemena i tako ih prevoditi u vrjednije sastojinske oblike uz očuvanje njihove zaštitne funkcije.

U ovom smislu treba pažljivo izvoditi i planiranu gradnju šumskih putova, a sekundarne šumske putove-vlake postavljati što je više moguće po izohipsama. Privlačenje drvene mase, trupaca, treba obavljati po zemljištu nezasićenom vodom (u suhom periodu vremena) i po snježnom pokrivaču, što je naročito potrebno na zemljištima obrazovanim na perm- karbonskim škriljcima i pješčarima i na serijama jursko-krednog fliša, koje formacije su značajno zastupljene u područjima G.j. «Crna rijeka-Željeznica» i G.j. «Hojta-Presjenica». Izvlačenje drvene mase vodotocima mora se potpuno isključiti.

6.1.7 VEGETACIONI POKRIVAČ U ZONI ZAŠTIĆENOG PODRUČJA SPOMENIK PRIRODE VRELO BOSNE²⁷

Ekosistem higrofilnih šuma hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris*) je razvijen na području Sarajevskog polja uglavnom na terenu izvan poplave, a pod uticajem podzemnih voda. Geološku podlogu čine aluvijalni nanosi šljunka i pijeska, a tla su smeđa dolinska glejna. Najznačajnije biljne vrste su hrast lužnjak (*Quercus robur*), lijeska (*Corylus avellana*), glog (*Crataegus monogyna*), trnjina (*Prunus spinosa*), obična kurika (*Evonymus europaea*), obični likovac (*Daphne mezereum*), šumarica (*Anemone nemorosa*), šumski šaš (*Carex silvatica*), zlatica (*Ficaria verna*), i dr. Konzumentsko reducentska komponenta ovog ekosistema se odlikuje srednjom stopom biodiverziteta. Veliki dio urbane aglomeracije kao što je Plandište, Ilidža, Sokolovići, Glavogodina, i Vrutci zahvatio je nekadašnji prostor ovog ekosistema. Veoma povoljan hidrotermički režim na klimatogenom području ekosistema korišten je za lokacije danas prisutnih naselja, a sa druge strane pruža povoljne uslove za razvoj poljoprivrede. Ljudske aktivnosti su rezultirale transformacijom velikog dijela sastojina lužnjaka i običnog graba u sekundarne ekosisteme livadske vegetacije reda *Deschampsietalia*.

Ekosistem higrofilnih šuma sa crnom johom (*Alnetum glutinosae*) se pruža uz rijeke i potoke, kao na manjim površinama oko bunara i poplavnih područja. Na mjestima koja su dugo poplavljena i koja se nalaze pod uticajem visokog nivoa podzemnih voda, odnosno na močvarno oglejanim terenima prisutne su higrofilne fitocenoze crne johe i močvarnih vrba. Oko izvora rijeke Bosne nalaze se i zajednice šume crne johe sa uskolisnim šašom (*Carici brizoides-Alnetum glutinosae*). To su manje

²⁷ Studija ranjivosti prostora FBiH, 2008. Godina, Institut za hidrotehniku GF u Sarajevu

sastojine sa nižim uzrastom crne johe i izdignutim donjim dijelovima stabla. Geološku podlogu izvorskog Alnetum-a čine aluvijalni nanosi šljunka i pijeska sa glinom, a tla su hidrogene crnice.

Najznačajnije producentske vrste u ovom ekosistemu su crna joha (*Alnus glutinosa*), barska iva (*Salix cinerea*), prašljika (*Salix pentandra*), uskolisni šaš (*Carex brizoides*), bekovina (*Viburnum opulus*), i dr. Konzumentsko-reducentska komponenta se odlikuje osrednjom stopom biodiverziteta. Dinamika ekosistema pokazuje kontinuitet od aprila do početka oktobra. U kasnim mjesecima vegetacija naglo prestaje zbog dosta niskih temperatura ovog regiona. Ekosistem crne johe Alnetum glutinosae je velikim dijelom pretvoren u sekundarne antropogene higrofilne livade reda Molinietalia.

Ekosistem šuma vrbe (*Salicetum albe – fragilis*) se pruža longitudinalno zahvatajući prostor zaštitne zone Konaka i Plandišta. Šume vrbe (*Salicetum albe – fragilis*) pokazuju znakove progardacije odnosno transverzalnog širenja, što je posljedica smanjenog antropogenog uticaja jer se ovaj ekosistem nalazi unutar zaštitne zone. Geološku podlogu čini aluvijalni šljunak različitog granulometrijskog sastava, a tla su močvarna oglejana. Najznačajnije producentske vrste su bijela vrba (*Salix alba*), bijela topola (*Populus alba*), crna joha (*Alnus glutinosa*), rakita (*Salix purpurea*), i druge higrofilne vrste.

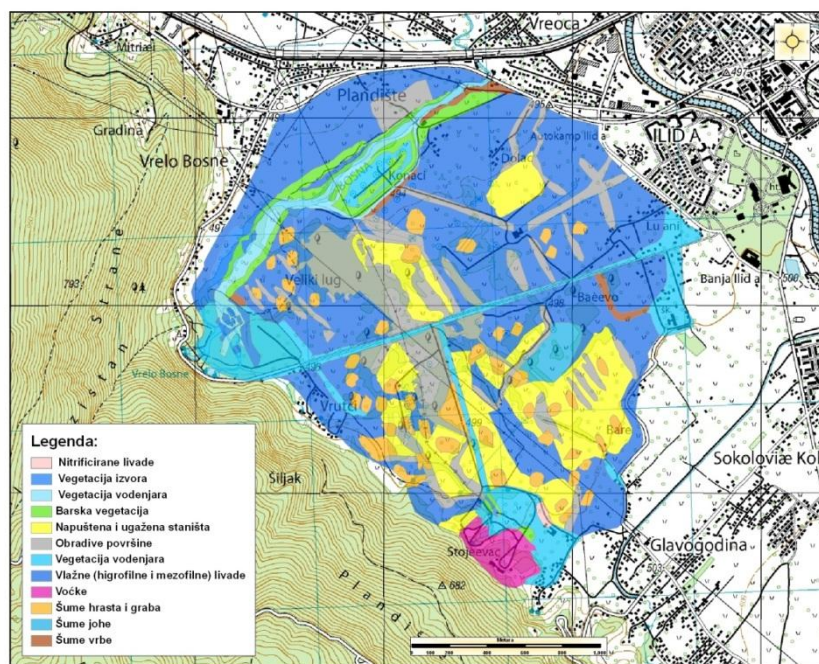
Kao posljedica antropogenih aktivnosti na sekundarnu vegetaciju javljaju se fragmenti tercijarna vegetacije. Prisustvo ove vegetacije na terenima podzemne vode znak je snažnog remećenja ekološke ravnoteže. Tercijarna vegetacija klase *Bidentetea tripartiti* je razvijena na terenima higrofilnih šuma, poplavnim depresijama, duž infiltracionih kanala i potoka. Najznačajnije vrste su *Bidens tripartitus*, *Ranunculus repens*, *Agrostis stolonifera*, *Senecio fluviatilis*, *Mentha longifolia*, i dr.

Klasa *Artemisietea* obuhvata vegetaciju suhih smetljišta i na ovom području je razvijena na manjim površinama, uglavnom van uže i prve zaštitne zone. Glavne edifikatorske vrste su *Lappa maior*, *Artemisia vulgaris*, *Plantago lanceolata*, *Vicia sativa*, i dr.

Tercijarna vegetacija strnjišta i okopavina je obuhvaćena vegetacijom klase *Stellarietea mediae* i zauzima veće površine terena podzemne vode od dolinskog do brdskog pojasa. To su veće površine sa ekstenzivnom poljoprivrednom proizvodnjom. Najznačajnije vrste su: *Papaver rhoeas*, *Vicia angustifolia*, *Ranunculus arvensis*, *Euphorbia falcata*, i dr.

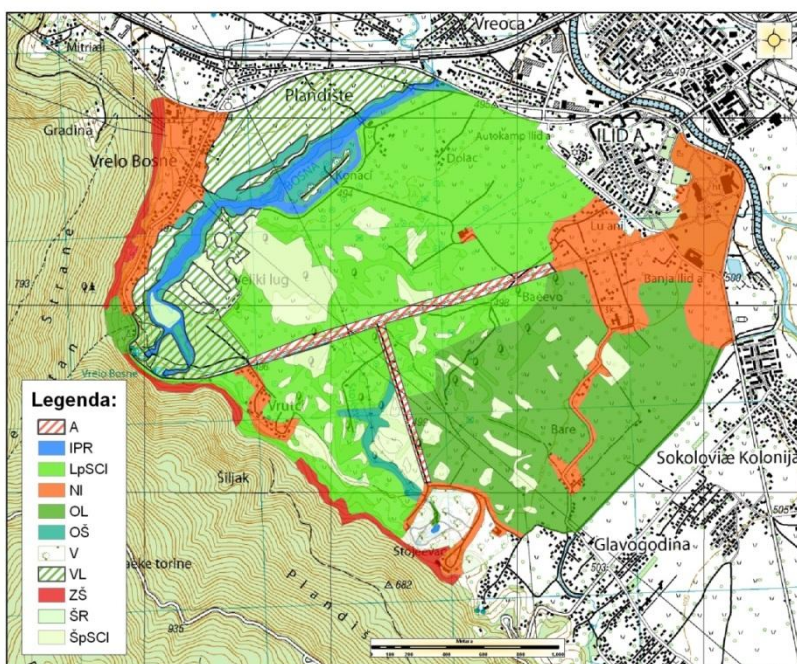
Vegetacija ugaženih staništa klase *Plantaginetea maioris* obuhvata terene iznad podzemne vode i razvijena je uz komunikacije, unutar zaštitnih zona, uz privredne objekte i na lokacijama koje su umjereno ugažene i sa umjerenom količinom nitrata. Najznačajnije vrste su *Polygonum aviculare*, *Taraxacum officinale*, *Agropyrum repens*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Bellis perennis*, *Matricaria discoides*, *Poa annua*, i dr.

Vegetacije klase *Chenopodietea* obuhvata vegetaciju korova i smetljišta odnosno zapuštene površine bogate organskim i neorganskim materijama. Ova vegetacija je bujno razvijena i teško prohodna. Glavne edifikatorske vrste su *Sambucus ebulus*, *Ballota nigra*, *Tussilago farfara*, i dr.



Slika 63. Vegetacioni pokrivač u zaštitnoj zoni Bačevo

Na osnovu analize vegetacionog pokrivača i zona zaštite u skladu sa Zakonom proglašenju Spomenika prirode „Vrelo Bosne“, planom upravljanja predloženi su upravljački sektori (slika ispod). Za svaki upravljački sektor definirane su dozvoljene aktivnosti.



Slika 64. Upravljački sektori u zaštitnoj zoni Bačevo

Legenda: A – Aleje; IPR – Izvori, potoci i rijeke; LpSCI – Livade na području pSCI; NI – Naselja i infrastruktura; OL – Ostale livade; OŠ – Šume uz vodotoke; V – Voćnjaci; VL – Vlažne livade uz vodotoke; ZŠ – Zaštitne šume; ŠR – Šumski rezervati; ŠpSCI – Šume na području pSCI

6.1.7.1 AKVATIČNA I KOPNENA FAUNA

Na osnovu analize sastava makroinvertebrata bentosa sliva rijeke Bosne u FBiH u septembru 2007. godine izračunate su vrijednosti saprobnog indeksa i indeksa diverziteta apliciranih u ocjeni kvaliteta vode. Dobivene vrijednosti poslužile su u određivanju ekološkog statusa, te je vidljivo da se voda rijeke Bosne do izlaza iz grada Sarajeva kreće u intervalu relativno dobrih voda. U ovom slučaju izuzeta je rijeka Miljacka čiji je ekološki status u gradu Sarajevu slab do loš na ušću u rijeku Bosnu. Slab kvalitet vode i ekološki status rijeke Bosne je do lokaliteta uzvodno od Zavidovića kada dolazi do blagog pročišćavanja.

Tabela 6.1.21. Vrijednosti saprobnog indeksa i indeksa diverziteta makroinvertebrata za lokalitete sliva rijeke Bosne, septembar 2007. godine

Lokalitet	Saprobni indeks	Shanon indeks	kategorizacija
Mala Bosna – Rimski Most	1,65	1,81	visok/dobar
Ušće Željeznice	1,92	1,85	dobar
Ušće Zujevine	2,87	1,85	umjeren
Bosna poslije ušća Zujevine	2,96	1,85	umjeren

Uz obale rijeke Bosne posebno na lokalitetima izvorišnog dijela karakteristično je prisustvo mnogih ptica kako gnjezdarica tako i migratornih vrsta. Čitavim prostorom do prostora Karuša javljaju se i zaštićene vrste kao što je bijela roda, vrste golubova isl. U šumskim dijelovima naročito na području Igmana, Bjelašnice, na području Tarčina, Trnova, Crnog vrha i dalje izraženo je bogatstvo lovne divljači karakteristično za dominantno brdsko područje i visokoplaninske predjele.

Posebna obilježja kopnene faune na području sliva rijeke Bosne daju habitati divljih zvijeri: vuk, medvjed koji žive na padinama Igmana, Bjelašnice.

7.1 PEDOGENETSKI FAKTORI

Pod uticajem geoloških, geomorfoloških, hidrografskih i klimatskih obilježja ovog područja oblikovani su različiti tipovi tala. Svojstva tala su u direktnoj vezi s pedogenetskim faktorima, te se na temelju toga mogu definirati opće karakteristike njihovog prostornog rasporeda.

Matični supstrat je odigrao važnu ulogu u formiranju tala, a čine ga naslage formirane od devona do danas. Najstarije (paleozojske) naslage zastupljene su u jugoistočnom dijelu, u slivu Crne rijeke, i predstavljene su devonskim krečnjacima i mramorima, na kojima su se formirali kalkomelanosol i kalkokambisol, te karbonskim i permotrijaskim naslagama (pješčari, škriljci, te konglomerati s valuticama rožnjaka, kvarcita i kremena), na kojima su razvijeni rankeri i distrični kambisoli.

Trijaskie naslage imaju najveće rasprostranjenje unutar sliva. Donjetrijaskie naslage predstavljene su klastičnim stijenama (posebno se izdvajaju „Sarajevski pješčari“) i javljaju se obično u uskim zonama, naročito na području Jahorine i Treskavice. Srednji trijas je predstavljen karbonatima anizika i krečnjacima, pješčarima, glincima, rožnjacima i tufovima ladinika. Bjelašnica i Igman su dominantno građeni od krečnjaka i dolomita srednjeg i gornjeg trijasa, dok je udio klastičnih naslaga vrlo mali, te na ovom području prevladavaju kraški reljefni oblici. Istočni dio Igmana, između Jasena i Željeznice, je osim od karbonata građen i od klastita, te je niži, s obiljem površinskih tokova. Na područjima gdje dominiraju klastične trijaskie naslage prevladavaju distrični kambisoli i rankeri, dok na dominantno karbonatnim terenima (krečnjaci i dolomiti) dominiraju kalkomelanosoli i kalkokambisoli, uz zastupljenost litosola na strmim terenima.

Jursko-kredni fliš je zastupljen u izoliranim cjelinama (Gvozno polje, izvorište Željeznice, donji tok Presjenice i istočni blok Igmana) i na ovim naslagama su nastali distrični kambisol, eutrični kambisol i ranker.

Najmlađe kvartarne naslage su različite po svom postanku, te se izdvajaju sipari, aluvij, deluvij i morene. Područje Sarajevskog polja građeno je od aluvijalnih naslaga pijeska i šljunka, na kojima su se razvila aluvijalno-deluvijalna tla. Aluvijalna tla zastupljena su i u dolini rijeke Željeznice i njenih pritoka. Područje od granice sa slivom rijeke Miljacke prema Miljevićima, Kozarevićima i dalje prema Kasindolu izgrađeno je od gline, lapora i pijeska Koševske serije, te od orlačkih konglomerata i pješčara, na kojima su formirana hidromorfna tla, te eutrični kambisol i luvisol. Morenske naslage su zastupljene u najvišim predjelima Bjelašnice i Treskavice. Na području Bjelašnice je izdvojeno veće područje rendzina na moreni.



Slika 65. Prikaz profila rendzina na moreni

Reljef kao pedogenetski faktor je iznimno važan, i njegov uticaj se prvenstveno ogleda u hipsometrijskim odnosima, te u zastupljenosti pojedinih kategorija nagiba. U hipsometrijskom smislu, izdvajaju se dvije jasno izdiferencirane cjeline: Sarajevsko polje (oko 500 m.n.m.) i planinski obod (preko 2.000 m.n.m.). Ovakvi hipsometrijski odnosi uvjetovali su postojanje različitih klimatskih obilježja u ove dvije cjeline, kao i različite reljefne procese i oblike koji prevladavaju na njihovom prostoru. Nagibi definiraju tip geomorfoloških procesa, i na temelju toga se jasno uočava da je zona najmanjih nagiba Sarajevsko polje i da ovdje dominiraju tla najdubljeg profila. Na području planinskog oboda značajan je udio nagiba 5-12°, 12-32° i >32°, koji su vrlo značajni sa aspekta razvoja padinskih procesa. Spiranje, jaruženje, kliženje najviše su zastupljeni u područjima kontakta polja i riječnih dolina s okolnim planinskim obodom. Najveći iznosi nagiba padina zastupljeni su u području klisura rijeka, te strmih karbonatnih odsjeka, i tu su razvijeni litosoli i kolvijalna tla.

Klimatsko obilježje ovog područja (poglavlje 3.2.3) je da ne postoji izrazito sušno razdoblje, iako se mogu uočiti primarni i sekundarni minimumi i maksimumi. No, važno je naglasiti da unatoč dovoljnoj količini padavina režim vlaženja tla nije u potpunosti u skladu sa pluviometrijskim obilježjima na cijelom području. Veliki dio promatranog terena zbog svojih kraških obilježja (brza infiltracija oborinskih voda u podzemlje) bilježi oskudicu vode u površinskim horizontima, što je slučaj i na područjima s većim nagibima padina, koji pogoduju bržem oticanju vode niz padinu. Suprotno planinskom okviru, na području Sarajevskog polja razvijena je gusta riječna mreža. Režim ovih rijeka ovisi o klimatskim karakteristikama u njihovom slivnom području. Važno je napomenuti da su na ovom području česte poplave, što značajno utječe na razvoj tala.

Uticaj godišnjeg hoda temperatura također je vrlo značajan. Niske temperature pogoduju intenzivnijem fizičkom razaranju stijena, što naročito dolazi do izražaja u višim planinskim predjelima.

Vegetacija je također vrlo značajan faktor u reguliranju pedogenetskih procesa. U planinskim predjelima može se uočiti visinska pojasnost u izmjeni vegetacije. Na području planinskog okvira zastupljena je šuma bukve, koja s porastom visine prelazi u mješovitu šumu bukve, jele i smrče, a dalje se nastavlja šuma jele i smrče, dok je na najvišim predjelima zastupljena klekovina bora. U brdskom pojasu dominiraju livade, koje su u blizini naselja pretvorene u oranice. Područje Sarajevskog polja zauzimaju najvećim dijelom livade, a značajan dio predstavlja izgrađeno područje. Samo manji dio je pod oranicama.

Unatoč činjenici da je ovo planinsko područje, **antropogeni uticaj** je jako izražen. Prvenstveno se očituje kroz prenamjenu vrijednih zemljišta u građevinsko, pa su na tlima najdubljeg profila i najboljih proizvodnih karakteristika izgrađena naselja i saobraćajnice (u području Sarajevskog polja, njegovom neposrednom rubu i dolinom rijeke Željeznice). Naročito posljednjih godina intenzivna je gradnja i na području planinskog okvira (primjer Bjelašnice), kao i sve učestalija neselektivna i nelegalna sječa šume. Uklanjanje prirodnog vegetacijskog pokrova naročito je pogubno u prostorima velike vertikalne raščlanjenosti reljefa i izrazitih nagiba, jer uzrokuje pojačan proces erozije tla.

7.1.1 OBILJEŽJA TLA

Na pedološkoj karti izdvojeno je 20 kartiranih jedinica prema nacionalnoj klasifikaciji. Tla su predstavljena i određenim asocijacijama, jer se na vrlo malo prostoru često izmjenjuju različiti tipovi tala. Zastupljena su tla razdjela terestričnih i razdjela hidromorfni tala, s tim da tla hidromorfnog razdjela zauzimaju male površine.

Prikaz pojedinih tipova tala daje se u daljem tekstu, a njihov raspored u prostoru na preglednoj pedološkoj karti mjerila M 1:50.000. Na karti je korištena nacionalna klasifikacija, a u bazi podataka usporedno prikazana i korespondirajuća FAO klasifikacija.

7.1.1.1 TERESTRIČNA (AUTOMORFNA) TLA

7.1.1.1.1 KLASA NERAZVIJENIH I SLABO RAZVIJENIH TALA

Tla ove klase (profil (A)-C) su tla s inicijalnim formiranjem humusnog horizonta i predstavljaju prelaz od geološko-petrografske zone trošenja prema mladim tlima. Ovakav inicijalni razvoj tla povezan je s uslovima slabog hemijskog trošenja i slabe proizvodnje organske tvari. Prevladava fizičko trošenje i erozija sitnice. Na području sliva Sarajevskog polja izdvojeni su Litosol i Regosol, iako treba naglasiti da se na manjim površinama javljaju i koluvijalna tla – sipari.

Litosol (Ai-mC). Zastupljen je u kanjonima i na strmim odsjecima planina Bjelašnice, Treskavice i Jahorine, a često se javlja u kombinaciji s kalkomelanosolima i kalkokambisolima. Ovaj tip tla zauzima manje površine i njegova pojava je posljedica velikih nagiba koji uvjetuju eroziju produkata trošenja, te se na taj način onemogućavaju procesi razvoja tla. Matični supstrat čine čvrsti (jedri) krečnjaci i dolomiti, na kojima se nalazi vrlo plitak humusni sloj. Dubina ovog tipa tla je vrlo mala, a u građi prevladavaju elementi veći od 2 mm. Male količine sitnice koje nastanu gube se ispiranjem u pukotine ili erozijom (vjetrom i vodom). Stjenovitost je vrlo velika i ova tla imaju veliku vodopropusnost. To su tla vrlo slabih proizvodnih svojstva, jer su nepovoljna za razvoj korjenovog sustava.

Regosol (Ai-IC). Kao samostalna jedinica ovo tlo je izdvojeno u vršnom dijelu Bjelašnice, a javlja se i u kombinacijama s kalkokambisolima i kalkomelanosolima. Općenito, na području sliva zauzima malu površinu.

Regosol nastaje na rastresitim stijenama (na trošini ili regolitu) i predstavlja inicijalni razvojni stadij u razvoju tla. Zadržavanje vode u regolitu omogućava razvoj pedogenetskih procesa, te ova tla imaju dublji profil od litosola. Njihova svojstva u potpunosti ovise o matičnom supstratu (ovdje su uglavnom karbonatna). Imaju mali udio humusa i siromašna su hranjivim tvarima, no zbog činjenice da imaju veću dubinu profila, boljih su proizvodnih svojstava nego litosoli.

7.1.1.1.2 KLASA HUMUSNO-AKUMULATIVNIH TALA

Tla ove klase (profil A-C) su tla s potpuno razvijenim humusnim horizontom (A), koji je tamne ili crne boje. A horizont formira se u uslovima koji onemogućuju intenzivnu razgradnju organske tvari (npr. u uslovima pedogenetske suhoće ili nedostatka topline), što rezultira obogaćivanjem tla humusom.

Kalkomelanosoli (Ah-mC). Kalkomelanosoli zajedno s kalkokambisolima prekrivaju najveće površine u slivu Sarajevskog polja, što je uvjetovano matičnim supstratom – krečnjacima i dolomitima, kao i vertikalnom raščlanjenošću reljefa. Zastupljeni su na svim planinama ovog prostora. U odnosu na kalkokambisol, prevladavaju na većim nadmorskim visinama (iznad 1.000 m.n.m.) i na strmijim terenima.

Kalkomelanosoli su tla s profilom Ah-mC i imaju humusni horizont koji leži direktno na krečnjaku ili dolomitu. Plitko tlo je posljedica sporog trošenja podloge, pri čemu samo mali udio mineralne tvari ulazi u sastav tla. Obično su dosta skeletna tla. Dobra propusnost i mali kapacitet tla za vodu uslovljavaju da su ova tla vrlo suha do suha. To su tla lakog mehaničkog sastava, prozračna i jako humozna. Najčešće su slabo opskrbljena fosforom. Stjenovitost je često veća od 50%. Zbog plitkog soluma koji leži direktno na matičnoj stijeni, ova tla su podložna suši, i iz tog razloga se rijetko koriste kao oranice. Dosta su otporna na eroziju vodom (zbog dobre vodopropusnosti), ali su istovremeno podložna eroziji vjetrom, što često dovodi do potpunog gubitka tla.

Rankeri (Ah-mC). Unutar promatranog prostora rankeri (humusno-silikatna tla) se javljaju na području sliva Crne rijeke, na padinama Jahorine i manje u sjevernom dijelu Treskavice, prema Bjelašnici. Izdvojeni su zajedno s Distričnim kambisolom. Ova kartografska jedinica izdvojena je na području u kojem matični supstrat čine stijene karbonske i permo-trijaske starosti, uz manji udio trijaskih naslaga.

Rankeri su tip tla brdsko-planinskog područja. Obuhvaćaju veće nagibe i veće nadmorske visine i izložena su eroziji. Zbog jakog fizičkog raspadanja (temperature), ranker sadrži dosta skeleta u svom profilu. Najčešće su to relativno plitka tla, no ako su formirana na rastresitom materijalu, dubina doseže do 50 cm. Lakšeg su teksturnog sastava, vrlo propusna i dobro aerirana. Sadržaj humusa ovisi o stadiju razvoja rankera i o nadmorskoj visini. Reakcija ovisi o matičnom supstratu, obično je kisela do neutralna. Siromašna su u sadržaju fosfora. Obično su to tla male produktivnosti, iako je na njima zastupljena raznolika vegetacija (od šuma do livada), a kao osnovni ograničavajući faktor ističe se dubina.

Rendzine (Ah-IC). Rendzine (humusno-karbonatna tla) su tla s profilom A-C, a specifičnost u odnosu na druga tla iz iste klase je to da matični supstrat čine usitnjeni klastični sedimenti, što je vrlo važno za proces pedogeneze. Najčešće su to karbonatna tla. Imaju grublju teksturu, dosta su skeletna, propusna i s dobrim vodozračnim odnosima. Humusni horizont je debljine oko 30-40 cm i dublja su tla od kalkomelanosola. Nakon humusnog horizonta obično slijedi prijelazni horizont, a zatim C horizont. C horizont ovdje čini usitnjeni krečnjačko-dolomitni supstrat, koji na vrhu Bjelašnice čine morenske naslage. Na području Mojmila i Vraca rendzine su se razvile na laporima, na nižim nadmorskim visinama. Rendzine na moreni su po teksturnom sastavu pjeskovite ilovače i dosta su skeletne (i dobro vodopropusne), dok su one na laporima ilovasto-glinovitog sastava (dobrih vodno-zračnih svojstava u gornjem dijelu profila, no u dubljim dijelovima su slabije propusnosti). Obično su dosta humozna tla, a sadržaj mineralnih hranjiva je obično srednji do visok. Rendzine na morenama su vrlo dobra šumska staništa (Igman, Bjelašnica).

7.1.1.1.3 KLASA KAMBIČNIH (SMEĐIH) TALA

Tla ove klase (profil A-(B)-C) u odnosu na tla prethodno navedenih klasa predstavljaju daljnji stadij razvoja tla, što se vidi i po profilu u kojem je prisutan kambični sloj (B). Kambični sloj razvija se u povoljnijim hidrotermičkim uslovima, koji omogućuju intenzivnije procese pedogeneze, naročito procese trošenja mineralnog dijela, pri čemu se mijenja struktura stijene. Zbog oslobađanja oksida željeza, ova tla imaju razne nijanse smeđe boje (od žutih, crvenih do smeđih tonova). Važan je i proces sinteze glinenih minerala (argilosinteza).

Kalkokambisol (Ah-Brz-Cn). Ovaj tip tla kao samostalna kartirana jedinica izdvojen je na vrlo malim površinama, a najviše se javlja u kombinaciji s kalkomelanosolima, zatim liosolima, regosolima i s distričnim kambisolima. Zajedno s kalkomelanosolima predstavlja najčešći tip tla na ovom području, a za razliku od kalkomelanosola zauzima nešto niže nadmorske visine i blaže nagibe. Na kraškim zaravnjenim područjima vezan je uz duboke pukotine, škrape i vrtače. Njihov razvoj je uslovljen matičnom podlogom, reljefnošću i klimatskim karakteristikama.

Kalkokambisol je tlo profila Ah-Brz-Cn, što znači da se humusni horizont nalazi na netopljivom ostatku trošenja krečnjačkih stijena, a ovaj horizont oštro prelazi u matični supstrat. Dubina tla je 30-60 cm. Nastaje iz crnice, kad ona postigne dubinu 30 cm i dolazi pod uticaj veće vlažnosti. Dobro su propusna za vodu i zrak (apsolutni kapacitet za vodu je > 50%, a za zrak od 3 do preko 10%), te su topla i suha tla. Zbog dobre propusnosti, dosta su otporna na eroziju. Vrlo su varijabilna po dubini i skeletnosti. Intenzitet okršenosti krečnjaka utječe na postotak skeleta u tlu. Često je velika i stjenovitost. Slabo su opskrbljena fosforom, ali je sadržaj K₂O dosta visok. Ova tla su dosta humozna. Površinski horizont leži na kambičnom horizontu, koji je karakteristične smeđe boje, težeg teksturnog sastava, izraženije strukture i manje humoznosti od površinskog horizonta. Dobra su šumska staništa, ali se koriste i u poljoprivredi.

Eutrični kambisol (Ah-Bv-IC). Ova tla javljaju se u području Sarajevskog polja (Hrasnica, Kovači, uz rijeku Željeznicu) i po postanku su slična aluvijalnim tlima, s tim da su starija. Zauzimaju prostor aluvijalnih terasa i više nisu pod uticajem poplava, što je omogućilo razvoj horizonata. Na području

Sarajevskog polja je eutrični kambisol izdvojen kao samostalna pedosistematska jedinica, no javlja se i u drugim područjima u kombinaciji s luvisolima (u području oko rijeke Dobrinje, Kasindolskog potoka i Miljevičkog potoka), s rendzinama (Bjelašnica, Miljevički potok), te s distričnim kambisolom u području Presjenice.

Ovo su plodna, uglavnom duboka tla. Sadržaj skeleta varira, i veći je u dubljim horizontima. Za ova tla je karakterističan B horizont, čija debljina ovisi o starosti tla. To je horizont crveno-smeđe boje i glinovitiji je od površinskog horizonta.

Teksturni sastav varira ovisno o supstratu, ali su to općenito ilovače i glinuše. Dreniranost je dobra zbog skeletoidnosti. Apsolutni kapacitet za vodu je povoljan (> 30%), a za zrak osrednji (kreće se od 4 do 20%). Reakcija je slabo kisela do neutralna. Sadržaj humusa je oko 2-3%. Najpovoljnija agroekološka svojstva imaju eutrični kambisoli, formirani na aluvijalnim i jezerskim naslagama, kao i na lesu.

Distrični kambisol (Ah-Bv-Cn). Ovaj tip tla je kao samostalna jedinica izdvojen na malom prostoru, jer se pješčar kao matični supstrat uglavnom nalazi zajedno s glincima i krečnjacima. Stoga se distrični kambisol najčešće javlja u kombinaciji s rankerima (najčešće na ovom prostoru – u slivu Crne rijeke), s kalkokambisolima (u gornjem slivu Željeznice), te s eutričnim kambisolom u srednjem dijelu terena (područje Presjenice). Kao samostalna jedinica se javlja na padinama Trebevića, te u središnjem dijelu terena, uz tok Željeznice i njenih pritoka. Planinski okvir Sarajevskog polja predstavlja tipično područje za formiranje ovog tipa tla – planinsko i brdsko-planinsko područje s godišnjom količinom padavina > 700 mm, te prosječnom temperaturom < 10°C.

Distrični kambisoli se vežu uz kisele supstrate. Ovisno o klimi i supstratu, njihov razvoj će ići u smjeru podzola ili prema lesiviranim tlima i pseudoglejima (ako je glinovitiji supstrat). Obično su ovo tla dubokog profila i lakšeg teksturnog sastava (ilovače). Dosta su skeletna, zbog čega dobro propuštaju vodu i zrak. Po reakciji su vrlo kisela i kisela, a sadržaj humusa opada po dubini profila. U području Crne rijeke ova tla su razvijena na karbonskim i permo-trijaskim supstratima, i plicjeg su profila, jer su izložena eroziji. Površinski horizont je humozniji nego na drugim lokalitetima. Sadržaj pristupačnih hranjivih tvari je dosta nizak. Zbog svojih karakteristika ovo su uglavnom šumska tla, ali ih ima i pod pašnjacima, a koriste se i kao oranice (krompir, raž, ječam).

7.1.1.1.4 KLASA ELUVIJALNO-ILUVIJALNIH TALA

Karakteristično obilježje ove klase je proces premještanja nerazorenih čestica gline iz površinskog dijela profila i njihovo taloženje u dubljim slojevima. Kao posljedica ovog procesa, dolazi do formiranja novog horizonta E, iz kojeg se vrši premještanje čestica gline. Tla ove klase imaju profil građe A-E-B-C, i to je najsloženiji profil unutar razdjela terestričnih tala.

Luvisoli ili lesivirana tla (Ah-E-Bt-IC). Luvisoli na području sliva Sarajevskog polja zauzimaju male površine. Javljaju se u kombinaciji s eutričnim kambisolima na području oko rijeke Dobrinje, Kasindolskog potoka i Lukavičkog potoka.

Luvisoli se općenito formiraju na različitim supstratima koji mogu osigurati dovoljnu količinu gline koja se može premještati. Najčešće su vezani za područja manje nadmorske visine, te za prostore s dovoljnom količinom padavina (> 700 mm), koje omogućuju silazno kretanje vode u profilu. Glavni procesi lesiviranja su acidifikacija površinskog dijela profila, te premještanje čestica gline u niži horizont. Kao posljedica premještanja gline, dolazi do diferencijacije profila na E i B horizont. E horizont je svjetlije boje zbog procesa eluvijacije, dok je B horizont tamnije boje zbog nakupljanja gline.

Uočljiva je razlika u teksturnim karakteristikama horizonata, te su gornji horizonti lakši – pjeskovita ilovača, a donji su teži – teška ilovača ili glinuša. Sadržaj humusa opada s dubinom, a reakcija je umjereno kisela. Propusnost za vodu je manja u B nego u E horizontu. Aeracija je povoljna, a vodni kapacitet osrednji.

7.1.1.1.5 KLASA PSEUDOGLEJNIH TALA

Tla klase pseudoglejnih tala su karakterizirana prekomjernim vlaženjem gornjih dijelova profila, uglavnom oborinskom vodom. Zadržavanje vode u gornjem dijelu profila posljedica je slabe propusnosti za vodu podpovršinskih horizonata, koji sprečavaju normalnu infiltraciju vode.

Pseudoglej (Ah-g1-g2 ili Ah-Eg-Btg-C). Tla tipa pseudoglej zastupljena su na području Dobrinje i razvila su se na pleistocenskim sedimentima. To su duboka tla, unutar kojih se izdvajaju tri osnovna horizonta: humusni horizont, čija debljina varira i obilježen je relativno dobrom propusnošću, zatim pseudoglejni horizont slabije propusnosti i nakon njega je nepropusni horizont.

Ova tla imaju loša fizička svojstva, naročito vrlo mali kapacitet za zrak. Poroznost opada s dubinom profila. Humusni horizont je lakšeg teksturnog sastava (ilovače) u odnosu na niže horizonte. Reakcija je vrlo kisela do kisela. Dosta su humozna u površinskom horizontu, a sadržaj humusa opada s dubinom. Sadržaj pristupačnih hranjivih tvari je nizak, naročito fosfora. To je promjenjivo vlažno zemljište – u vlažnoj fazi nedostaje kisik, a u suhoj pristupačna voda. Ovaj tip tla je podložan eroziji, jer slaba moć upijanja vode dovodi do oblikovanja površinskih tokova vode i pojave erozije.

7.1.1.2 HIDROMORFNA TLA

7.1.1.2.1 KLASA NERAZVIJENIH HIDROMORFNIH TALA

Fluvisol (Ah-I-II...). Fluvisoli ili aluvijalna tla su prisutna u dolinama rijeka Željeznice, Dobrinje, Kasindolskog potoka i Presjenice, koje su i uslovile njihov postanak. Ovo su mlada tla. Procesi pedogeneze su slabo razvijeni, te se u profilu ne uočavaju genetski horizonti, već slojevi koji ukazuju na slijed sedimentacije.

Kod ovih tala se razlikuju teksturni varijeteti, od skeletnog do glinovitog, što ovisi o donesenom materijalu. O teksturnom sastavu ovise i druga vodno-fizička svojstva, no općenito se može reći da ova tla imaju dobru poroznost (volumen pora je > 50%) i vodopropusnost, i da su prozračna. Količina humusa je uglavnom mala, kalija ima dovoljno, dok sadržaj fosfora znatno varira. Općenito vrijedi da su ova tla s povoljnim fizičko-hemijskim karakteristikama, no glavni ograničavajući faktor u proizvodnji na ovim tlima je opasnost od poplava.

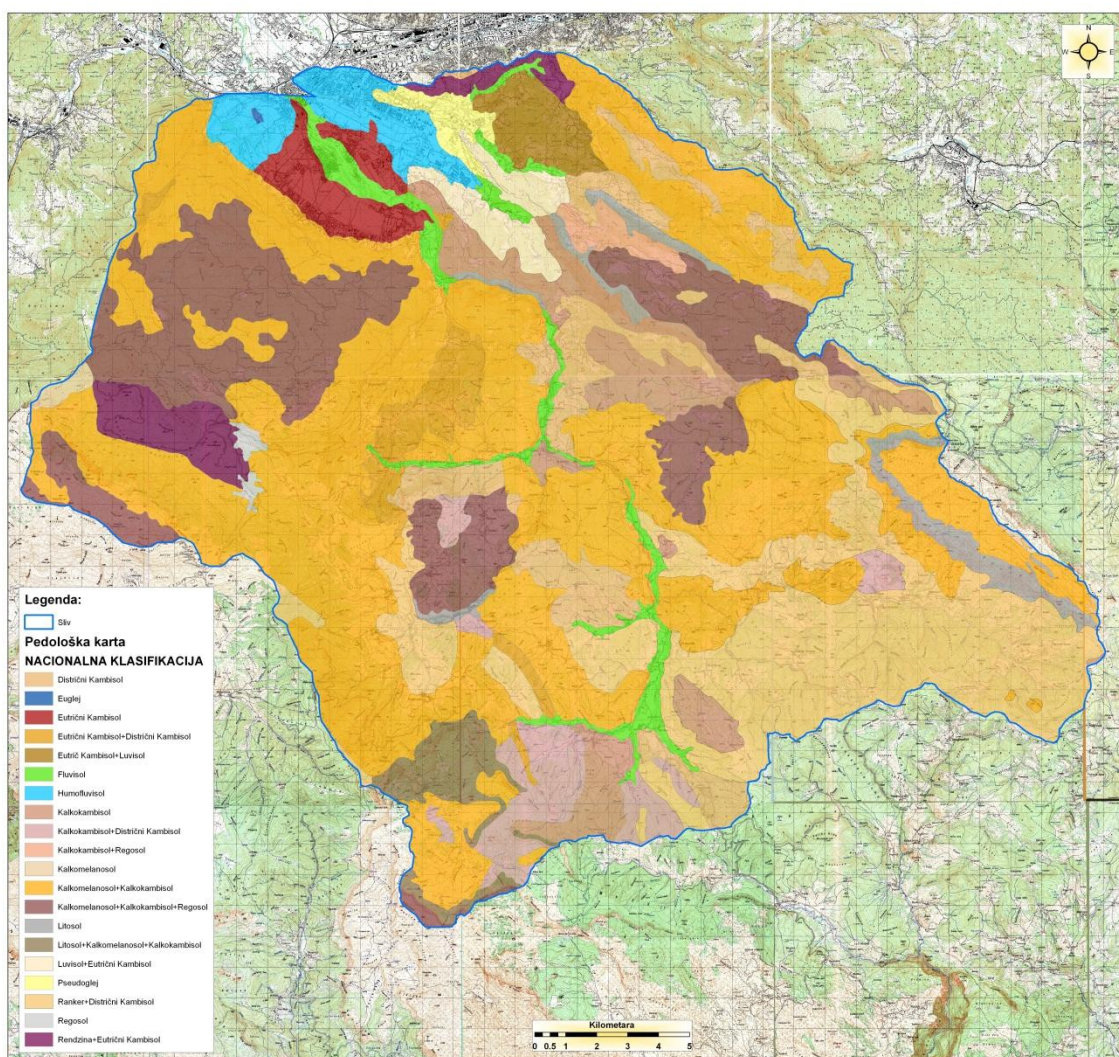
7.1.1.2.2 KLASA SEMIGLEJNIH (LIVADSKIH) TALA

Humofluvisol (Ah-C-G). Tla ovog tipa zastupljena su u području Sarajevskog polja na aluvijalnim naslagama kao matičnom supstratu. Karakteristika ovih tala je da su pod značajnim djelovanjem podzemnih voda. Ova tla su obično jako humozna i imaju izražen humusni (Ah) horizont. To su duboka tla, koja su po teksturnom sastavu ilovače, ali mogu biti i glinuše. Imaju dobra fizičko-hemijska svojstva i dobro su opskrbljena hranjivim tvarima. Da bi pokazala dobra proizvodna svojstva, potrebno je provesti zaštitu od poplava i druge melioracijske mjere.

7.1.1.2.3 KLASA GLEJNIH TALA

Euglej (Ah-Go-Gr). Ovo je pedosistematska jedinica koja zauzima najmanju površinu na cijelom promatranom području. Zastupljena je na području oko Vrela Bosne, gdje postoje mikroreljefni uslovi potrebni za oblikovanje ovog tipa tla (mikrodepresija s prisutnošću podzemne vode).

Teksturni sastav ovih tala varira u ovisnosti o lokalitetu. Sadržaj glinovite frakcije raste sa dubinom, kao i zbijenost, ljepljivost i plastičnost tla. Zapreminska gustina u površinskom horizontu je mala i kreće se od 0,2-0,3 g/cm³, specifična gustina od 1,7-2,1 g/cm³, a volumen pora je vrlo velik (do 89%). Apsolutni kapacitet za vodu vrlo je velik, a za zrak osrednji. Hemijska svojstva znatno variraju, što ovisi o sadržaju CaCO₃, matičnom supstratu, te o podzemnoj vodi. Sadržaj humusa varira od 2 do 10%, ali može biti i znatno veći (31,7%). Ovo je tip trajno vlažnog tla, te na njemu uspijevaju biljke koje podnose nedostatak kisika. U poljoprivredi se mogu koristiti nakon melioracije.



Slika 66. Prikaz pedološke karte slivnog područja

7.1.2 KVALITET TLA

U okviru ovog projekta ispitivan je kvalitet tla svih izvorišnih zona, budući da eventualna opterećenost zagađivačima poput azotnih i fosfornih jedinjenja, mineralnih ulja i teških metala može uticati na stanje kvaliteta podzemnih voda. Analize su rađene na uzorcima tla u okolini bunara svih izvorišnih zona, kao i planinskih zona u blizini skijališta i deponije Krupačke stijene. Uzorci su uzimani na dubinama od 10 cm i 20 cm tla, s tim da je prethodno odstranjen sloj travnate površine zajedno sa korijenjem i drugim manjim biljkama. Profili su odabrani da bi prikazali stanje kvaliteta tla cjelokupnog izvorišta na kojem su locirani bunari, kao i uticaj čovjeka na stanje tla prvenstveno zbog blizine saobraćajnica, turističkih i poslovnih objekata, poljoprivrednih zemljišta i odlagališta otpada.

Fizičko-hemijskim analizama obuhvaćeni su sljedeći parametri: koncentracije fosfata, nitrata, amonijaka i ukupnog azota, zatim količina mineralnih ulja kao i koncentracije natrijuma i teških metala olova, kadmijuma, kroma, mangana, nikla, bakra i cinka.

7.1.2.1 SADRŽAJ AZOTA U TLU

Ukupni azot u tlu predstavlja sumu svih formi azotnih jedinjenja (amonijum soli, nitrata, nitrita kao i organskih azotnih jedinjenja). Njihovo prirodno porijeklo je prvenstveno biotičko preko ciklusa azota u biljkama, uključujući i simbiotičku fiksaciju elementarnog azota iz zraka. Može biti prisutan i abiotički, preko rastvaranja amonijaka u kapima kiše koje padaju na tlo ili porijeklom od otpadnih voda industrija i domaćinstava. Biljke brzo apsorbuju biogene oblike azota (amonijak i organski azot), te je stoga azot u formi nitrata jedini pokazatelj dugotrajnije zastupljenosti azota u tlu. Budući da se radi o veoma važnom elementu za rast i razvoj biljaka, često se dodaje kao đubrivo u obliku nitrata pa je u sklopu ovih ispitivanja obuhvaćeno isključivo tlo koje nije sa poljoprivrednih površina.

Iako se često izražava kao stepen plodnosti za biljke prema Woltman-ovoj klasifikaciji, u mnogim zemljama uključujući i BiH, klasifikacija se vrši određivanjem stepena zastupljenosti azota u tlu, tj. kontrolom općeg stepena plodnosti tla, Pravilnik o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih materija u zemljištu i metode njihovog ispitivanja („Službene novine FBiH, broj 72/09).

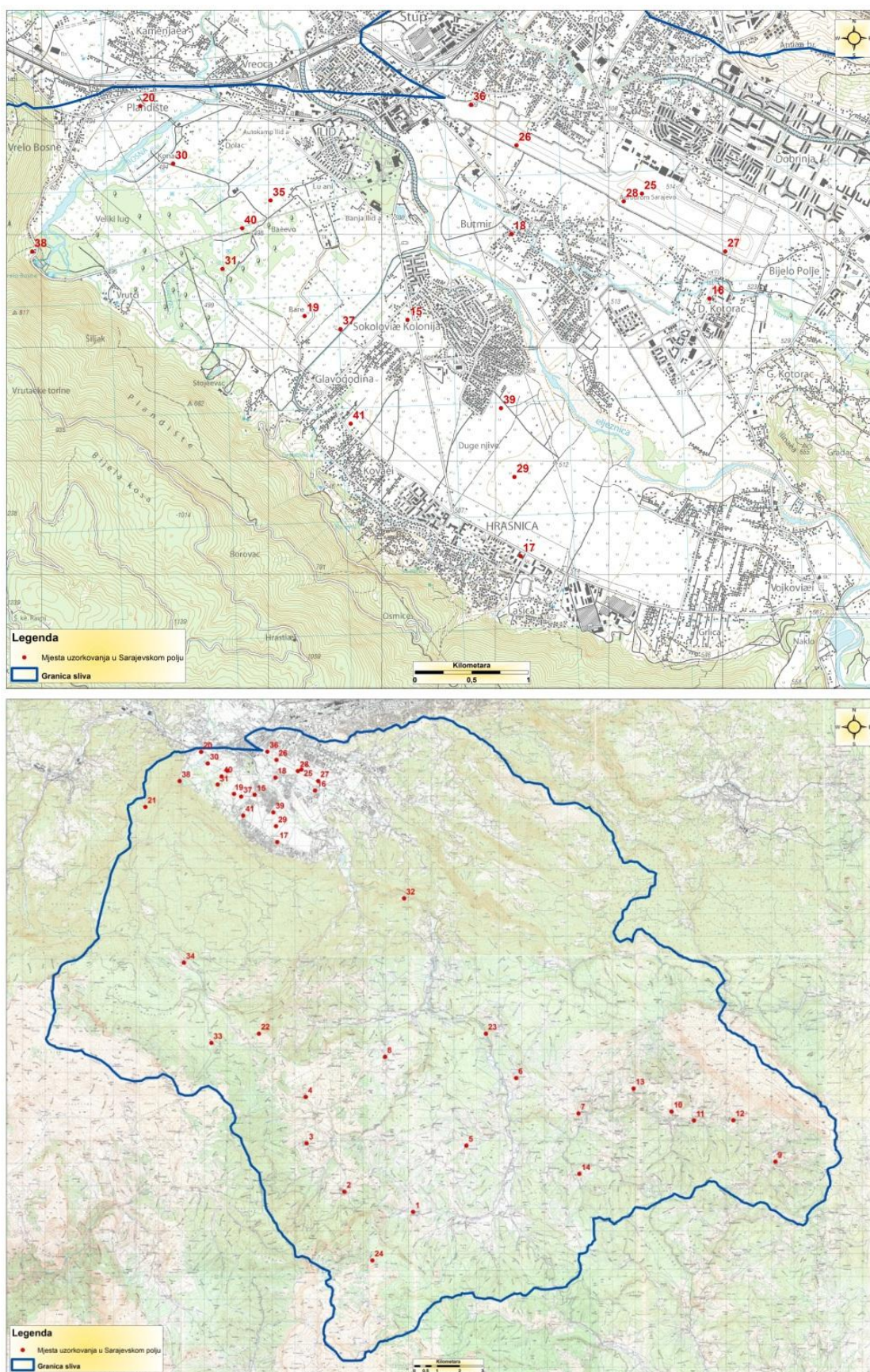
Tabela. 7.1.1. Klasifikacija sadržaja ukupnog azota u tlu

Sadržaj	Ukupni N u %
Visok sadržaj	>0,2
Srednji sadržaj	0,1-0,2
Nizak sadržaj	<0,1

Rezultati analiza pokazuju visok sadržaj ukupnog azota u tlima sa planinskih područja Veliko polje i Babin do na dubinama od 0-10 cm. Ovi rezultati su očekivani budući da je površinski sloj tla područja Velikog polja velikim dijelom sačinjen od humusa, dok je na Babinom dolu vidljiv nasuti dio tla koji je gusto isprepleten korijenjem tamošnjeg rastinja. Svi ostali profili imaju srednje zastupljen sadržaj ukupnog azota koji se kreće od 0,083 - 0,181%, uz izuzetak Konaka čije tlo se prema količini azotnih jedinjenja svrstava u tla sa niskim sadržajem azota, tj. djelomično plodnim po Woltman-ovoj klasifikaciji.

Tabela. 7.1.2. Rezultati analiza sadržaja ukupnog azota i nitrata u tlu

Red.br	Mjesto uzimanja uzorka tla	Dubina (cm)	Ukupni N u %	NO3- u %
30.	Konaci	0-10	0,086	0,025
30.	Konaci	10-20	0,045	0,017
31.	Bačevo	0-10	0,139	0,031
31.	Bačevo	10-20	0,140	0,017
15.	Sokolovići	0-10	0,181	0,017
15.	Sokolovići	10-20	0,083	0,014
33.	Babin do	0-10	0,293	0,031
33.	Babin do	10-20	0,143	0,031
34.	Veliko polje	0-10	0,231	0,017
34.	Veliko polje	10-20	0,123	0,014
32.	Deponija Krupac	0-10	0,134	0,014
32.	Deponija Krupac	10-20	0,090	0,028



Slika 67. Lokacije uzorkovanja tla (gore Sarajevsko polje, dole cijelo polje)

Na prethodnim slikama prikazane su lokacije uzorkovanja.

Tabela. 7.1.3. Lokacije uzorkovanja tla tabele

RED.BROJ	MJESTO	RED.BROJ	MJESTO
1	GODINJA	21	GOLO BRDO
2	DUJMOVIĆI	22	BRDO VIS
3	LEDIĆI	23	BODINJE
4	ŠABANCI	24	JABLAN DO
5	GRAČANICA	25	AERODROM 1
6	ILOVICE	26	AERODROM 2
7	JELAČIĆI	27	AERODROM 3
8	UMČANI	28	AERODROM 4
9	ZAGOR	29	SOKOLOVIĆI
10	DELIJAS	30	KONACI
11	KAROVICI	31	BAČEVO
12	HAMZIĆI	32	DEPONIJA
13	DURAKOVIĆI	33	BABIN DO
14	BAŠCI	34	VELIKO POLJE
15	SOKOLOVIĆ KOLONIJA	35	BAČEVO
16	DONJI KOTORAC	36	ILIDŽA-STUP
17	HRASNICA	37	HRASNICA
18	BUTMIR	38	VRELO BOSNE
19	BARE	39	SKB 5 BUNAR
20	PLANDIŠTE	40	BAČEVO - ALEJA
		41	PUT ZA FAMOS



Slika 68. Zona bunara u Sokolović Koloniji-uzorkovanje tla(desno zona bunara SKB2)



Slika 69. Zona Konaci-uzorkovanje tla

7.1.2.2 SADRŽAJ UKUPNIH MINERALNIH ULJA U TLU

Termin ukupna mineralna ulja odnosi se na sadržaj velikog broja ugljikovodika porijeklom od sirove nafte. Ove hemijske komponente sastavljene samo od ugljika i vodonika po fizičkim osobinama slične mastima i uljima veliki su problem za okoliš ukoliko se nađu u vodama i tlu. Zbog velikog broja komponenti koje ulaze u sastav goriva ili dijelom nastaju pri procesu sagorijevanja, uglavnom se određuju kao ukupan sadržaj svih ugljovodoničnih komponenti. Mjesta uzimanja uzoraka obuhvatila su sve izvorišne zone, kao i mjesta mogućih antropogenih uticaja deponiju Krupac kod kamenoloma i tlo u neposrednoj blizini skijališta i turističkih objekata. U ove analize uključeni su i raspoloživi podaci preuzeti od Osnovnih studija zaštite životne sredine za kamp „Butmir“. Ovaj kompleks lociran je na području Sokolovići, na suprotnoj obali u odnosu na izvorišnu zonu i pripadajuće bunare. Budući da u Pravilniku o utvrđivanju dozvoljenih količina opasnih i štetnih materija u zemljištu i metode njihovih ispitivanja, (Sl. novine FBiH br. 72/09) nisu definirane MDK vrijednosti za mineralna ulja, a u navedenoj studiji za kamp Butmir korišteni su kriteriji Ministarstva životne sredine Ontario (Ontario Ministry of the environment) rezultati provedenih analiza su interpretirani prema pravilniku navedenog ministarstva, kako bi bili usporedivi rezultati. Prema tim kriterijima svi analizirani uzorci su dosta ispod MDK vrijednosti koje iznose 100 mg/kg. Uzorci tla pokazuju relativno niske koncentracije ukupnih mineralnih ulja, koje se kreću od 9,09 mg/kg na Babinom dolu do 25,59 mg/kg na Sokolovićima. Nešto više koncentracije detektovane su na području Bačeva, i kretale su se do 58,75 mg/kg na dubini od 10-20 cm. Mogući razlog viših koncentracija mineralnih ulja na većoj dubini mogao bi biti povećana prisutnost i kretanje vojnih vozila na tom području u ranijem periodu od 1992-1995. godine. Za razliku od ovih analiza, pojedini profili na području kompleksa kampa Butmir pokazuju povećane količine mineralnih ulja koje se kreću iznad MDK vrijednosti i to od 101,02-618,93 mg/kg i uglavnom su to lokacije u blizini skladišta goriva i parkirališta teških vojnih vozila. Mnogo veće količine ustanovljene su na dva mjesta koja prema oznakama predstavljaju jedno veće skladište goriva i glavni separator ulja, i iznose 3560,36 mg/kg i 5468,91 mg/kg.

Tabela. 7.1.4. Granične vrijednosti mineralnih ulja

Hemijska komponenta	Granične vrijednosti koncentracija (mg/kg)
Naftni ugljovodonici (benzin/dizel)	100
Naftni ugljovodonici (teška ulja)	1000

Tabela. 7.1.5. Rezultati analiza sadržaja ukupnih mineralnih ulja u tlu

Red.br	Mjesto uzimanja uzorka tla	Dubina (cm)	Ukupna mineralna ulja (mg/kg)
30.	Konaci	0-10	25,05
30.	Konaci	10-20	13,66
31.	Bačevo	0-10	28,99
31.	Bačevo	10-20	58,75
15.	Sokolovići	0-10	20,39
15.	Sokolovići	10-20	25,59
33.	Babin do	0-10	21,88
33.	Babin do	10-20	9,09
34.	Veliko polje	0-10	11,53
34.	Veliko polje	10-20	14,93
32.	Deponija Krupac	0-10	22,27
32.	Deponija Krupac	10-20	13,92
38.	Vrelo Bosne	0-10	92,45
39.	Sokolović kolonija	0-10	96,78
40.	Bačevo	0-10	Nema
41.	Kovači	0-10	15,42

7.1.2.3 SADRŽAJ UKUPNIH PAH JEDINJENJA U TLU

PAH –ovi ili policiklični aromatski ugljovodonici se vrlo slabo otapaju u vodi i vrlo su otporni na biorazgradnju. Nastaju kao nusproizvodi najčešće u procesu nekompletnog sagorijevanja organske materije (npr. Industrije, šumski požari, spaljivanje otpada, sagorijevanje goriva i dr.). Mnogi od PAH spojeva su kancerogeni. Mogu se postepeno razgrađivati uticajem sunčeve svjetlosti i djelovanjem nekih mikroorganizama.

Na ispitanom području uzeto je šest uzoraka tla za ispitivanje eventualne kontaminiranosti tla ovim organskim polutantima. Analizirani uzorci su uzeti na slijedećim lokalitetima: Babin do, Bačevo, Konaci, Sokolovići, Veliko polje i Deponija Krupac.

Naknadno (03.11.2011.) su uzeta još četiri uzorka tla na lokalitetima: vrelo Bosne, SKB5 bunar, Bačevo-Aleja i put za Famos.

Prema Pravilnik o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih materija u zemljištu i metodama njihovog ispitivanja („Službene novine FBiH, broj 72/09) granična vrijednost za PAH-ove je 2 mg/kg tla.

Analizirajući rezultate ispitivanja tla na predmetnoj lokaciji može se konstatovati nepostojanje i/ili niska vrijednost PAH-ova. I na lokaciji Deponije Krupac, su znatno ispod graničnih vrijednosti.

Prema tome ne postoji opasnost kontaminacije vode na ovom području.

Tabela. 7.1.6. Sadržaj ukupnih PAH jedinjenja u tlu

Red.br	Mjesto uzimanja uzorka tla	Dubina (cm)	Ukupna mineralna ulja (mg/kg)
30.	Konaci	0-10	nema
31.	Bačevo	0-10	nema
15.	Sokolovići	0-10	nema
33.	Babin do	0-10	nema
34.	Veliko polje	0-10	nema
32.	Deponija Krupac	0-10	0,256
38	Vrelo Bosne	0-10	0,13
39	SKB5 bunar	0-10	0,47
40	Bačevo -Aleja	0-10	0,96
41	Put za Famos	0-10	0,36

7.1.2.4 SADRŽAJ TEŠKIH METALA U TLU

Istraživanje sadržaja i oblika teških metala provedeno je na širem području Sarajevskog polja uključujući planinske oblasti i deponiju Krupac. Uzorci su uzimani na dubinama od 0-10 cm i 10-20 cm i analizirani zasebno na sadržaj teških metala nakon ekstrakcije u smjesi azotne i perhloratne kiseline. Granične vrijednosti zavise od tekture tla, tj. da li se radi o pjeskovitim, praškasto-ilovastim ili glinovitim tlima prema Pravilniku o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih materija u zemljištu i metodama njihovog ispitivanja („Službene novine FBiH, broj 52/09). Na osnovu provedenih analiza ustanovljeno je da uzorci planinskih oblasti Babin Do i Veliko polje pokazuju povećano opterećenje cinkom, dok su na Velikom polju i Konacima zabilježene i povećane količine ukupnog kroma. Kadmijum je registrovan na prostoru svih izvorišnih zona osim na Konacima, a u znatnijim koncentracijama ustanovljen je na područjima Babin Do i Veliko polje. Koncentracije olova na prostoru Velikog polja iako ispod MDK vrijednosti više su nego na prostoru drugih izvorišnih zona. Za cink, olovo i kadmij moguća su dva načina difuznog onečišćenja: recentna sedimentacija riječnih nanosa izloženih onečišćenju i atmosferska depozicija čestica iz urbanih izvora (industrijska emisija, promet, odlaganje otpada,

toplane i dr.). Elementi pedogenog ili litogenog porijekla kao što su krom i djelomično olovo visoko koreliraju sa količinom gline, a ispod humusnog sloja na području Velikog polja tlo je pretežno glinovito. Budući da je na prostoru Velikog polja zastupljeno humusno aluvijalno tlo, cink se brzo vezuje u stabilnije oblike i relativno je mala mogućnost njegove pokretljivosti, kao i bioakumulacije kadmijuma u organskom obliku. Kod fluvijalnih livadskih tala, srazmjerno unosu cinka i kadmijuma antropogenog porijekla moguća je i njihova ubrzana bioakumulacija. Povećane koncentracije navedenih teških metala na području Babinog Dola gdje je zastupljeno većim dijelom nasuto pjeskovito tlo mogu imati veći eventualni negativni uticaj po biljni svijet nego na Velikom polju gdje je većinom zastupljeno aluvijalno tlo. Prekoračenja koncentracija kadmijuma u tlu izvorišnih zona Bačevo i Sokolovići, i ukupnog kroma na Konacima bilježena su samo na dubinama od 0-10 cm, a bitno je istaći da je na prostoru navedenih izvorišnih zona zastupljeno prvenstveno fluvijalno livadsko tlo.

Tabela. 7.1.7. Rezultati analiza sadržaja prioriternih supstanci - teških metala u tlu

Mjesto uzimanja uzorka tla	Dubina (cm)	Cu	Ni	Zn	Pb	Cd	Cr	Mn	Na
Konaci	0-10	31,52	32,67	166,75	9,88	0,56	84,63	972,02	4470,60
Konaci	10-20	27,48	45,56	167,89	8,66	0,93	51,19	963,38	5029,67
Bačevo	0-10	21,37	35,10	136,23	9,63	1,01	42,0	468,96	4105,62
Bačevo	10-20	20,17	28,43	132,46	10,03	0,75	46,35	528,40	3676,56
Sokolovići	0-10	18,03	34,86	122,84	9,74	1,03	54,73	894,90	2170,77
Sokolovići	10-20	20,04	38,26	108,75	9,67	0,90	45,41	951,50	3117,12
Babin do	0-10	23,82	38,48	284,35	8,20	4,75	77,33	1057,58	786,69
Babin do	10-20	18,12	33,89	212,06	7,47	5,06	53,85	652,52	1326,91
Veliko polje	0-10	30,33	44,36	236,58	20,67	4,03	67,17	1955,13	923,53
Veliko polje	10-20	24,66	29,00	241,83	19,67	2,89	80,20	1188,16	1821,85
Deponija Krupac	0-10	17,38	15,18	101,37	47,56	1,95	24,78	1367,11	847,42
Deponija Krupac	10-20	13,41	23,50	88,29	48,82	1,75	23,93	1718,86	896,35
Vrelo Bosne	0-10	36,2	-	183,3	290,7	0,90	31,1	-	-
SKB5 bunar	0-10	30,5	-	91,2	47,1	0,14	24,1	-	-
Bačevo -Aleja	0-10	23,1	-	67,7	37,1	0,07	19,1	-	-
Put za Famos	0-10	32,3	-	84,7	43,7	0,07	24,6	-	-

Osim u ukupnim oblicima, određeni broj uzoraka tla je analiziran i u biljkama pristupačnom, fiziološki aktivnom obliku. Dakle, u oblicima teških metala koji se nalaze u koloidnom rastvoru tla i mogućnošću lakog ispiranja u podzemne vode. Tako su uzeti uzorci u području Bačeva, Bare – Stojčevac, Kamenjača, Doglodi, Luke, Azići – Bare, D. Kotorac, Plandište, Dobroševići, Sokolović Kolonija i Butmir. Sadržaj teških metala je ispitan prema metodi Norvell-a i Lindzey-a. Potrebno je istaći da u našoj legislativi ne postoje granične vrijednosti za pristupačne oblike teških metala.

Iz prezentiranih podataka se može zaključiti da:

- pristupačni oblici željeza (Fe) se nalaze uglavnom u granicama srednjih vrijednosti osim na dva lokaliteta u Doglodima gdje su niske vrijednosti. Sa porastom pH vrijednosti tla opada i sadržaj pristupačnog željeza u tlu.
- pristupačni oblici mangana (Mn) se nalaze također u granicama srednjih vrijednosti osim na dva lokaliteta u Doglodima, u Kamenjači i u Plandištu gdje su niske vrijednosti. Vidljivo je iz rezultata da sa porastom kiselosti tla raste i sadržaj pristupačnih količina mangana.
- sadržaj pristupačnih oblika bakra (Cu) i cinka (Zn) se nalazi u potpunosti u granicama srednjih vrijednosti.

- Korelacija između pristupačnosti ovih elemenata i pH vrijednosti tla nije vidljiva mada bi pristupačne forme ovih elemenata trebale biti u padu sa povećanjem kiselosti.
- pristupačni oblici kadmija (Cd) i kobalta (Co) nisu prisutni u tlu ni na jednom ispitivanom lokalitetu.
- pristupačni oblici olova (Pb) imaju niske vrijednosti na lokalitetima Azići – Bare, Doglodi, Bare – Stojčevac, Donji Kotorac, Sokolović kolonija i Butmir. Srednji sadržaji olova su na lokalitetima Luka . Doglodi, Kamenjača, Plandište, Dobroševići i Bačevo. Analiziran je i ukupni oblik ovog elementa i konstatovana je prekogranična vrijednost na lokalitetu Vrelo Bosne.

Zbog specifičnosti lokacije Vrela Bosne, u programu mjera je predložen program ispitivanja kvaliteta tla na ovom području.

Iako je i u uzorku vode na Vrelu Bosne (u granicama dozvoljenog) registrovano prisustvo olova, ne može se na osnovu jednokratnog ispitivanja uspostaviti veza voda-tlo, niti sa sigurnošću tvrditi šta je izvor pojave (antropogeni uticaj ili autohtona pojava).

8.1 PRORAČUN EROZIJE U SLIVU

CORINE program Europske Unije je ustanovljen 1985. godine kako bi pomogao uključivanju okolišne“ dimenzije u politiku EU, osigura optimalnu upotrebu resursa za dobivanje informacija o okolišu i razvijanju metodološke baze potrebne za dobivanje informacija o okolišu usporedivih na nivou Unije. CORINE metoda za procjenu erozije tla (CORINE, 1992; Briggs i Giordano, 1995) bazirana je na značajnom pojednostavljenju Univerzalne Jedinadžbe.

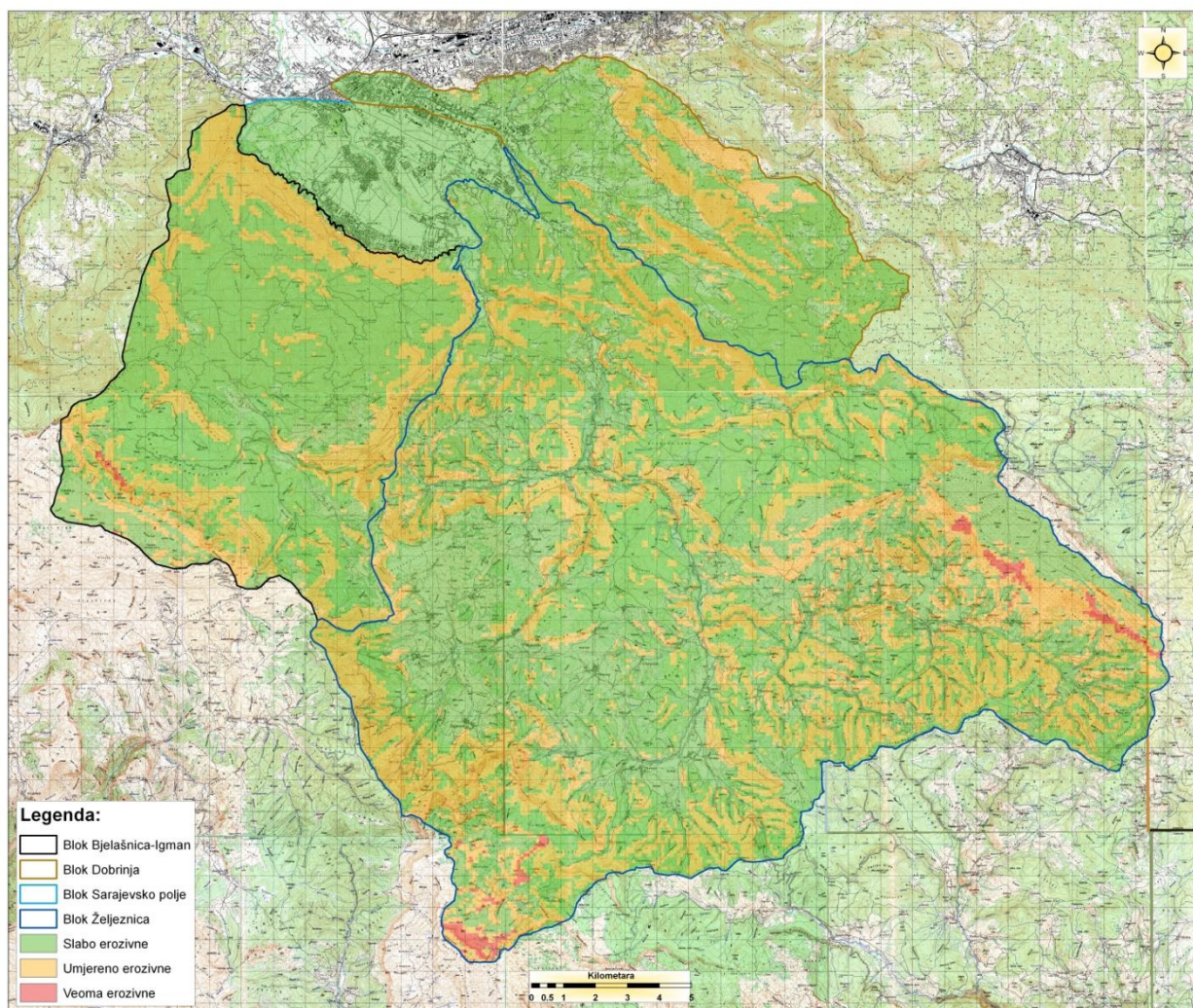
Gubitka Tla, regresionog modela za koji postoji značajna baza podataka prilagođena uslovima u Sjedinjenim Američkim Državama, ali malo sistematskih podataka za Europsko područje.

Procjena rizika erozije po CORINE modelu obavlja se u dva koraka. Prvo se proračunava potencijalni rizik erozije agregacijom indeksa erodibilnosti tla, erodibilnosti uslijed padavina i indeksa pada terena. Potencijalni rizik ukazuje na podložnost terena eroziji. Drugi korak je procjena stvarnog rizika od erozije koji uzima u obzir i indeks korištenja zemljišta. Stvarni rizik od erozije dobije se modificiranjem dobivenog potencijalnog rizika indeksom pokrivenosti zemljišta.

CORINE model podrazumijeva proračun četiri odvojena indeksa koji se zatim kombiniraju za procjenu rizika od erozije:

- Indeks Erodibilnosti Tla – definiran na osnovu tekstone, dubine i kamenog pokrivača tla;
- Indeks Erodibilnosti Uslijed Padavina – proračunat iz modifikovanog Fournier-ovog indeksa;
- Topografija – definiran iz osobina reljefa;
- Indeks Vegetativnog Pokrivača – određen iz karte pokrivenosti/korištenja zemljišta.

Kao prvi korak u procjeni rizika erozije pomoću metode CORINE programa, izvršena je integracija svih potrebnih podataka unutar GIS baze podataka. Produkovane su potrebne slojnice podataka za sve indekse koji ulaze u procjenu i ti indeksi su kombinovani prema ranije opisanim postupcima. Na ovaj način dobivene su karta potencijalnog rizika erozije i karta stvarnih rizika erozije, prema modelu CORINE programa.



Slika 70. Stvarni rizik od erozije

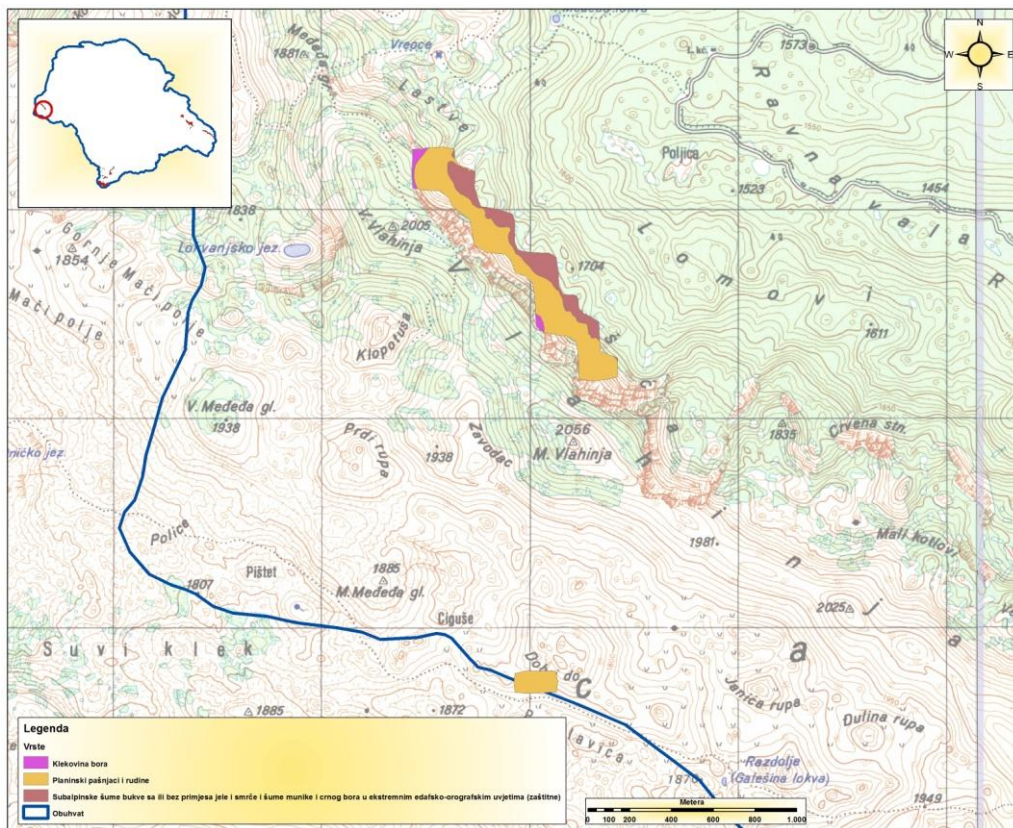
Generalno se može zaključiti da na prostoru Sarajevskog polja i cijelog sliva Dobrinje nema značajnih rizika od pojave erozije. Visok stepen rizika javlja se duž ivica planinskog masiva Bjelašnica – Igman (područje Vlahinje između vrhova Velika Vlahinja i Mala Vlahinja i na području planinskog vrha Dobri do).

U gornjem toku rijeke Željeznice visok stepen rizika je oko vrha „Crne glavica“ (1892 m n.m.) i „Paklenjača“, zatim od vrha „V. Ljeljen“ (1974 m n.m.) do „Sakratova luka“, pa od vrha „Zubovi“ (1793) do Crnog jezera prolazeći između vrhova „Ilijaš“ (1879 m n.m.) i „Velika glavica“ (1662 m n.m.). Jedan dio se proteže od „Ušljiva vrela“ prolazeći između „Pašina planina“ i „Bijelo jezero“ do „Suva Lastva“, „Klekova glavica“ (2000 m n.m.) i „Konjska vrela“.

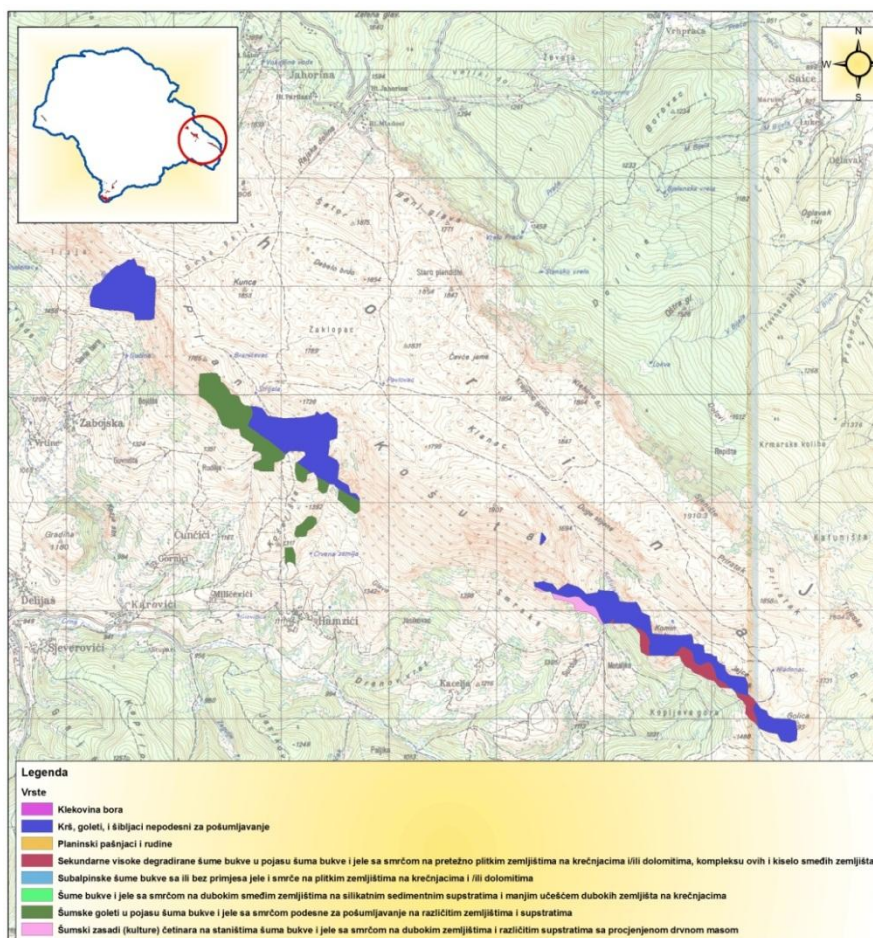
Na jugo-istočnom dijelu su to područja „Godijevac“, zatim područje „Mandra“, i na prostor između „Duge stijene“ i „Smreke“ preko vrha „Komin“ (1661 m n.m.) i vrha „Jajce“ (1687 m n.m.) do vrha Golica (1693 m n.m.).

Tabela 8.1.1. Površine pod visokim stepenom rizika od erozije

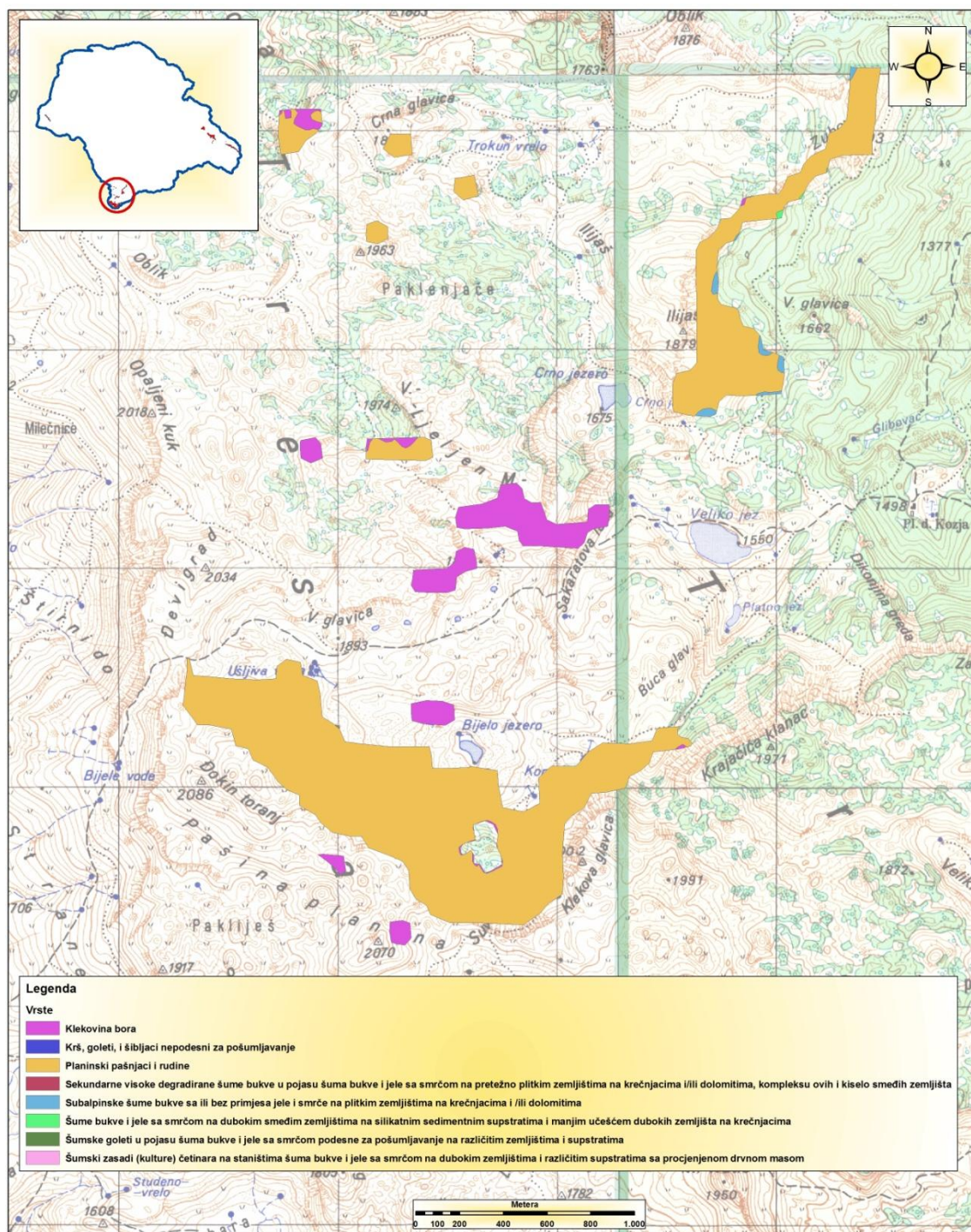
Područje	Površina pod visokim stepenom rizika od erozije (km ²)
Gornji sliv rijeke Željeznice	3,0
Sliv rijeke Dobrinje	0
Bjelašnica-Igman	0,2
Sarajevsko polje	0



Slika 71. Područje visokog stepena rizika od erozije (Bjelašnica-Igman, područje Vlahinje)



Slika 72. Područje visokog stepena rizika od erozije (gornji sliv r. Željeznice)



Slika 73. Područje visokog stepena rizika od erozije (gornji sliv r. Željeznice)

Obzirom na značaj rijeke Željeznice sa aspekta prihranjivanja izvorišta Sokolovići u ovom poglavlju je prikazan kratak pregled aktivnosti na unaprjeđenju stanja rijeke Željeznice na dionici od mosta u Vojkovićima do Ilidže u proteklih 15 godina.

Na dijelu od Ilidže do Vojkovića korito rijeke Željeznice meandrira na širokom prostoru. Promjene morfoloških karakteristika su vrlo brze, tako da se situativni i visinski položaj korita značajno mijenja svake godine. Proces je ubrzan i nekontroliranom eksploatacijom većih količina šljunka i pijeska. Uočen je trend značajnog produbljivanja korita, što utječe na snižavanje nivoa podzemne vode u priobalju, a time i na uvjete za zahvat vode za potrebe vodoopskrbe grada Sarajeva.

U cilju prekidanja ovog negativnog trenda, a u sklopu urbanističkog plana uređenja šireg područja Butmir-Sokolovići, Institut za hidrotehniku građevinskog fakulteta u Sarajevu je septembra 1995. godine izradio Idejno rješenje "Uređenje i održavanje korita rijeke Željeznice u infiltracionoj zoni Sokolovići". Elaborat je usvojila komisija za reviziju u novembru iste godine.

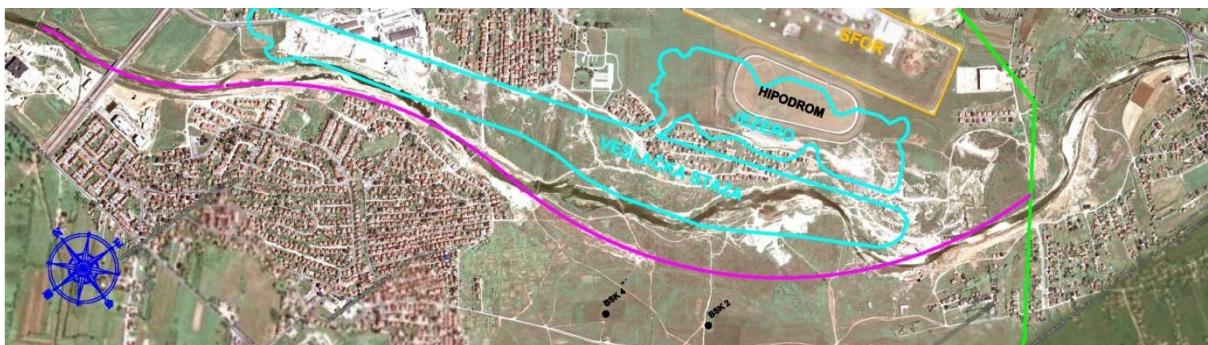
Koncept tehničkog rješenja uređenja korita rijeke Željeznice i šireg priobalnog pojasa je odabran uz osiguranje sljedećih uvjeta:

- prekid trenda smanjenja infiltracije vode iz Željeznice u pravcu izvorišta "Sokolovići", kao i osiguranje uvjeta za povećanje infiltracije u pravcu lokaliteta zahvatnih bunara;
- mogućnost zahvata dodatnih količina vode sa desne obale rijeke Željeznice;
- usklađivanje sa generalnim konceptom uređenja šireg područja;
- zaštitu od zasipanja nanosom i erozije obala i dna korita (stabilnost korita);
- zaštitu priobalnih površina od velikih voda ranga pojave jednom u 100 godina;
- mogućnost za organiziranu i kontroliranu eksploataciju šljunka;
- mogućnost za razvoj sporta i rekreaciju na vodi.

Krajem 1996 god. od Zavoda za planiranje razvoja grada predložene su određene izmjene koncepta uređenja prostora Butmir - Sokolovići koje utječu i na potrebu manje korekcije tehničkih elemenata regulacije korita rijeke Željeznice iz Idejnog rješenja usvojenog 1995. godine.

U sklopu Idejnog projekta Višenamjenskog vodoprivrednog podsistema Crna rijeka (u daljem tekstu VVPCR), 1999. godine, predviđena je i regulacija rijeke Željeznice na području Sokolovića do spoja sa postojećom regulacijom na Ilidži. U skladu sa urbanističkim konceptom i konceptom cjelokupnog Idejnog projekta VVPCR, urađen je Idejni projekat regulacije rijeke Željeznice.

Na narednoj slici prikazan je koncept uređenja šireg prostora priobalja rijeke Željeznice u sklopu projekta VVPCR.



U periodu do danas (decembar, 2009. godina), urađeni su glavni projekti regulacije rijeke Željeznice od mosta „A. Izetbegovića“, pa do „ratnog mosta“ u Sokolovićima, prema kojima su izvedeni regulacioni radovi i upravo se završava dionica neposredno nizvodno od ratnog mosta.



Slika 74. Lijevo (pogled uzvodno), desno (pogled nizvodno) sa mosta „A. Izetbegovića“



Slika 75. Radovi nizvodno od ratnog mosta 2011.



Slika 76. Pogled na ratni most sa uzvodne strane



Slika 77. Pogled uzvodno sa ratnog mosta

Na fotografiji iznad, označen crvenim krugom, prikazan je dio već iskopanog gabarita planiranog reguliranog korita. Iskop je rađen u skladu sa projektom iz 1996. i 1990. i u dužini oko 300 m. Izvođač je bila GIK „Hidrogradnja“.



Slika 78. Prokopana dionica uzvodno od ratnog mosta.

Značaj uređenja korita rijeke Željeznice na ovoj dionici pokazuje i analiza promjene morfologije korita u zadnjih 40-tak godina, a koja je prikazana u narednom poglavlju.

9.1 EKSPLOATACIJA ŠLJUNKA²⁸

Već dugi niz godina, na području Sokolovića vrši se intenzivna eksploatacija šljunka. Posebno intenzivna eksploatacija zabilježena je u periodu 1961. – 1965. g. Tada su procijenjene količine eksploatacije na oko 100.000 m³/godišnje.

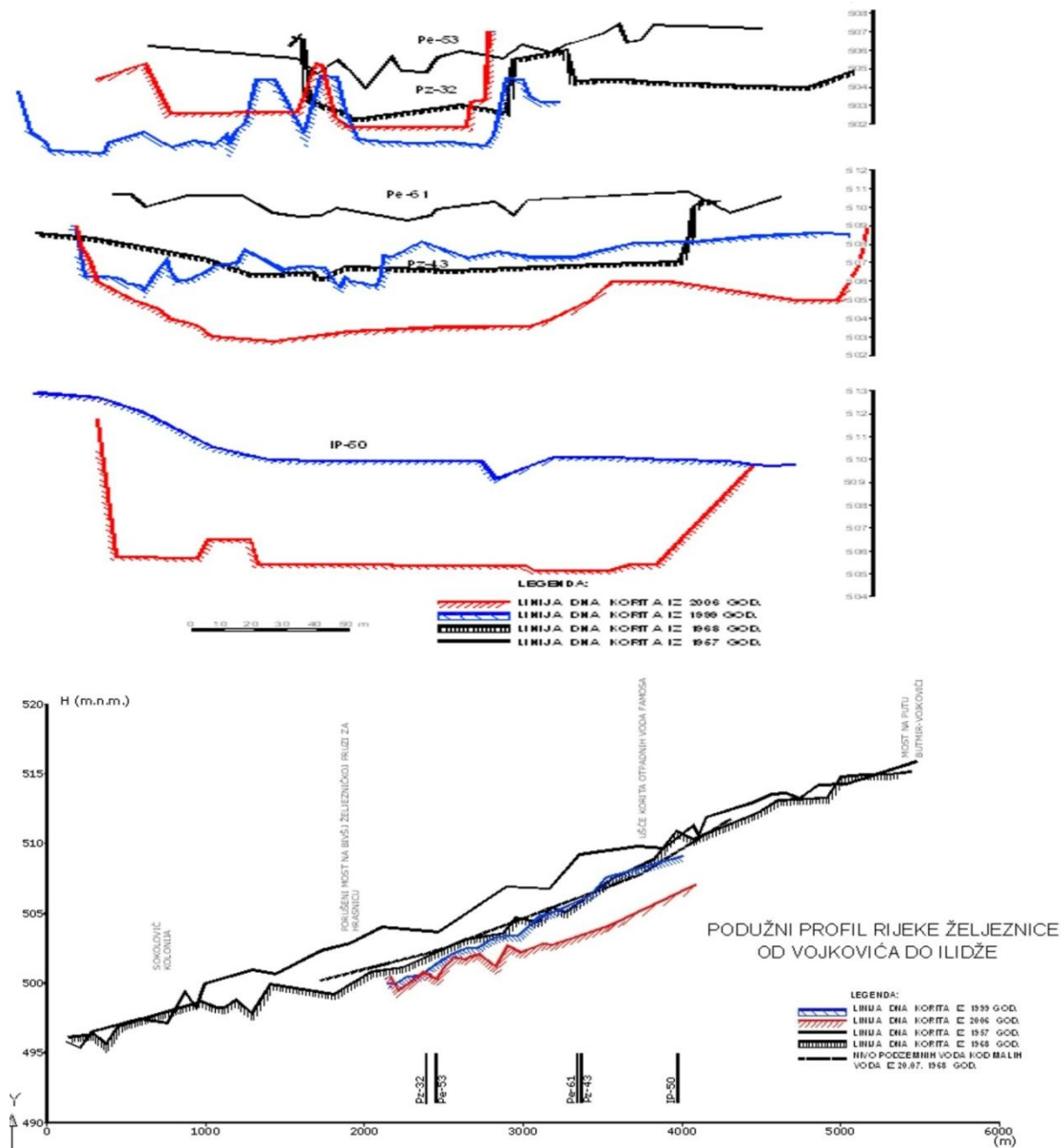
Krajem šezdesetih godina prošlog stoljeća količine eksploatiranog šljunka procjenjivane su na 200.000 m³/godišnje²⁹.

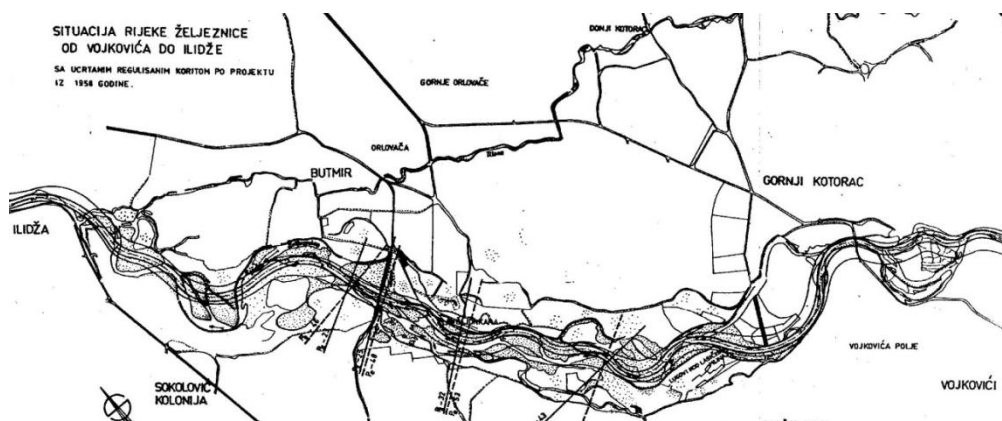
Prema procjenama koje su u tom periodu rađene, ukupna količina šljunka koju rijeka Željeznica transportuje iz sliva do prostora Sokolovića iznosi oko 10.000 m³/godišnje. Preostale količine eksploatirane su na račun raspoloživih statističkih rezervi. Na potezu od 4 km vršio se iskop šljunka u priobalju rijeke, prosječno do dubine 4 m i širine 300 m. Na narednoj slici prikazan je prostorni obuhvat na potezu Sokolovići – Vojkovići na kome se

²⁸ GLAVNI PROJEKT UREĐENJA KORITA RIJEKE ŽELJEZNICE OD NASELJA BUTMIR DO MOSTA U VOJKOVIĆIMA, Institut za hidrotehniku GF u Sarajevu, 2009.

²⁹ (prof. A.Trumić, prof.mr.B.Kurpjel, Zoran Barbalić, dipl.inž.građ. i Aleksandar Ćorović, dipl.inž.građ. « Problemi eksploatacije šljunka u zaštitnom području izvorišta Bačevo – Lužani», publikacija Zavoda za hidrotehniku GF u Sarajevu, juni 1969g.)

vršila a i danas se najvećim dijelom vrši eksploatacija šljunka, sa ucrtanim poprečnim profilima na kojima su praćene morfološke promjene. N donjoj slici usporedno su dati snimljeni profili korita rijeke 1967g. prije početka intenzivne eksploatacije i profili na istim mjestima snimljeni kasnijih godina, gdje se jasno vide efekti prouzrokovani eksploatacijom velikih količina šljunka.





Slika 79. Karta korita rijeke Željeznice na prostoru eksploatacije šljunka sa ucrtanim profilima na kojima su praćene morfološke promjene

U maju 2006. godine, ponovo je izvršeno geodetsko snimanje korita rijeke Željeznice od «ratnog mosta» u Butmiru do entitetske granice.

Kod izbora profila vodilo se računa da se snimanje vrši na približno istim lokalitetima na kojima je izvršeno snimanje i 1968. g. Kako je tokom 1997. i 1999 g. ovaj prostor također vrlo detaljno geodetski sniman, za analizu promjene morfologije korita odabrana su geodetska snimanja obavljena 1999. i 2006 g. u obuhvatu korita rijeke Željeznice prikazanog na gornjoj slici. Utvrđeno je značajno spuštanje nivelete korita ispod zadate kote od 505 m n.m. u profilu bunara BSK – 2, koja je definirana provedenim hidrološkim ispitivanjima.

Utvrđivanje količine eksploatacije u periodu od 1999 – 2006 g. vršeno je analizom geodetskih snimaka korita provedenih u navedenim godinama. Tako je za svaki snimljeni profil u 1999 g. izvršeno ponovno snimanje 2006 g. na osnovu pojavljene razlike u širini i dubini svakog od profila sračunate su površine, a zatim na osnovu razmaka profila dobivene zapremine odnosno količine iskopanog šljunka, da količina šljunka izvađenog iz korita rijeke Željeznice u periodu 1999.-2006. iznosi 543.000 m³, odnosno 77.540 m³/god.

Posljednjih 15-tak godina eksploatacija šljunka daleko je veća od obnavljanja. Cijelo korito od «ratnog mosta» do entitetske granice, u širini od 150 do 200 metara, potpuno je „očišćeno“ od naslaga šljunka, u sloju debljine od 1,5 do 2,0 metara, koji je rijeka odlagala u posljednjih 30-ak godina, a pored toga, korito je i bočno prošireno na nekim mjestima i više od 100 metara.

Procjena pronosa nanosa, odnosno specifičnog pronosa nanosa (koeficijenta spiranja) prezentirani su u narednoj tabeli.

Tabela 9.1.1. Usporedni prikaz procjene pronosa nanosa u slivu rijeke Željeznice različitim metodama

Vodotok	Sliv F(km ²)	Metoda procjene količine nanosa	Nanos (m ³ /god)		Nanos (%)	Koef. spiranja G _{sp} [m ³ /km ² /god]
			Ukupno	Vučeni G _v + 5 % suspendovanog	Vučeni	
Željeznica nizvodno od akumulacije Bogatići	170	Empirijski proračun po metodi prof. Gavrilovića	50 790	5079(+2539 suspendovanog)	15	299
Bijela rijeka	110	Mjerenja nanosa	3130	604	14,9	28,3
Željeznica	345	Analiza promjena morfologije korita od 1999 -2006	-	77 541	-	-

Iz prikazanih rezultata mogu se uočiti značajne razlike kada je u pitanju procjena pronosa nanosa, utvrđena empirijskom metodom u odnosu na rezultate mjerenja u slivu Bijele rijeke. Dosta oskudne količine registrirane mjerenjima mogu biti posljedica nereprezentativnosti hidroloških situacija u kojima su ona vršena, kao i relativno kratak period osmatranja korišten kod uspostavljanja zavisnosti, pronos nanosa – proticaj vode.

Analizirajući dobivene koeficijente spiranja, vidljivo je da je koeficijent dobiven mjerenjem približno 10 puta manji od koeficijenta dobivenog proračunom. Kada se prikazani koeficijenti uspoređuju sa koeficijentima spiranja registriranim u slivu rijeke Bosne onda se rezultat dobiven empirijskim proračunom čini realnijim.

9.2 UTICAJ EKSPLOATACIJE ŠLJUNKA NA PODZEMNE VODE IZVORIŠTA SOKOLOVIĆI

Količina voda iz rijeke Željeznice koja se infiltrira u podzemnu akumulaciju zavisi od niza faktora, odnosno konturnih uslova, od kojih su dominantni sljedeći:

- proticaj u rijeci Željeznici, odnosno hidrološka situacija u kojoj se infiltracija odvija;
- razlika nivoa vode u rijeci Željeznici i vode u podzemnoj akumulaciji (hidraulički gradijent);
- stanje korita rijeke Željeznice u pogledu sposobnosti procjeđivanja vode u podzemlje, odnosno veličine otpora na kontaktu korita rijeke sa zaobaljem.

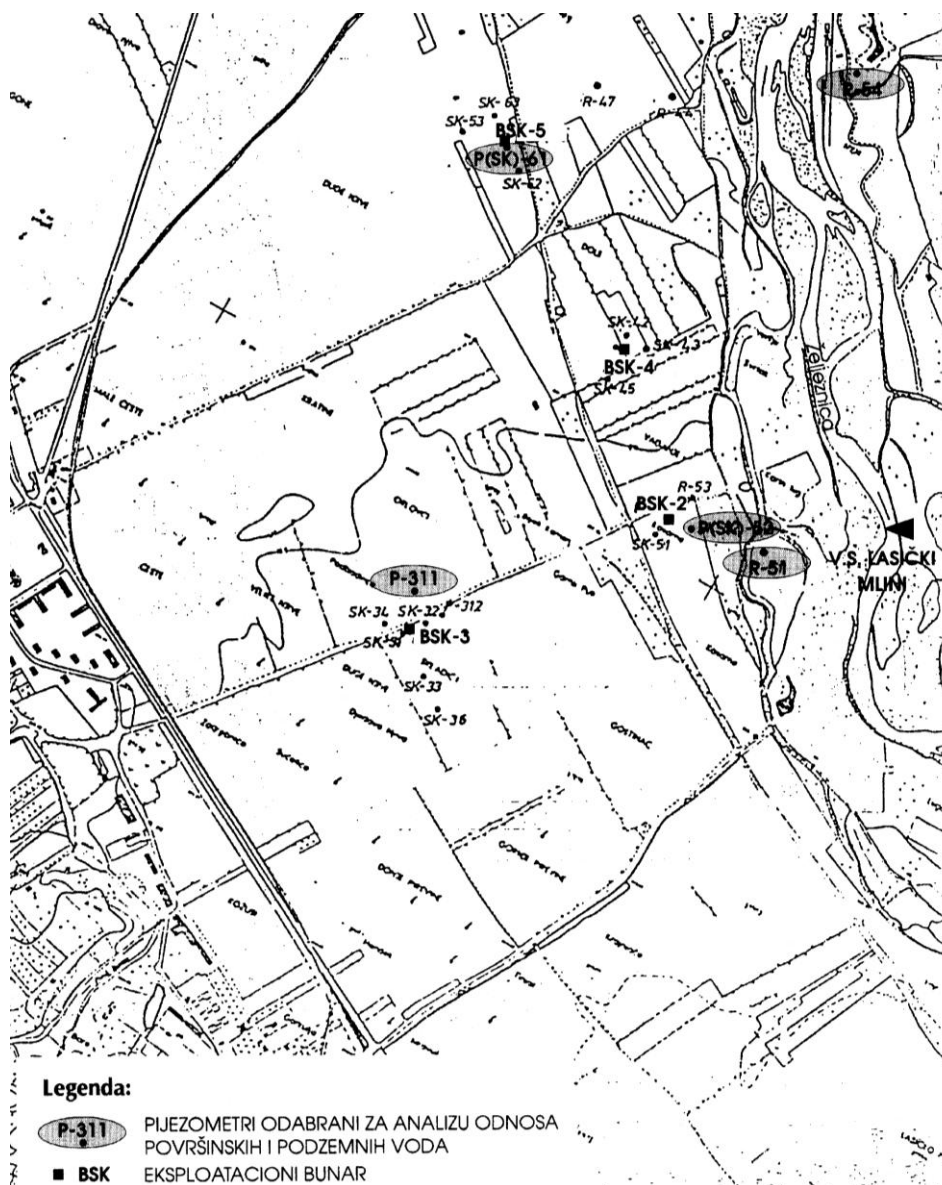
Proticaji rijeke Željeznice u sušnom periodu mogu se povećati izgradnjom akumulacije, kao što je i planirano na Crnoj rijeci i na taj način osigurati odgovarajuće proticaje, čime se stvaraju uslovi za infiltraciju potrebnih količina vode. Uređenjem, odnosno regulacijom korita, može se utjecati na treći konturni uslov. Da bi se mogao analizirati odnos površinskih i podzemnih voda na prostoru izvorišta, potrebno je definirati niveletu korita pri kojoj će se ostvariti maksimalno moguća razlika nivoa vode u rijeci i nivoa u podzemnoj akumulaciji.

U tu svrhu iskorištena su mjerenja koja su kontinuirano vršena od aprila 1997. do aprila 1998. godine (situacije prije puštanja izvorišta Sokolovići u eksploataciju), dok su sa manjim prekidima mjerenja nastavljena i tokom 1999. godine (nakon puštanja izvorišta u eksploataciju).

Osmatranja su obuhvatila mjerenja na mreži pijezometara lociranih neposredno oko bunara na izvorištu Sokolovići (SKB2, SKB3, SKB4 i SKB5), te vodostaje rijeke Željeznice, na profilu Lasički Mlini (profil kod bunara SKB2).

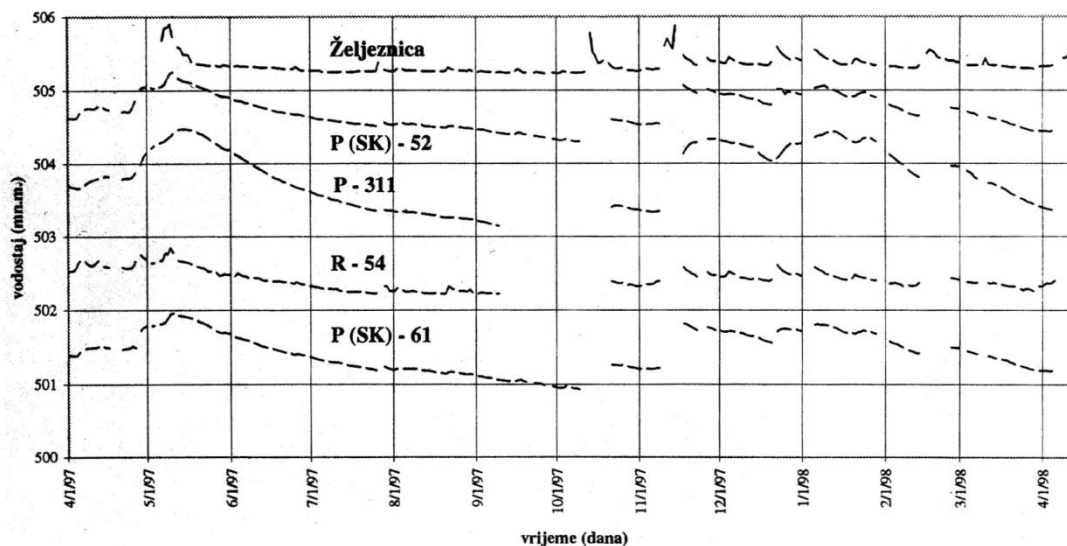
Za analizu odnosa voda rijeke Željeznice i podzemnih voda, od svih osmatranih pijezometara u periodu 1997-1998. godina odabrana su 4 karakteristična i to: P-311, P-61, R-54 i P-52.).

Sa nivograma osmatranih pijezometara jasno je da nivoi podzemne vode u svim pijezometrima identično rastu i opadaju sa nivoima rijeke Željeznice. To potvrđuje konstataciju utvrđenu mjerenjima da rijeka Željeznica značajno učestvuje u prihranjivanju akvifera čiji se nivoi osmatraju ovim pijezometrima. Također je uočljivo da su se nivoi podzemnih voda kretali u rasponu od 1,0 m za pijezometre bliže rijeci Željeznici, do 1,5 m za pijezometar P-311, koji je u odnosu na druge znatno dalji od rijeke. To je najvjerovatnije posljedica značajnog priliva voda iz pravca bloka Igman-Bjelašnica, odakle se pored rijeke Željeznice također vrši prihranjivanje izvorišta Sokolović kolonija.



Slika 80. Situacija izvorišta Sokolovići sa pozicijom pijezometara i eksploatacionih bunara za mjerenja infiltracije tokom 1990-tih godina

Prikupljeni podaci o nivoima podzemnih voda u periodu april 1997. – april 1998. godine iskorišteni su za konstrukciju hidroizohipsi na izvorištu u različitim hidrološkim situacijama. Ove linije predstavljaju izolinije jednakih nivoa podzemnih voda, koje osim toga odražavaju i primarne smjerove tečenja u akviferu. Hidroizohipse su konstruirane za minimalne, srednje i povećane proticaje rijeke Željeznice i prikazane su na narednim slikama.



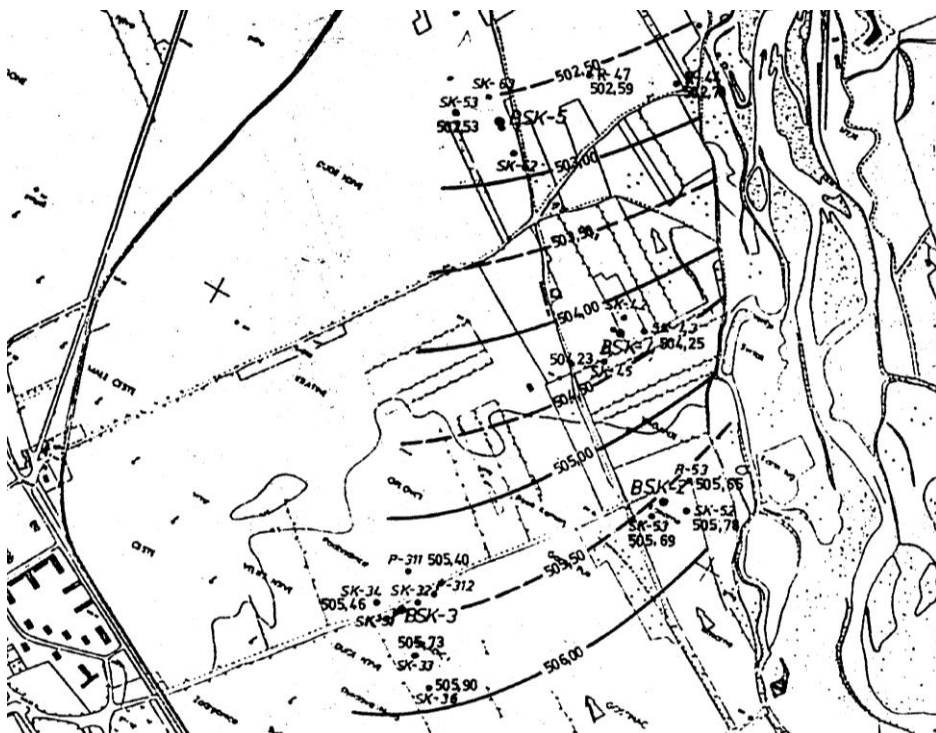
Slika 81. Nivoi podzemnih voda na karakterističnim pijezometrima izvorišta Sokolović kolonija i riječi Željeznici tokom osmatranja u periodu 1996-97. godina

Sa slika je uočljivo da se, a što je bilo i za očekivati, tok podzemne vode odvija paralelno smjeru tečenja rijeke, sa padovima pijezometarske linije, koji se za sve tri analizirane situacije kreću u intervalu od 3,5 do 4 metra.



Slika 82. Potencijalne linije na izvorištu Sokolović kolonija za dan 31.08.1997. godine, $Q_{z.v.s. \text{ ILIDŽA}} = 0,189 \text{ m}^3/\text{s}$

Navedeni rezultati osmatranja nivoa podzemne vode, zajedno sa rezultatima mjerenja infiltriranih količina voda na širem prostoru izvorišta Sokolovići, upućuju na zaključak da kontrolirana eksploatacija šljunka u periodu april 1997. – april 1998. godine nije narušavala infiltraciju voda iz rijeke u podzemnu akumulaciju.



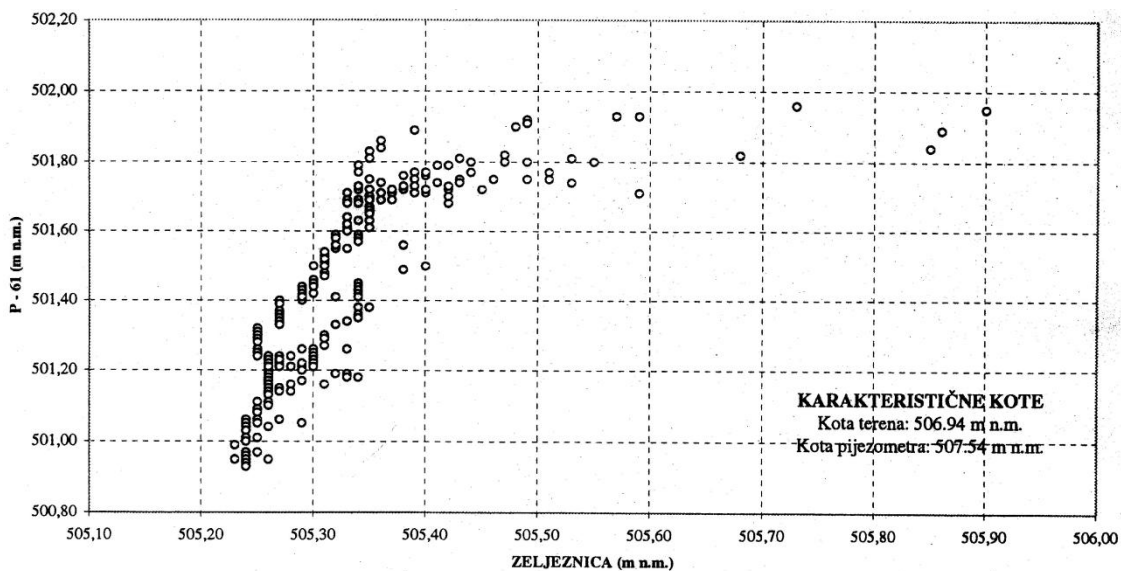
Slika 83. Potencijalne linije na izvišću Sokolović kolonija za dan 06.01.1997. godine, $Q_{Z.V.S. ILIDŽA} = 28 \text{ m}^3/\text{s}$,



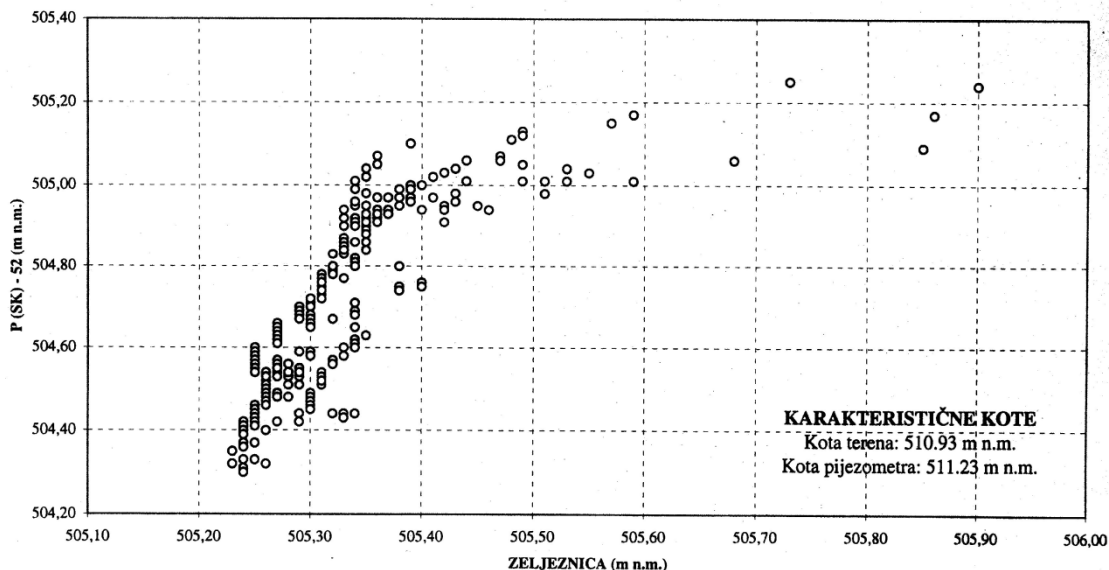
Slika 84. Potencijalne linije na izvišću Sokolović kolonija za dan 02.06.1997. godine, $Q_{Z.V.S. ILIDŽA} = 7,2 \text{ m}^3/\text{s}$

9.3 ANALIZA ODNOSA POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA

Za potrebu definiranja međusobnog odnosa nivoa voda u rijeci Željeznici i nivoa voda podzemne akumulacije, konstruirane su i zavisnosti nivo vode (vodostaj) u rijeci i nivo vode u podzemnoj akumulaciji za sva 4 pijezometra koja su osmatrana u periodu 1997-98. godina (P-61, P-311, P-52 i R-54). Dobiveni odnosi prikazani su grafički.



Slika 85. Zavisnost vodostaja na pijezometru P-61 i vodostaja u rijeci Željeznici za period IV/97 – IV/98 (Situacija prije puštanja izvorišta u pogon)

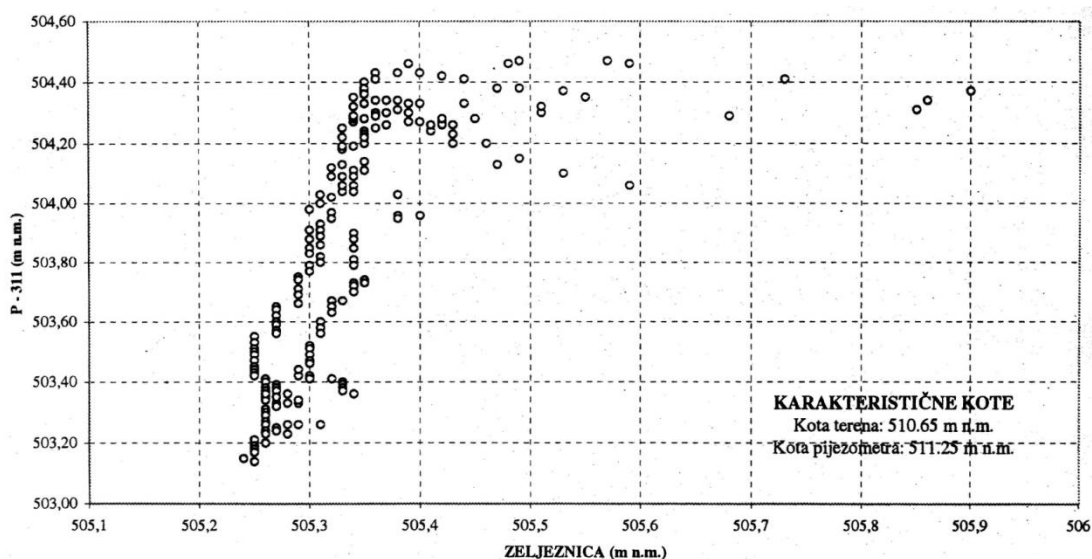


Slika 86. Zavisnost vodostaja na pijezometru P (SK)–52 i vodostaja u rijeci Željeznici za period IV/97 – IV/98 (Situacija prije puštanja izvorišta u pogon)

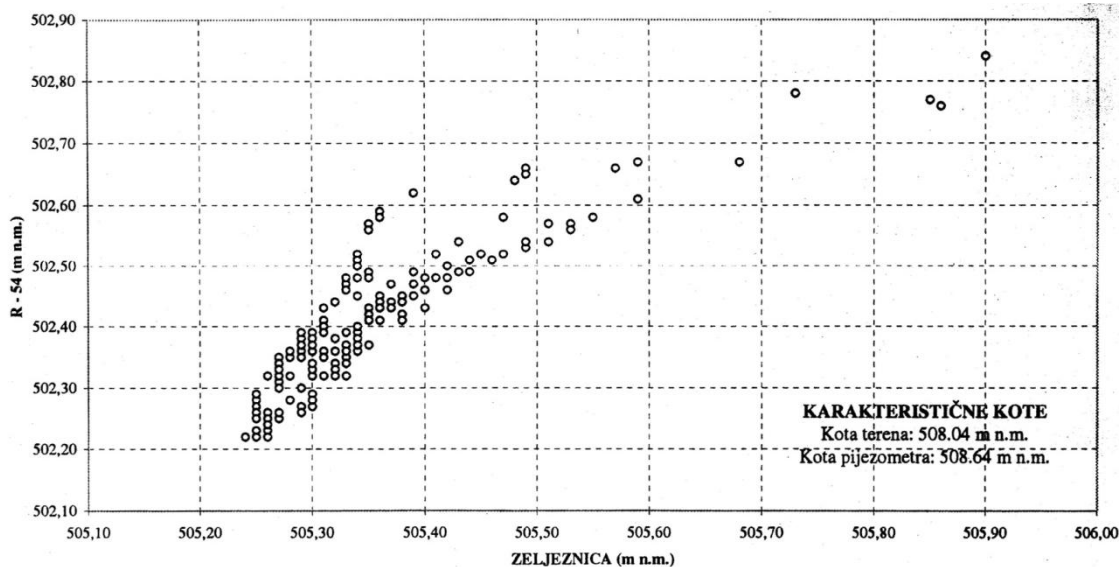
Na osnovu grafički prezentiranih zavisnosti, odnosno definiranih odnosa, moguće je izvesti sljedeće zaključke:

- Postoji jaka zavisnost promjene nivoa vode u podzemnoj akumulaciji od promjene nivoa vode (vodostaja) u rijeci Željeznici;

- Karakteristike dobivenih zavisnosti se ne razlikuju od pijezometra do pijezometra, sa izuzetkom pijezometra R-54, koji se praktično nalazi veoma blizu korita rijeke;
- Za sve uspostavljene zavisnosti mogu se uočiti dvije karakteristične linije odnosa:
 - jedna za vodostaje rijeke Željeznice do vrijednosti 505,40 m.n.m. i
 - druga za veće vodostaje;
- Prva linija zavisnosti za vodostaje rijeke Željeznice do 505,40 m.n.m. je praktično linearna sa odstupanjima koji su rezultat drugih faktora, a koji također utiču na promjenu nivoa vode podzemne akumulacije. Kao primjer može se navesti dotok voda iz pravca Igmana i stepen kolmiranosti korita rijeke;



Slika 87. Zavisnost vodostaja na pijezometru P-311 i vodostaja u rijeci Željeznici za period IV/97 – IV/98 (Situacija prije puštanja izvorišta u pogon)



Slika 88. Zavisnost vodostaja na pijezometru R-54 i vodostaja u rijeci Željeznici za period IV/97 – IV/98 (Situacija prije puštanja izvorišta u pogon)

- Druga linija zavisnosti pokazuje da se za vodostaje rijeke Željeznice iznad 505,40 m.n.m. nivo vode u podzemnoj akumulaciji vrlo malo ili gotovo nikako ne mijenja. Vjerojatno objašnjenje ovakve situacije leži u činjenici da su vodostaji rijeke Željeznice veći od 505,40 m.n.m. odraz hidrološke situacije, odnosno ulaska u vlažni dio godine kada su najvjerojatnije doticaji podzemnih voda u intergranularni akvifer Sokolovići iz pravca planine Igman dominantniji od onih iz pravca rijeke, ili je pak nivo podzemne akumulacije blizak nivou koji se na tom prostoru može maksimalno ostvariti. Za potvrdu ovih navoda neophodan je daleko veći fond podataka prikupljenih kontinuirano u dužem vremenskom periodu. Stoga bi u širem rejonu Sokolovića bilo potrebno uspostaviti kontinuiran i sistematski monitoring podzemnih i površinskih voda.

Rezultati provedene analize ukazuju da je za osiguranje infiltracije iz Željeznice u podzemnu akumulaciju izvorišta Sokolovići, u navedenom obimu, neophodno pridržavati se sljedećih ograničenja:

- Na profilu Lasički Mlini, profil neposredno uzvodno od bunara SKB2 kota dna korita ne smije biti niža od 505,0 m.n.m., tako da bi se pri prosječnim proticajima vode u rijeci Željeznici zadržao isti kapacitet infiltracije koji se ostvarivao u prirodnim uslovima. Navedena kota omogućava da se infiltracija voda u podzemlje, u situacijama kada je to potrebno, odvija u rasponu pojave vodostaja rijeke Željeznice do kote 505,40 m.n.m., odnosno pri vodostajima pri kojima se onda i nivo podzemne akumulacije značajno mijenja.
- Da bi se uslovi za infiltraciju vode rijeke Željeznice u podzemnu akumulaciju na lokalitetu Lasički Mlini zadržali, odnosno ostvarili i na nizvodnim potezima, potrebno je da pad dna korita, što je moguće bolje, prati pad nivoa podzemnih voda u uslovima maksimalne infiltracije. Kako se to ostvaruje u ljetnom periodu, odnosno u periodu malih voda, kada je i moguća razlika između nivoa u rijeci i podzemnoj akumulaciji, to bi pad dna korita trebao da iznosi oko 3‰, koliko iznosi i pad nivoa podzemnih voda na istoj dionici.

9.4 KARAKTERISTIKE REŽIMA PODZEMNIH VODA NA IZVORIŠTU SOKOLOVIĆI NAKON NJEGOVOG UKLJUČIVANJA U EKSPLOATACIJU

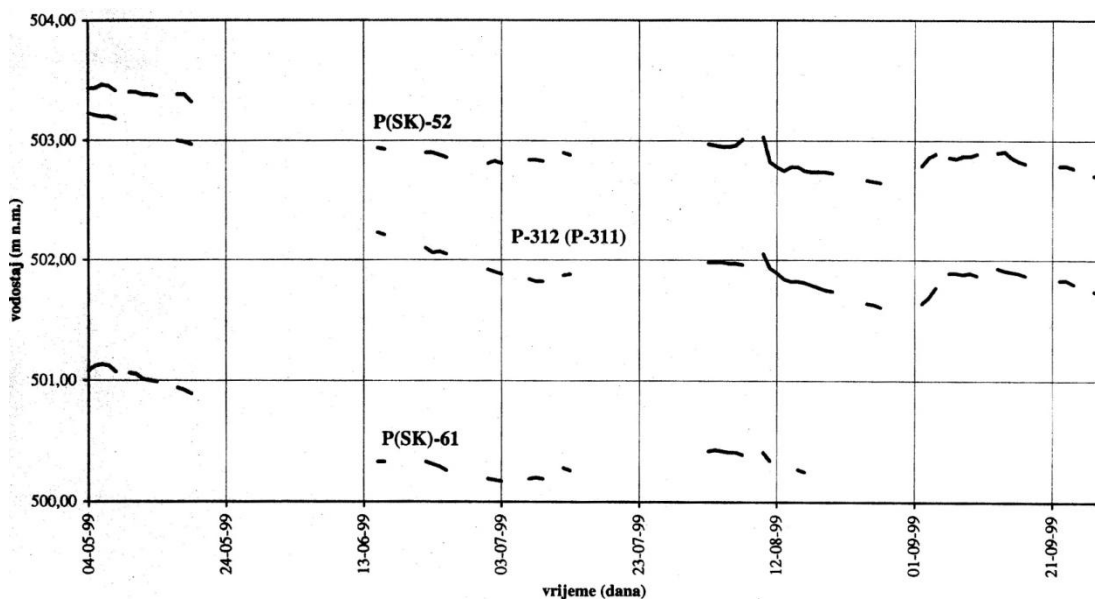
Na osnovu rezultata osmatranja nivoa podzemne vode na izvorištu Sokolovići nakon njegovog puštanja u eksploataciju, za iste pijezometre (P-311, P-52, R-54) dati su dijagrami promjene nivoa u vremenu, koji su prikazani na narednoj slici. Uspoređujući ove nivograme sa onim prije početka eksploatacije, može se reći sljedeće:

- Oscilacije nivoa podzemne vode u oba slučaja prate oscilacije vodostaja rijeke Željeznice.
- Uočava se da nivoi u podzemnoj akumulaciji nakon puštanja izvorišta u eksploataciju, generalno gledano, imaju niže kote. To je posebno izraženo na pijezometrima koji su udaljeniji od rijeke Željeznice i u situacijama minimalnih voda.

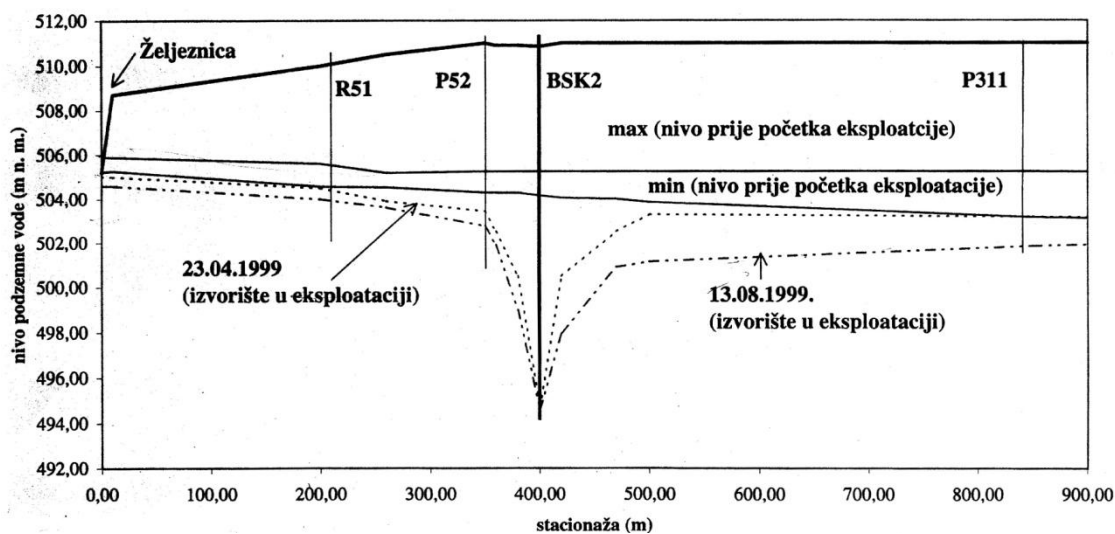
Za ilustraciju hidrodinamičkih odnosa na izvorištu Sokolovići prije i nakon puštanja izvorišta u eksploataciju, korišten je prikaz odnosa nivoa u rijeci Željeznici i podzemnoj akumulaciji. Profil je povučen od rijeke Željeznice preko pijezometara R-51, P-52, zatim bunara BSK-2 i pijezometra P-311. Prikazani su maksimalno i minimalno registrirani nivoi prije, te nivoi registrirani u aprilu i augustu 1999. godine, nakon puštanja izvorišta Sokolovići u eksploataciju.

Vidljivo je da crpljenje vode na izvorištu uzrokuje generalno obaranje nivoa u podzemnoj akumulaciji. Sniženja nivoa podzemne vode očitija su u sušnom periodu i povećavaju se sa udaljavanjem od rijeke Željeznice. To

samo govori da se crpljenjem vode na izvorištu Sokolovići osiguravaju povoljniji uslovi za infiltraciju voda rijeke Željeznice u akvifer.



Slika 89. Nivoi podzemnih voda na karakterističnim pijezometrima izvorišta Sokolovići (Situacija nakon puštanja izvorišta u eksploataciju)



Slika 90. Karakteristični nivoi podzemnih voda na izvorištu Sokolovići

Određivanje ukupnih količina, koje se na godišnjem nivou infiltriraju (zahvataju) iz vodotoka lociranih na rubu izvorišta Sarajevsko polje, za potrebu njegovog prihranjivanja, moguće je odrediti kao razliku količine na ulazu i izlazu iz zone infiltracije. U tom smislu, u nastavku se daje prikaz odnosa proticaja na području prirodne infiltracione zone u koritu rijeke Željeznice, zatim na području prirodne i vještačke infiltracije iz korita rijeke Bosne, na potezu Vrelo Bosne-Plandište i VS Reljevo, kao i stanje u zoni vodotoka VečERICA.

10.1 INFILTRACIJA IZ RIJEKE ŽELJEZNICE

Početna istraživanja prirodne infiltracije izdani iz pravca rijeke Željeznice, izvedena su tokom 1965. do 1966. godine (ZHGF, 1967. godine). Istraživanja su bazirana na mjerenju proticaja rijeke Željeznice na pet stalnih hidrometrijskih profila, i to: Krupac, Vojkovići I (Ž1), Lasički mlini (Ž3), Šljunkara (Ž4) i Ilidža (Ž5). Izvršeno je devet serija mjerenja, uglavnom u malim vodama, na osnovu čega je zaključeno da se u podzemlje infiltriraju znatne količine vode rijeke Željeznice pri svim vodostajima. Za seriju koja je izvedena pri minimalnoj vodi 16.10.1965. godine, utvrđena je specifična infiltracija po pojedinim dionicama, a rezultati su prikazani u nastavku. Ukupna količina infiltrirane vode u ovoj situaciji iznosila je 0,90 m³/s. Najveća infiltracija javlja se na dionici Lasički mlini-Šljunkara (214 l/s/km), dok je infiltracija registrirana i na dionicama Krupac-Vojkovići I i Vojkovići I-Lasički mlini. Na dionici Šljunkara-Ilidža registriran je prirast protoka, odnosno nije utvrđena infiltracija rijeke Željeznice. Generalno, zaključeno je da količina infiltracije ne zavisi samo od proticaja i vodostaja u rijeci Željeznici, već i od nivoa podzemnih voda i količine eksploatacije. Veća eksploatacija na izvorištu utiče na veću infiltraciju, uglavnom zbog pomjeranja granične strujne linije nizvodno prema Ilidži (ZHGF, 1967. godine).

Tabela 10.1.1. Mjerenja proticaja rijeke Željeznice u periodu od 1965. do 1966. godine

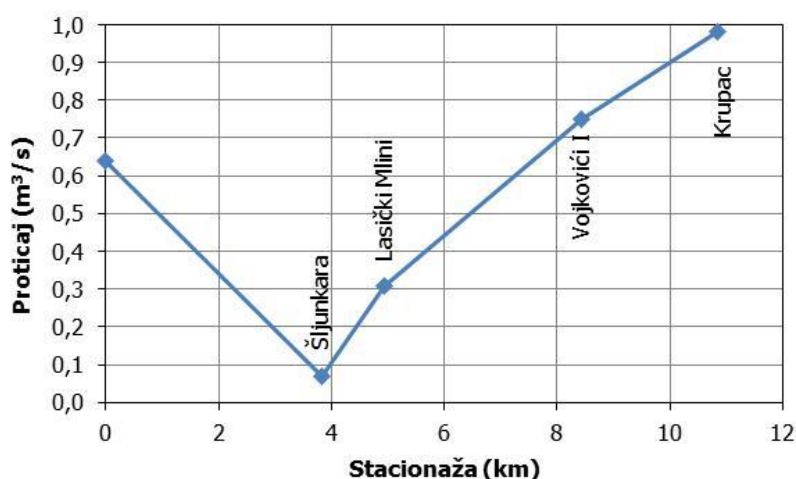
Hidrometrijski profil	Izmjereni proticaji m ³ /s								
	1965. godina							1966. godina	
	13.08.	08.09.	18.09.	16.10.	19.11.	16.12.	23.08.	24.08.	10.10.
KRUPAČKE STUJENE	3,61	2,42	0,85	0,84	-	-	-	-	-
KRUPAC	3,02	2,43	1,00	0,98	9,54	11,0	1,48	2,10	1,30
VOJKOVIĆI I	3,00	2,2	-	0,75	9,55	10,7	1,43	2,58	1,59
LASIČKI MLINI	1,25	0,61	0,47	0,30	-	-	0,87	2,12	2,34
ŠLJUNKARA	0,94	0,42	0,37	0,07	7,40	9,60	0,60	1,82	0,229
ILIDŽA	0,92	0,99	0,81	0,64	10,6	11,1	0,83	2,28	0,693

(Izvor: ZHGF, 1967. godine)

Tabela 10.1.2. Specifična infiltracija iz rijeke Željeznice (mjerenja 16.10.1966. godine)

DIONICA	SPECIFIČNA INFILTRACIJA (l/s/km)
KRUPAČKE STUJENE	-
KRUPAC- VOJKOVIĆI I	96
VOJKOVIĆI I- LASIČKI MLINI	126
LASIČKI MLINI- ŠLJUNKARA	214
ŠLJUNKARA- ILIDŽA	- 149

(Izvor: ZHGF, 1967. godine)

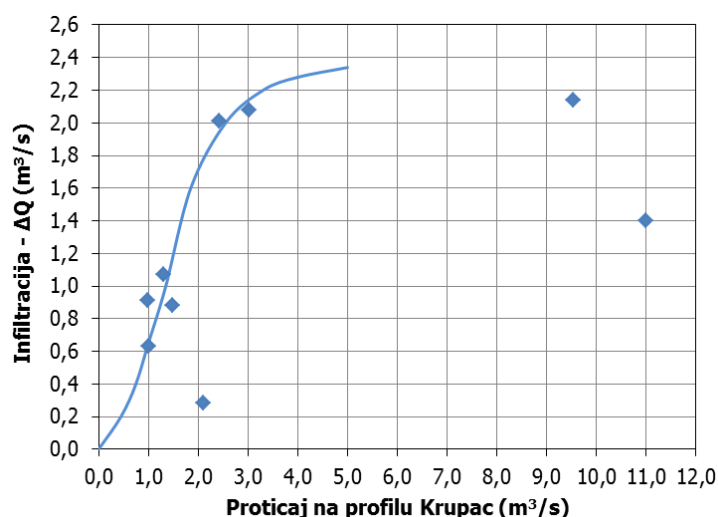


Slika 91. Promjena proticaja duž rijeke Željeznice na dan 16.10.1966. godine

Istraživanjima iz 1965. do 1966. godine, utvrđena je orijentaciona zavisnost količine infiltriranih voda od proticaja u rijeci Željeznici (ZHGF, 1967. godine).

Na narednoj slici je prikazana zavisnost proticaja na profilu Krupac, sa ukupnom infiltracijom na dionici Krupac-Šljunkara (ΔQ). U ovoj analizi nije uzet u obzir dotok vode iz Krupačkog vrela i Potoka, koji u minimumu iznosi oko 50 l/s, dok je prosječni dotok oko 300 l/s (ZHGF, 1967. godine). Slika pokazuje da intenzitet infiltracije zavisi od proticaja na rijeci Željeznici. Pri malim vodama rijeke Željeznice od oko 1,0 m³/s, kakve su registrirane u dva navrata tokom ovog istraživanja, utvrđeno je da se na posmatranoj dionici infiltracija kreće oko 700 l/s. Pri dosezanju proticaja u Željeznici od 5,0 m³/s, infiltracija dostiže vrijednost od oko 2,3 m³/s. Primijećeno je da pri većim proticajima od navedenog, dolazi do stagnacije, a zatim i do opadanja infiltracije.

Tabela 10.1.3



Slika 92. Zavisnost količine infiltracije od proticaja na rijeci Željeznici, na osnovu istraživanja 1965. do 1966. godine

Prethodno navedeni rezultati odnose se na tadašnje stanje geometrije korita rijeke Željeznice. U narednim fazama istraživanja izvorišta izvršen je veći broj mjerenja koja su imala za cilj određivanje infiltracije voda rijeke Željeznice u podzemnu akumulaciju Sarajevskog polja (IHGF, 2006. godine). Mjerenja izvedena na širem prostoru izvorišta Sokolovići, dionica Krupac-Ilidža, koja se odnose na period 1982. do 1988. godine, prikazana su u narednoj tabeli, a na slici pozicije mjernih profila na rijeci Željeznici, na kojima je vršeno mjerenje količina infiltracije, te poziciju intenzivne eksploatacije šljunka.

GODINA	PROSJEČNA MJESEČNA INFILTRIRANA VODA M ³ /S		
	MINIMUM	MAKSIMUM	PROSJEČNO
1982. GODINA	450	1860	970
1983. GODINA	460	2020	950
1984. GODINA	570	2070	1180
1985. GODINA	310	1230	650
1986. GODINA	570	2190	1090
1987. GODINA	740	1510	1040
PROSJEK	515	1810	980

Rezultati mjerenja u periodu 1996. do 1997. godine, U narednoj tabeli se vidi da se infiltracione količine nisu bitno promijenile, jer se prosječna količina kreće od 0,7 do 1,2 m³/s.

Tabela 10.1.5. Pregled izmjerenih količina voda koje se iz rijeke Željeznice infiltriraju u podzemnu akumulaciju na karakterističnim dionicama vodotoka tokom 1996. do 1997. godine

DATUM	INFILTRACIONA KOLIČINA VODE L/S NA DIONICI	
	MINIMUM	PROSJEČNO
15.08.1996.	575	762
31.08.1996.	773	718
10.06.1997.	1170	1216
08.07.1997.	1162	975
05.08.1997.	961	951
07.09.1997.	688	759

Količinu vode rijeke Željeznice, koje se iz ovog vodotoka infiltriraju u akvifer izvorišta Sarajevsko polje, u najnovijem periodu moguće je odrediti korištenjem simultanih mjerenja i osmatranja minimalnih mjesečnih i godišnjih proticaja na VS Krupačke stijene i VS Ilidža, prikupljenih tokom 2006. i 2007. godine. Prosječna infiltracija u malim vodama tih godina iznosila je u prosjeku $1,00 \text{ m}^3/\text{s}$. Ovdje nije moguće analizirati duži period, s obzirom da se na VS Ilidža raspolaže samo sa 3 godine osmatranja, od čega samo 2 paralelno sa VS Krupačke stijene.

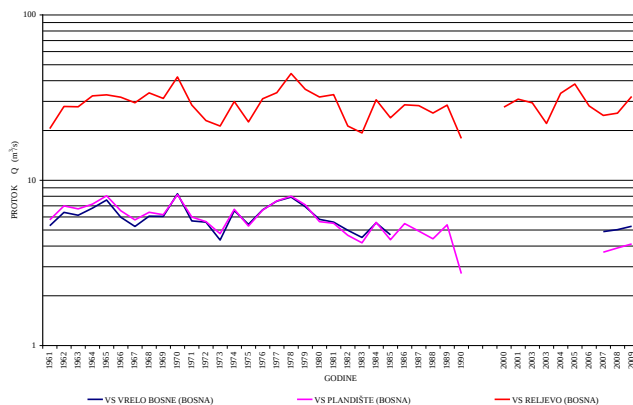
U ekstremno malim vodama, infiltracija iz rijeke Željeznice opadne na količinu od $0,720 \text{ m}^3/\text{s}$ do $0,780 \text{ m}^3/\text{s}$. Ovo je registrirano u augustu i septembru 2007. godine. Međutim, treba istaći da u malim vodama proticaj rijeke Željeznice na profilu Krupačke stijene iznosi u rasponu od $0,792 \text{ m}^3/\text{s}$ do $0,88 \text{ m}^3/\text{s}$, što je registrirano 2003. i 2007. godine, a predstavlja malu vodu ranga pojave između 30 i 50 godina. Radi ilustracije u odnosu na stanje tokom 80-tih godina prošlog vijeka, infiltracija iz rijeke Željeznice, također se kretala u rasponu od 0,6 do preko $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$, prosječno $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$, te se stoga može konstatovati da je u prosjeku infiltracija iz rijeke Željeznice u odnosu na naprijed opisani protekli period iz 80-ih godina, nepromijenjena. Međutim, ipak treba napomenuti da je tokom 1996. godine, u pogon pušteno izvorište Sokolovići, tako da je na tom rubu došlo do izvjesnih hidrodinamičkih promjena u akviferu. Naime, spuštanjem nivoa podzemne vode u neposrednom zaobalju rijeke Željeznice, omogućena je nesmetana i permanentna infiltracija iz vodotoka. Iako su značajnije narušeni odnosi dna korita i nivoa podzemne vode, koji su dok nije postojalo izvorište Sokolovići ponekad omogućavali i eksfiltraciju podzemnih voda u rijeku Željeznicu, formiranje izvorišta Sokolovići donekle je lokalno popravilo stanje. Međutim, s obzirom da su znatno povećane količine eksploatacije prihranjivanja akvifera u ukupnom bilansu, najvjerojatnije je nešto povećano u srednjim i velikim vodama, ali na račun smanjenja proticaja u rubnom vodotoku Željeznice. Važno je naglasiti da nije došlo do povećanja infiltracije iz rijeke Željeznice u malim vodama. Razlog za to je ograničen kapacitet ovog vodotoka u sušnom periodu, kada su skoro sve raspoložive količine koje teku rijekom Željeznicom na VS Krupačke stijene, opadnu i ispod $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$, tako da praktično ne postoji mogućnost povećanja količine infiltracije iz rijeke Željeznice u najkritičnijem sušnom periodu. Pored toga, biološki minimum ovog vodotoka na VS Krupačke stijene, određen preko odnosa sa VS Ilovica iznosi $Q_{95\%} = 1,15 \text{ m}^3/\text{s}$, a proticaji na VS Ilidža, tokom ljeta, spadnu na cca $0,150 \text{ m}^3/\text{s}$. To znači da se skoro čitava količina, koja bi po Zakonu o vodama, trebala da teče rijekom Željeznicom, kao biološki minimum, infiltrira u izvorište. Naravno, ovdje je riječ o prirodnoj infiltraciji, međutim, da nema intenzivne eksploatacije tako velike količine voda, se ne bi infiltrirala iz ovog vodotoka. Navedene konstatacije i činjenice bile su osnova za pokretanje aktivnosti projekta izgradnje akumulacije Crna rijeka, kojom bi se u Željeznici, tokom ljeta, osigurala potrebna količina za infiltraciju i održanje biološkog minimuma. Zbog većih količina zahvatanja iz polja bilans voda u njemu, tokom sušnog perioda, jedva da je moguće održavati, iz tog razloga, manjim dijelom, zahvataju se i statičke rezerve, a sve više i voda iz rubnih vodotoka, što dovodi do već spomenutog, skorog presušivanja rijeke Željeznice na profilu Ilidža, tokom perioda godišnjih minimuma. Slična situacija događa se i na drugom rubnom vodotoku, rijeci Bosni. Stanje režima voda rijeke Bosne i uticaj eksploatacije iz polja na režim ovog vodotoka, prezentira se u nastavku.

Tabela 10.1.6. Pregled minimalnih mjesečnih proticaja rijeke Željeznice na VS Krupačke stijene i VS Ilidža u periodu 2006. do 2007. godine

VS	God. obra de	Minimalni mjesečni proticaji Q(m ³ /s)												Prosječan min.god.	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Krupačke stijene	2006	4,8	3,65	8,3	11,5	6,25	2,9	2,3	1,58	2,05	2,05	2,75	2,03	4,2	3,6
	2007	1,12	5,56	5,2	3,96	2,6	1,8	1,12	0,88	1,01	1,58	6,79	5,2	3,07	
Ilidža	2006	2,39	0,65	2,65	8,98	5,83	2,92	0,526	0,526	0,94	0,42	0,65	1,28	2,31	2,6
	2007	2,65	5,50	5,40	4,11	2,14	1,13	0,329	0,157	0,23	0,62	8,02	4,35	2,9	

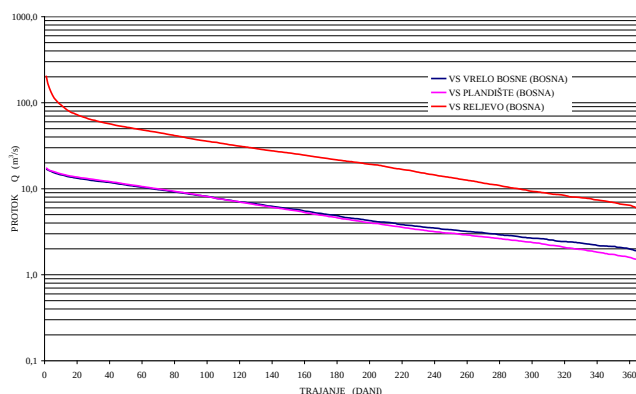
10.2 INFILTRACIJA IZ RIJEKE BOSNE

Režim vodotoka Bosna, na dionici između izvorišta rijeke Bosne (VS Vrelo Bosne) pa do VS Plandište, u posljednjih 40-ak godina, pod permanentnim je uticajem korištenja voda za potrebe vodosnabdijevanja. Ti uticaji posebno značajni postaju tokom 80-tih godina prošlog vijeka, kada se intenzivnije povećava zahvatanje vode iz Sarajevskog polja.

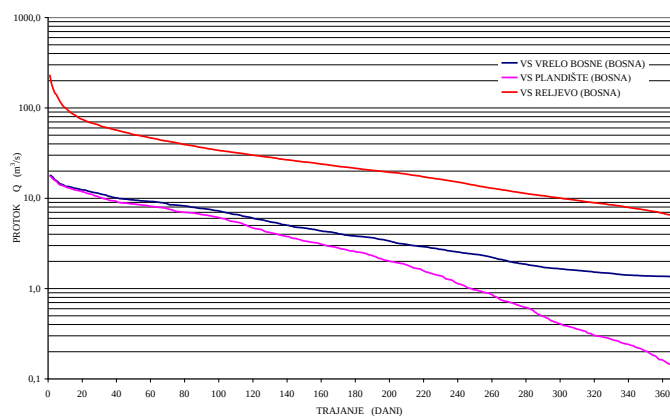


Slika 94. Hidrogram srednjih godišnjih proticaja duž toka rijeke Bosne period 1961. do 1990. i 2000. do 2009. godine

Na narednoj slici su date prosječne linije trajanja proticaja duž toka rijeke Bosne, period obrade 1961. do 1990. godine, a potom i prosječne linije trajanja proticaja duž toka rijeke Bosne, period obrade 2000. do 2009. godine.



Slika 95. Prosječne linije trajanja proticaja duž toka r. Bosne, period obrade 1961. do 1990.g.



Slika 96. Prosječne linije trajanja proticaja duž toka r. Bosne, period obrade 2000. do 2009.g.

Radi ilustracije uticaja povećane eksploatacije voda iz Sarajevskog polja na rijeku Bosnu u raspoloživim periodima osmatranja, narednoj tabeli dat je pregled prosječnih godišnjih proticaja rijeke Bosne.

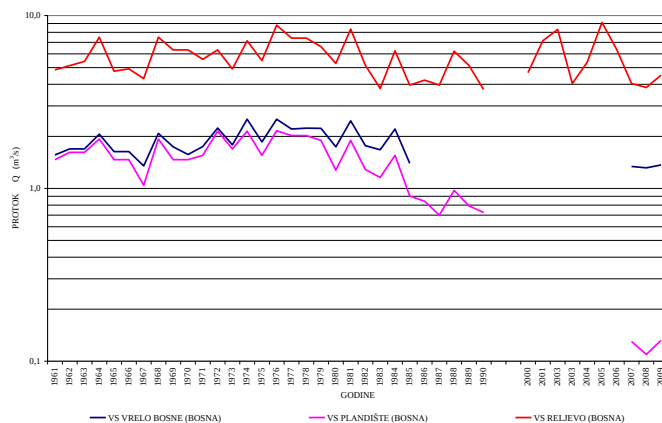
Tabela 10.2.1. Prosječni godišnji proticaji rijeke Bosne na razmatranim profilima za analizirane periode osmatranja

VS	Srednji godišnji proticaji $Q(m^3/s)$ za različite periode					
	$Q_{sr}(m^3/s)$	Period	$Q_{sr}(m^3/s)$	Period	$Q_{sr}(m^3/s)$	Period
Vrelo Bosne	-	1951- 1960.	6,05	1961.- 1985.	5,06	2007. - 2009.
Plandište	7,4	1951- 1960.	5,93	1961.- 1985.	3,89	2007. - 2009.
Reljevo	27,8	1951- 1960.	28,9	1961.- 1985.	29,22	2007. - 2009.

Tabela 10.2.2. Pregled srednjih minimalnih proticaja rijeke Bosne na razmatranim profilima za analizirane periode osmatranja

VS	Srednji minimalni godišnji proticaji $Q(m^3/s)$ za različite periode					
	$min Q_{sr}(m^3/s)$	Period	$min Q_{sr}(m^3/s)$	Period	$min Q_{sr}(m^3/s)$	Period
Vrelo Bosne	-	1951- 1960.	1,90	1961.- 1985.	1,34	2007. - 2009.
Plandište	1,95	1951- 1960.	1,49	1961.- 1985.	0,124	2007. - 2009.
Reljevo	5,9	1951- 1960.	5,8	1961.- 1985.	5,7	2007. - 2009.

Na narednoj slici dat je hidrogram minimalnih godišnjeg proticaja duž toka rijeke Bosne za period 1961-1990. i 2000-2009. godine.



Slika 97. Hidrogram min. god. proticaja duž toka rijeke Bosne period 1961.-1990. i 2000.-2009.g

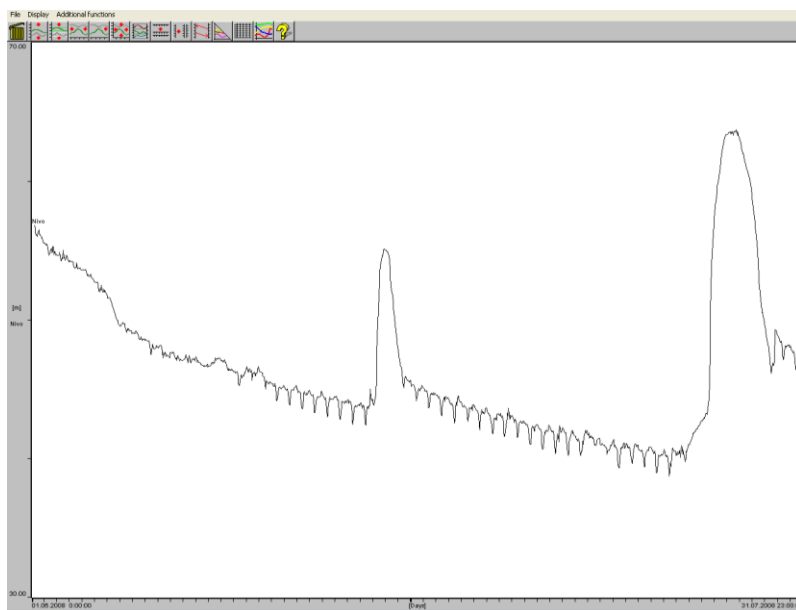
Iz prikazanih rezultata može se uočiti da se značajna promjena srednjih proticaja u različitim periodima događa na rijeci Bosni VS Plandište, odnosno da dolazi do smanjenja proticaja na ovoj VS od 1951. do 2009. godine. Također je vidljivo da su srednji proticaji na VS Plandište u navedenom periodu smanjeni za oko $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Naravno, to ima veze sa crpljenjem vode za potrebe grada, međutim, zasigurno ovako drastična razlika, kada su srednji proticaji u pitanju, može biti posljedica i drugih manje značajnih uticaja (klimatske promjene, različite dužine obrađenih nizova i td.). Međutim, ako se analiziraju srednji proticaji na ostale dvije VS Vrelo Bosne i Reljevo, da se primijetiti da su oni smanjeni za oko $1 \text{ m}^3/\text{s}$ na Vrelu Bosne, dok su na VS Reljevo u neznatnom porastu. Naravno, i u ovom slučaju se radi o podacima dobivenim za različite periode osmatranja. Kao najvjerodostojniji dokaz smanjenja karakterističnih proticaja rijeke Bosne na VS Plandište, moguće je uočiti iz rezultata osmatranja na tri VS, VS Vrelo Bosne, VS Plandište i VS Reljevo, provedenih u posljednjih nekoliko godina, odnosno u periodu od 2007. do 2009. godine. Iz rezultata u prethodnim tabelama, smanjenje proticaja od VS Vrelo Bosne do VS Plandište iznosi preko $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Ako se analiziraju srednji godišnji proticaji u periodu 2007. do 2009. godine, smanjenje proticaja na VS Plandište iznosi: $\Delta Q_{sr} = 1,17 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ako se na isti način analiziraju srednji minimalni proticaji, smanjenje na VS Plandište iznosi:

$$\Delta Q_{minsr} = 1,22 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Drugim riječima, za potrebe vodosnabdijevanja Sarajeva, prosječno godišnje, iz rijeke Bosne, zahvata se količina od $Q \approx 1,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Treba naglasiti da je količina zahvatanja iz rijeke Bosne možda i veća od $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$, obzirom da je u malim vodama na V.S. Vrelo Bosne, zabilježen uticaj crpljenja bunara na dnevne vrijednosti vodostaja u malim vodama.



Slika 98. Promjena vrijednosti dnevnih vodostaja na V.S: Vrelo kao posljedica eksploatacija u Sarajevskom polju

Važno je istaći da se jedan dio te količine, nešto preko 30 % zahvata površinski, prečišćava na uređaju lociranom u neposrednoj blizini vodozahvata i direktno distribuira potrošačima. Ostalih 70 % navedene količine, koristi se za vještačko prihranjivanje akvifera u Sarajevskom polju. Količina od $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$, koja se uzima iz korita rijeke Bosne, značajno ugrožava biološki minimum (EPP-ekološki prihvatljiv proticaj), koji je na VS Vrelo Bosne statistički određen za niz 1961. do 1985. godine, i iznosi $1,61 \text{ m}^3/\text{s}$, odnosno, ako se poštuje EPP, koji je Zakonom definiran kao minimalni srednji mjesečni proticaj 95 % obezbjeđenosti i do donošenja novog Pravilnika on se određuje statistički, za raspoloživi niz osmatranja, onda se iz rijeke Bosne ne bi smjelo zahvatati

ništa kada su njeni proticaji na toj dionici manji ili jednaki EPP. U sadašnjim okolnostima, uticaj izvorišta Sarajevsko polje na EPP rijeke Bosne je ekstremno izražen. Naime, količine zahvatanja iz ovog vodotoka, tokom čitave godine doseže količinu koja iznosi 75 % EPP-a.

10.3 KOLIČINE VODA KOJIMA SE IZVORIŠTE PRIHRANJUJE PORIJEKLOM IZ DRUGIH IZVORA

Pored navedenih količina kojima se izvorište prihranjuje iz vodotoka Bosna i Željeznica, te VečERICA i StojčEVAC, treba naglasiti da se izvorište, istina manjim dijelom, prihranjuje još i iz kraškog zaleđa Igmana i Bjelašnice. Osim toga treba spomenuti i vertikalnu komponentu, direktne infiltracije od padavina, koje padnu neposredno na polje. S tim u vezi može se konstatirati da u ostale moguće izvore prihranjivanja spadaju:

- Vodotok VečERICA,
- Vrelo StojčEVAC,
- Podzemno doticanje direktno u aluvijalne šljunkove iz kraškog masiva,
- Vertikalna infiltracija od padavina.

10.3.1 VODOTOK VEČERICA

Na osnovu rezultata provedenih hidrometrijskih mjerenja na dva profila vodotoka VečERICA, povremeno su registrirane količine infiltracije. Navedena mjerenja uglavnom su se odnosila na podatke prikupljane tokom 1986 g., ali treba naglasiti da su ti podaci registrirani nakon detaljnog čišćenja korita ovog vodotoka. Naime zapaženo je da korito VečERICA vrlo brzo kolmira i ako se ne vrši njegovo sistematsko održavanje, efekti prihranjivanja su veoma oskudni. U periodu kada su vršena navedena mjerenja, zabilježena je maksimalna infiltracija iz r. VečERICA od $0,344 \text{ m}^3/\text{s}$, dok je srednja infiltracija iz ovog vodotoka razmatrane godine iznosila $0,169 \text{ m}^3/\text{s}$, svi navedeni podaci se odnose na uslove očišćenog korita. Kasnijim mjerenjima ustanovljeno je da, ukoliko se korito ne održava, infiltracija voda iz ovog vodotoka se svodi na zanemarivu količinu. Međutim ovdje je važno naglasiti da intenzivna infiltracija iz VečERICA ako se vrši duž cijelog korita do ušća u r. Željeznicu može predstavljati hidrauličku barijeru za vode koje se iz r. Željeznice infiltriraju u izvorište. Važno je istaći da minimalni proticaj VečERICA iznosi svega $0,040 \text{ m}^3/\text{s}$, tako da se radi o skromnoj količini u periodu malih voda. Obzirom na kapacitativnost ovog vodotoka u srednjim i velikim vodama njegovo učešće u održanju ukupnog bilansa ne bi bilo beznačajno.

10.3.2 VRELO STOJČEVAC

Da bi se vodama ovog vrela omogućila infiltracija u akvifer, odnosno osigurala mogućnost doprinosa ukupnom održavanju bilansa voda u Sarajevskom polju, na prostoru male aleje izveden je kanal u vidu slova „U“. Međutim naknadnim mjerenjima ustanovljeno je da vode StojčEVCA veoma malo, ili skoro nikako, ne prihranjuju izvorište. To je posljedica veoma debelih povlatnih glina koje nisu prokopane kad je kanal pravljen.

U sadašnjim okolnostima vode Stojčevca odvedene su do lagune na Konacima, i prema stanju na toj lokaciji veoma je upitno koliki su efekti infiltracije, s obzirom da i u periodu malih voda višak vode iz lagune otiče u r. Bosnu. Stoga se može konstatirati da je učešće voda vrela Stojčevac u ukupnom bilansu voda u polju veoma oskudan. Treba istaći da su minimalne vode Stojčevca procijenjene na svega 0,048 m³/s, a srednje na 0,122 m³/s.

10.3.3 PODZEMNO DOTICANJE IZ KRAŠKOG ZALEĐA

Prihranjivanje akumulacije podzemnih voda u sarajevskom polju koje se vrši iz kraškog zaleđa podzemnim kraškim kanalima predstavlja ulaznu komponentu bilansa voda. Kako tačno nije moguće definirati količine tog doticanja u akvifer ova komponenta bilansa uvijek je označavana nepoznatom veličinom. Vrlo često ovoj komponenti se pripisuje značaj koji ona objektivno nema. Naime, količine voda koje dotiču u intergranularni akvifer mogu biti, i najvjerovatnije jesu, vrlo značajne, u periodu velikih voda. Međutim u sušnom periodu kada se prihranjivanje iz rubnih vodotoka svede na minimum, i doticanje iz zaleđa, postaje neznatno. To se najbolje vidi iz količina crpljenja iz polja i količina kojima se polje prihranjuje tokom sušnog perioda. Za ilustraciju stanja nivoa u podzemnoj akumulaciji (slike „Uspostavljene zavisnosti između proticaja na vodotocima Željeznica v. s. Ilidža te Bosna v.s. Vrelo i Rimski most (Plandište) sa NPV-om na P- 237“) se prezentira odnos proticaja na rubnim vodotocima Bosna i Željeznica i nivoa vode na pijezometru P-237. Iz prezentiranih zavisnosti nivoa i proticaja može se konstatirati sljedeće.

Kada se drastično smanji prihranjivanje iz rubnih vodotoka, zbog eksploatacije iz polja, nivoi na pijezometrima nastavljaju opadati (što se vidi na spomenutim slikama). Ovo na neki način samo ukazuje da je zapravo održanje bilansa najvećim dijelom vezano za prihranjivanje iz površinskih vodotoka. Količine koje direktno dotiču iz kraškog zaleđa, imaju značajan utjecaj samo u velikim vodama, kada bi se zbog povećanih proticaja u rubnim vodotocima, bilans u polju i bez tih količina, vjerovatno mogao održavati.

10.3.4 VERTIKALNA INFILTRACIJA OD PADAVINA

Prihranjivanje izvorišta u ukupnom bilansu vrši se i od padavina koje direktno padnu na polje. Količine koje na ovakav način mogu utjecati na ukupni bilans moguće je sračunati preko površine polja, koja iznosi $F = 18,9 \text{ km}^2$, zatim bruto padavina koje tokom godine padnu direktno na prostor polja $P_{br} = 942 \text{ mm}$, (višegodišnji niz za k.s. Butmir) i koeficijenta oticanja koji je usvojen u iznosu od $n = 0,48$, odnosno dobiven računski sa v.s. Reljevo na r. Bosni. Tako imamo:

$$P_{br} = 942 \text{ mm} \cdot 0,48 = P_{ntt} = 452 \text{ mm}.$$

Ako se u obrazac

$$Q_{v.inf.} = P_{ntt} \cdot F / T$$

Gdje je T-vrijeme od godinu dana, uvrste navedeni podaci za površinu sliva i neto padavine dobivamo količinu koja prosječno godišnje nastaje od padavina direktno na samom polju i ona iznosi :

$$Q_{v. inf.} = 0,294 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sva količina vode koja padne na prostor polja neće se infiltrirati već će se veliki dio tih voda praktično kroz proces evapotranspiracije vratiti ponovo u atmosferu. Za pouzdano kvantificiranje količine evapotranspiracije

neophodna bi bila lizimetrijska mjerenja koja na prostoru polja nisu vršena. Iz tog razloga za okvirno definiranje količine evapotranspiracije korištena je empirijska metoda preko obrasca:

$$E_t = 10 \cdot Q \cdot t \cdot (1 - R/100)$$

Gdje je:

Q - koeficijent obraslosti (0,3 - 1,2);

T - srednja godišnja temperatura zraka koja za Butmir iznosi ($t = 9,1^{\circ}\text{C}$)

R - relativna vlažnost

Koeficijent Q može se odrediti po obrascu:

$$Q = (1 - t/100)$$

Uvrštavanjem vrijednosti u navedeni obrazac dobiva se količina evapotranspiracije od:

$E = 453 \text{ mm}$, odnosno pretvoreno u proticaj $Q_{et} = 0,271 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ovim je zapravo pokazano da je udio prihranjivanja od padavina koje direktno padnu na polje vrlo mali. S jedne strane to je posljedica veoma debelih povlatnih glina, a s druge dosta velike vrijednosti evapotranspiracije. Iz tog razloga ovaj izvor prihranjivanja može se zanemariti.

10.4 EKSPLOATACIONE KOLIČINE VODE

U Sarajevskom polju su 33 bunara u funkciji eksploatacije voda. Na prostoru Stupa su tri bunara.

U narednoj tabeli su prikazani podatci KJKP „Vodovod i kanalizacija“.

izvorište	raspoloživi kapacitet (l/s)	iskorišteni kapacitet (l/s)	tip izvorišta	metoda zahvatanja	Sliv
Bačevo	3978	1806	podzemna akumulacija (29 bunara)	pumpanje	Bosna
Sokolovići	345	239	podzemna akumulacija (4bunara)	pumpanje	Željeznica
Stup	92	76	podzemna akumulacija (3 bunara)	pumpanje	Dobrinja
FP Bosna	400	355	filter postrojenje (tretman otvorenih vodotoka) - tirolski zahvat	pumpanje	Bosna
Vrelo Bosne	20	15,2	vrelo -kaptaža	gravitacija	Bosna

Voda iz bunara AB1, AB2, AB3, AB4, i AB5, se transportuje u pravcu Alipašinog mosta.

Voda zahvaćena u bunarima MB6, MB7, MB8, MB9, MB10, MB11, MB12, MB4, MB5, MB3, MB2, MB1 i M13 se transportuje u pravcu Mojčila.

Liniju Konaci – Bačevo čine bunari KB1, KB2, KB5, KB6, KB7, KB8, KB9, KB3, KB4, KB10.

Voda zahvaćena u bunaru IB1 ide direktno u potrošnju.

Bunari u Sokolovićima su : SKB2, SKB3, SKB4 i SKB5.

U narednom tekstu su prikazane osnovne karakteristike reprezentativnih bunara u području Bačeva, Konaka i Sokolovića.

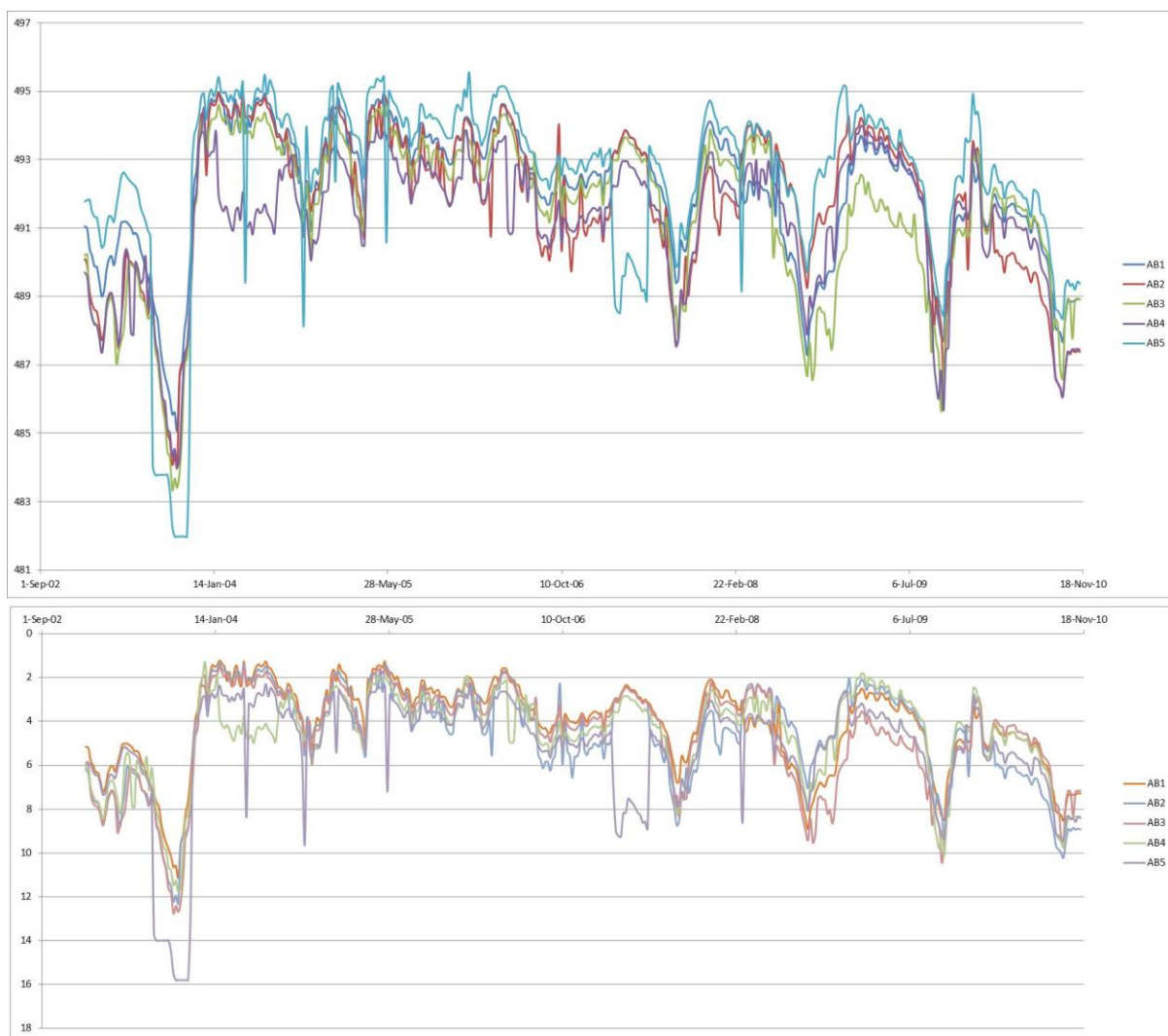
Količine koje se zahvataju se ne mjere na svakom bunaru. Raspolaže se sa podacima o ukupnim zahvaćenim količinama na grupama bunara koji su spojeni na isti transportni vod.

10.4.1 NIVOI VODE U BUNARIMA

Voda iz bunara AB1, AB2, AB3, AB4, i AB5, se transportuje u pravcu Alipašino mosta.

Mjeri se ukupna zahvaćena količina. Nema podataka o zahvaćenim količinama na pojedinim bunarima.

AB1 do AB4 se nalaze na istoj „liniji“ uz aleju, a AB5 uz infiltracioni kanal Bačevo.



Slika 99. Snižavanja nivoa u bunarima AB tokom eksploatacije

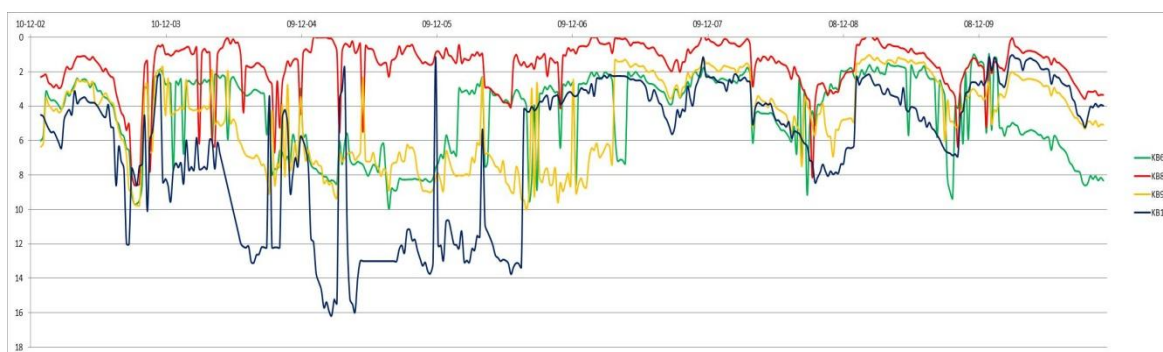
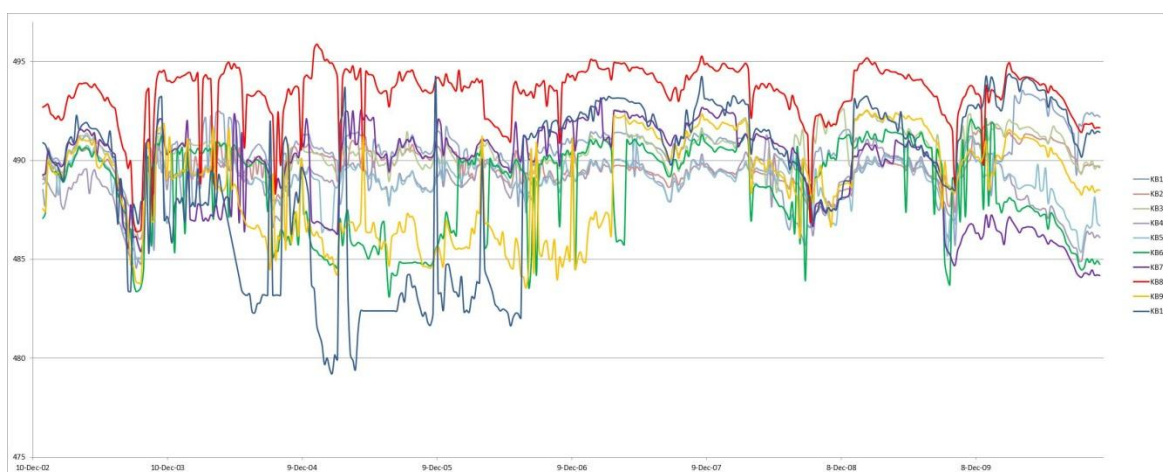
Maksimalna sniženja na ovim bunarima se po pravilu registruju u ljetnim mjesecima, kao što se vidi na gornjim dijagramima gdje su prikazana sniženja u apsolutnim kotama i u odnosu na gornju ivicu cijevi bunara.

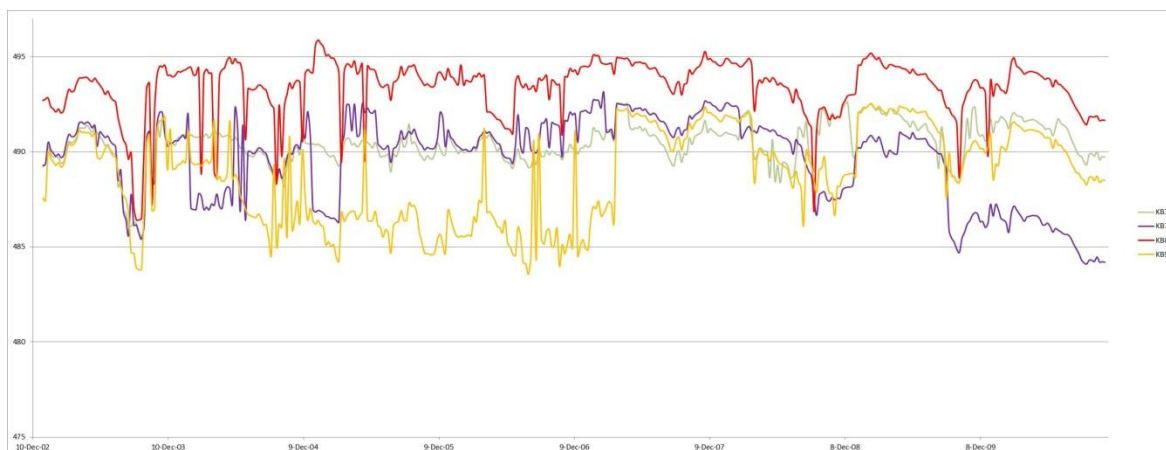
U 2003. godini je izvršena revitalizacija infiltracionih kanala i laguna, što je utjecalo i na smanjenje sniženja nivoa u bunarima.

Linija Konaci – Bačevo, bunari KB1, KB2, KB5, KB6, KB7, KB8, KB9, KB3, KB4, KB10.

Na narednim slikama prikazana su sniženja ovih bunara.

Ovi bunari su najbliže rijeci Bosni i nalaze se oko lagune „Konaci 1“.





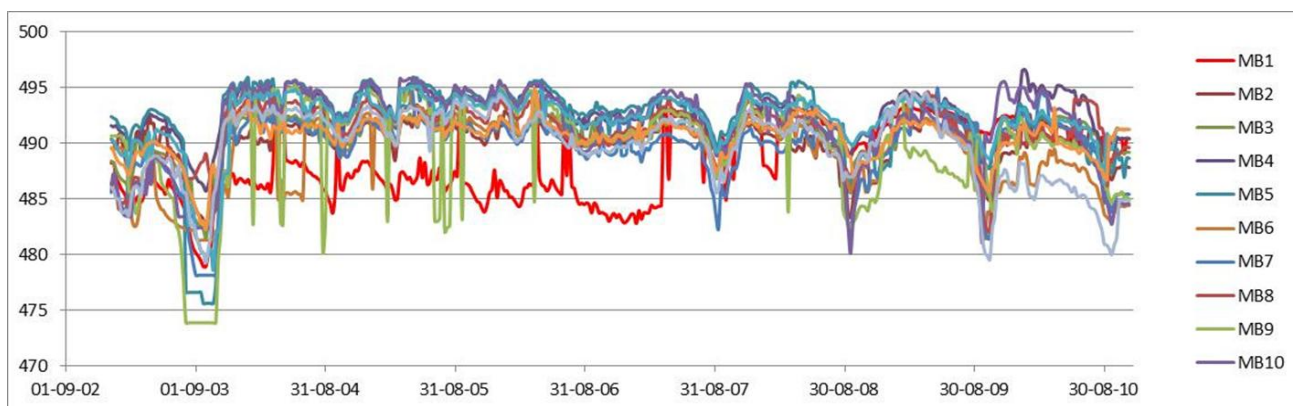
Kod KB bunara registrirana su najveća relativna sniženja u odnosu na dubinu bunara.

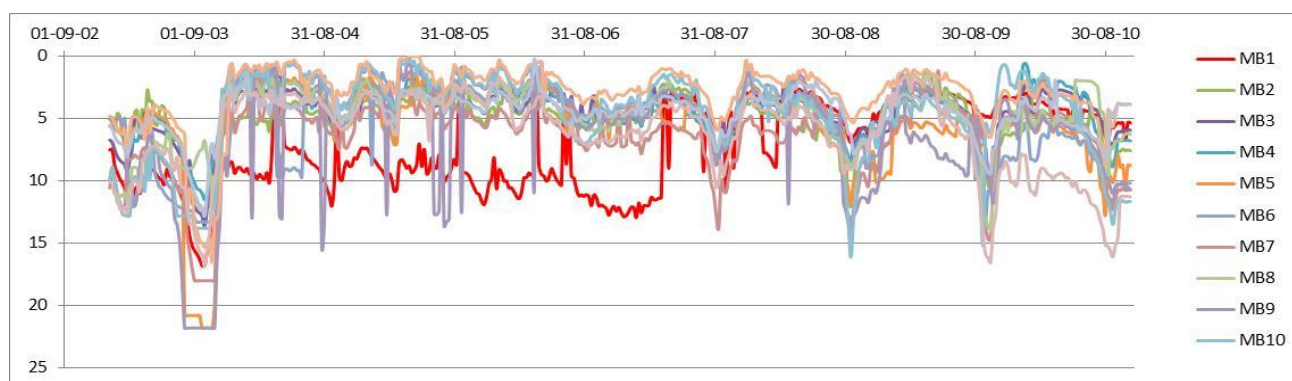


Slika 100. Sniženja nivoa u bunarima KB tokom eksploatacije

Osmotreni nivoi na bunarima: MB1, MB2, MB3, MB4, MB5, MB6, MB7, MB8, MB9, MB10.

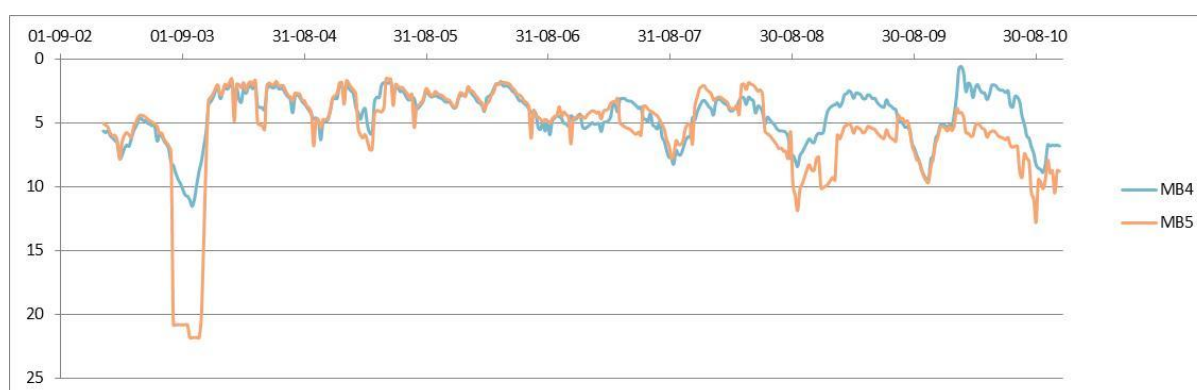
Kao što se može vidjeti na dijagramima, čišćenje i revitalizacija laguna i infiltracionih kanala 2003. godine je imala pozitivan utjecaj na smanjenje sniženja nivoa vode u bunarima.





Slika 101. Sniženja nivoa u bunarima MB tokom eksploatacije

MB1 i MB9 su najudaljeniji od objekata za vještačku infiltraciju tako da su sniženja nivoa kod ovih bunara najveća.



U ljeto 2004. godine izgrađen je infiltracioni kanal Bačevo, dužine 500 m, širine 5 m i prosječne dubine 1,2 m sa ciljem povećanja izdašnosti bunara MB4 i MB5. Ako se pogleda gornji dijagram, sniženja nivoa je u periodu od cca godinu dana bila do pet metara. Može se samo pretpostaviti da je pozitivan utjecaj infiltracije smanjen zbog neredovnog održavanja.

Maksimalna sniženja u periodu 2003.-2010. godina kod većine bunara su registrovana krajem devetog mjeseca 2003. (29.09.2003.)

Ako se maksimalno registrovano sniženje posmatra u odnosu na dubinu bunara, MB1 i MB3 su imali sniženje za oko 60% ukupne dubine bunara, a KB1, KB2, KB5, KB6, KB7 i KB8, preko 70%, što indicira mogućnost da je u "kritičnim", odnosno malovodnim periodima dolazilo do precrpljivanja ovih bunara.

Obzirom da se ne mjere količine zahvaćene vode u pojedinačnim bunarima nije moguće izvoditi konkretne zaključke i preporuke za upravljanje radom bunara.

Zbog toga bi trebalo pripremiti program radova kojim bi se definirala potrebna ispitivanja. Neki bunari kao što su AB1, AB2, AB3 su pušteni u rad prije pedeset godina, a sigurno je da i starost bunara može utjecati na njihov rad.

10.4.2 VJEŠTAČKO PRIHRANJIVANJE

Zbog prekomjerne eksploatacije izvorišne zone Sarajevskog polja, početkom 80-tih godina prošlog vijeka uvelo se vještačko prihranjivanje bunara vodom iz rijeke Bosne.

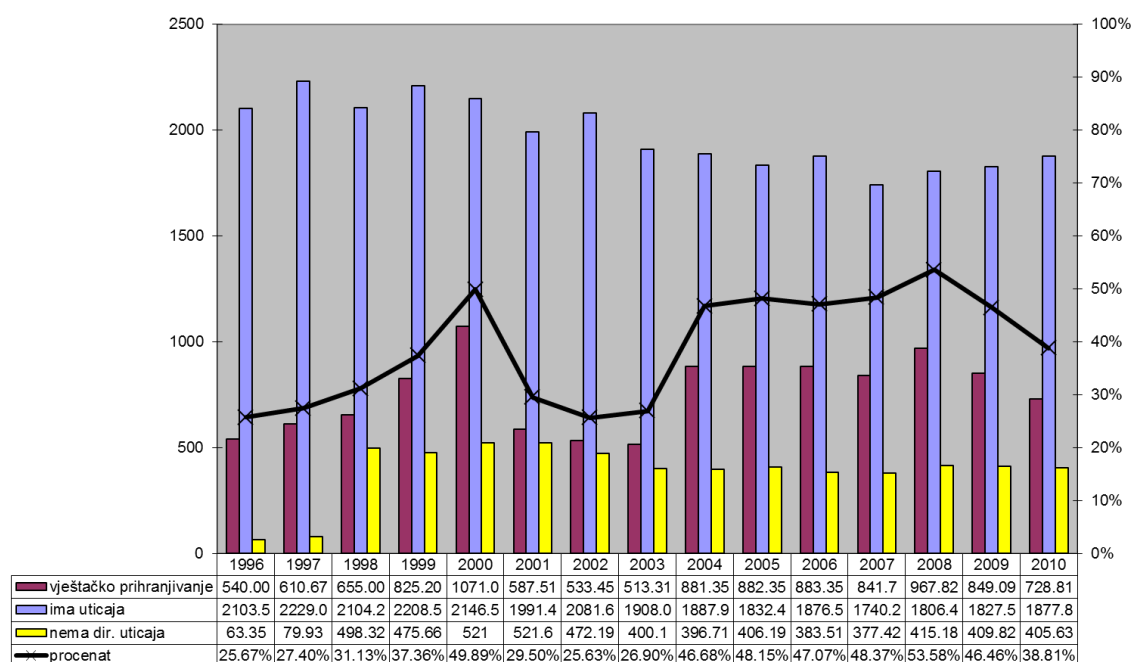
Infiltracioni kanal Konaci 1 ima dimenzije: dužine 800 m i širine 10 m, dubine 3 m. Prema svojoj geometriji, kanal Konaci 1 je trebao obezbijediti infiltraciju od 600 l/s. Zbog kolmacije, nije dao zadovoljavajuće rezultate i iskustva su pokazala da kanal treba čistiti svaka dva mjeseca ljeti, a zimi nešto rjeđe.

Sredinom 1998. pušten je u rad još jedan manji infiltracioni kanal, Konaci 2, uzvodno od linije upojnih bunara na lokalitetu Lužani. Dimenzije kanala: dužina 150 m, širina 3 m i dubina 2 m. Projektovana infiltracija je bila u količini od 250 l/s. Dvije godine nakon puštanja u rad, stvarna infiltracija je iznosila oko 100 l/s, sa nivoom vode u kanalu približno na koti terena. U 2001. godini ovaj kanal je produžen na dužinu od 173 m, u cilju povećanja infiltracije. U ljeto 2003. godine je izvršena revitalizacija dna kanala što je podrazumijevalo skidanje i zamjenu kolmiranog sloja u debljini 30 cm.

Tokom 1987. godine izgrađeno je osam upojnih bunara i to R1, R2, R3 i R4, na lokalitetu Bačevo, i R5, R6, R7 i R8, na lokalitetu Lužani, sa zahvatom "Konaci" na rijeci Bosni i transportnim cjevovodom do obje linije upojnih bunara.

Intenzivna kolmacija infiltracionog kanala Konaci 1, priobalja rijeke Bosne, rijeke Večerice i potoka Stojčevca uvjetovala je potrebu realizacije još tri lagune – infiltraciona objekta (smještenih u blizini upojnih bunara R7, R5 i R1), sa ciljem dobivanja dodatnih 400 l/s. Ove lagune su izvedene u periodu 1993–1995. godina, ali nisu dale očekivane rezultate.

Prvobitne količine koje su se zahvatale iz otvorenog toka rijeke Bosne su se kretale oko 500 l/s, dok u 2000. dostižu kapacitet i do 1150 l/s. Instalirani kapacitet zahvata "Konaci" je 1200 l/s – 1500 l/s. Puštanjem u rad postrojenja za prečišćavanje "FP Bosna" 2002. godine količine za vještačku infiltraciju su umanjene (od 40 l/s – 200 l/s) i za tu godinu iznose 950 l/s. Puštanjem u pogon II faze postrojenja "FP Bosna" (januar 2007.) količine za vještačko prihranjivanje su umanjene za dodatnih 200 l/s.



Slika 102. Vještačko prihranjivanje iz Sarajevskog polja za period 1996–2010. godina

Da bi se poboljšala izdašnost bunara KB10 i IB1, koji su nastali pretvorbom upojnih bunara R7 i R5, 2000. godine je izgrađen novi infiltracioni kanal "Lužani" dužine 300 m, širine 8 m u dnu i dubine 3 m, sa nagibom stranica 1:1,5. Voda za infiltracioni kanal je uzeta iz transportnog cjevovoda sa druge linije upojnih bunara, tačnije ispred upojnog bunara R6, gdje je ugrađen zatvarač kako bi se mogao regulisati dotok u infiltracioni kanal.

U novom infiltracionom kanalu Lužani, koji je postavljen 100 m uzvodno od linije bunara R5, R6 i R7, a približno je toliko udaljen i od linije bunara MB12–MB3, omogućava se održavanje nivoa vode na koti između 493 i 495 m n.m. Ukupna količina vode koja se infiltrira u infiltracioni kanal je 300 l/s, koliko se i planira crpiti na bunarima R5–IB1, R6 i R7–KB10.

U ljeto 2004. godine izgrađen je infiltracioni kanal Bačevo, dužine 500 m, širine 5 m i prosječne dubine 1,2 m. Debljina ugrađenog infiltracionog sloja iznosi cca 40 cm. Voda za ovaj infiltracioni kanal je uzeta sa prve linije upojnih bunara. Cilj je bio da se poveća izdašnost bunara MB4 i MB5.

Na narednom dijagramu mogu se vidjeti podaci o količinama kojima se vrši vještačko prihranjivanje podzemne izdani. Za period 1996–2010. u prosjeku je 760 l/s, uz napomenu da je najveći intenzitet prihranjivanja bio u 2000. (1071 l/s), a najmanji u 2003. (513,31 l/s).

Također, korištenje sistema vještačkog prihranjivanja nije bilo usklađeno sa stvarnim potrebama, stanjem nivoa voda u polju i rijeke Bosne, iz koje se, preko zahvata "Konaci", uzimaju dodatne količine i putem infiltracionih objekata upuštaju u podzemlje.

Periodična čišćenja hidrotehničkih objekata za vještačku infiltraciju trebala bi biti uvjetovana efektima infiltracije (što podrazumijeva mjerenje infiltracionih količina, praćenje nivoa podzemnih i površinskih voda, te analizu kvaliteta vode na ulazu i izlazu iz infiltracionih objekata). Kako se to ne radi, dosadašnja čišćenja su obavljana povremeno i uglavnom su bila iznuđena stanjem zatečenim na terenu³⁰.

Održavanje infiltracionih objekata u pogonskom stanju, sigurno ima pozitivne efekte na održivu eksploataciju postojećih bunara, a naročito u smislu eliminiranja pojava precrpljivanja bunara kao što je registrirano na KB1, KB2, KB5, KB6, KB7 i KB8. Precrpljivanje bunara ubrzava proces njihovog starenja, a samim tim povećava troškove održavanja izvorišta.

³⁰ Knjiga: "Izvorište Sarajevsko polje", Hasija Busuladžić, Sarajevo 2008.

11.1 BILANS VODA U SARAJEVSKOM POLJU

11.1.1 BILANS VODA U SARAJEVSKOM POLJU U USLOVIMA EKSPLOATACIJE U KOLIČINI
 $Q = 2,2 \text{ m}^3/\text{s}$

Da bi se izvršila analiza bilansa voda u eksploatacnoj zoni Sarajevskog polja za 2007. godinu, za koji se raspolaže potrebnim podacima, koristit će se sljedeća jednačba:

$$(Q_b + Q_z + Q_v + Q_s + Q_{Krš} + Q_p) - (Q_{evt} + Q_{exp} + Q_0) = \frac{\Delta w}{\Delta t} \epsilon$$

Gdje je:

Infiltracija iz vodotoka: (Bosna Q_b , Željeznica Q_z , VečERICA Q_v , Stojčevac Q_s)

Prihranjivanje iz podzemne kraške akumulacije masiva Igman i Bjelašnica $Q_{Krš}$

Vertikalna infiltracija od padavina Q_p

Količina eksploatacije iz polja Q_{exp}

Evapotranspiracija iz polja Q_{et}

Podzemni oticaj na prostoru Lužani-Željeznica Q_0

Promjena zapremine podzemne akumulacije $\frac{\Delta w}{\Delta t}$

Efektivna poroznost ϵ

Vrijednosti pojedinih članova bilansne jednačine, koji su definirani analizom režima voda na ulazu i izlazu iz infiltracione zone rijeke Željeznice (Krupačke stijene-Ilidža), te području zahvatanja za vještačko prihranjivanje iz rijeke Bosne između VS Vrelo Bosne i VS Plandište, su sljedeći:

Ukupna količina koja se iz rijeke Bosne infiltrira (prirodno ili vještačko prihranjivanje izvorišta) iznosi:

$$Q_b = Q_{Vrelo Bosne}^{min} - Q_{Plandište}^{min} = 1,22 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Dobivenu količinu iz rijeke Bosne od $1,22 \text{ m}^3/\text{s}$ treba umanjiti za proračun bilansa podzemne akumulacije, s obzirom da se količina od **$0,338 \text{ m}^3/\text{s}$ zahvata direktno iz rijeke Bosne**, pročišćava i nakon toga distribuira u grad, odnosno ova količina se ne upotrebljava za vještačko prihranjivanje podzemne akumulacije. Na osnovu toga, može se konstatovati da se komponenta bilansa, uslovno nazvana infiltracija iz rijeke Bosne, dobiva kao:

$$Q_b = Q_{Vrelo Bosne}^{min} - Q_{Plandište}^{min} - Q_{filter stanica}, \text{ odnosno,}$$

$$Q_b = 1,34 - 0,124 - 0,338 = 0,878 \text{ m}^3/\text{s}$$

Količina infiltracije iz rijeke Željeznice, definirana je kao razlika minimalnih srednjih godišnjih proticaja u 2006. i 2007. godini, na potezu VS Krupačke stijene i VS Ilidža.

$$Q_{\text{Željeznica}} = Q_{Krupačke stijene}^{min} - Q_{Ilidža}^{min} = 3,6 - 2,6 = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$$

Treba naglasiti da se na potezu Sokolovići-Ilidža ulijeva VečERICA, čije su minimalne vode, ranijim osmatranjima, procijenjene na količinu od $Q_{\text{VečERICA}} = 0,040 \text{ m}^3/\text{s}$. Kako je infiltracija iz VečERICE uvjetima neodrživog korita minimalno, to se može reći da je za tu količinu veća i ukupna infiltracija iz rijeke Željeznice, s obzirom da dobivenoj razlici proticaja, između VS Krupačke stijene i VS Ilidža treba dodati minimalno proticaj rijeke VečERICA, koja se ulijeva uzvodno od VS Ilidža, pa tako imamo:

$$Q_{\text{Željeznica}} = Q_{\text{Krupačke stijene}}^{\min} + Q_{\text{VečERICA}}^{\min} - Q_{\text{Ilidža}} = 3,6 + 0,04 - 2,6 = 1,04 \text{ m}^3/\text{s}$$

Infiltracija iz VečERICE je vrlo oskudna kada se njeno korito redovno ne čisti. U ovom slučaju usvojeno je da se infiltracija iz VečERICE, kao ni iz Stojčevca ne vrši, odnosno da je $Q_v = \emptyset$ i $Q_s = \emptyset$

Infiltracija iz infiltracionih objekata u Konacima, s obzirom da nema pojedinačnih podataka za infiltraciju iz kanala, niti za infiltraciju preko upojnih bunara, usvaja se kao ukupna infiltracija iz rijeke Bosne, bilo da je u pitanju prirodno ili vještačko prihranjivanje. Količine prihranjivanja iz rijeke Bosne su već naprijed određene i iznose: $Q_b = 0,878 \text{ m}^3/\text{s}$

Vrijednost članova bilansne jednačine, definirane na osnovu raspoloživih podataka za 2007. godinu su:

- Količina eksploatacije samo iz podzemne akumulacije $Q_{\text{exp}} = 2,02 \text{ m}^3/\text{s}$
- Prihranjivanje iz rijeke Bosne $Q_b = 0,878 \text{ m}^3/\text{s}$
- Prihranjivanje iz rijeke Željeznice $Q_z = 1,04 \text{ m}^3/\text{s}$
- Prihranjivanje iz rijeke VečERICE $Q_v = \emptyset \text{ m}^3/\text{s}$
- Prihranjivanje iz Stojčevca $Q_s = \emptyset \text{ m}^3/\text{s}$
- Vertikalna infiltracija od padavina $Q_p = \emptyset \text{ m}^3/\text{s}$
- Uvrštavanjem u početnu bilansnu jednadžbu, dobivamo:

$$(Q_b + Q_z + Q_v + Q_s + Q_{\text{Krš}} + Q_p) - (Q_{\text{evt}} + Q_{\text{exp}} + Q_0) = \frac{\Delta w}{\Delta t} \varepsilon$$

$$(0,878 + 1,04 + \emptyset + \emptyset + Q_{\text{Krš}} + Q_p) - (Q_{\text{evt}} + 2,02 + Q_0) = \frac{\Delta w}{\Delta t} \varepsilon$$

Naprijed je pokazano da su vrijednosti vertikalne infiltracije od padavina i evapotranspiracije približno iste vrijednosti, te da se mogu zanemariti u proračunu bilanca iz čega se može zaključiti da je $Q_p = 0$. Na kraju, kada se svi poznati parametri uvrste u bilansnu jednadžbu, dobivamo:

$$(0,878 + 1,04 + Q_{\text{Krš}}) - (2,02 + Q_0) = \frac{\Delta w}{\Delta t} \varepsilon$$

$$1,918 + Q_{\text{Krš}} - 2,02 + Q_0 = \frac{\Delta w}{\Delta t} \varepsilon$$

$$Q_{\text{Krš}} - Q_0 - \frac{\Delta w}{\Delta t} \varepsilon = 0,102 \text{ m}^3/\text{s}$$

Razlika između eksploatacionih i infiltriranih količina iznosi $0,102 \text{ m}^3/\text{s}$ u korist eksploatacije, odnosno poznate količine prihranjivanja manje su od eksploatacije, međutim, tu spadaju i količine voda koje nisu definirane i predstavljaju:

$Q_{\text{Krš}}$ – prihranjivanje iz podzemne kraške akumulacije

Q_0 – podzemno oticanje na potezu Lužani-Željeznica

$\frac{\Delta w}{\Delta t}$ - promjena zapremine voda u podzemnoj akumulaciji

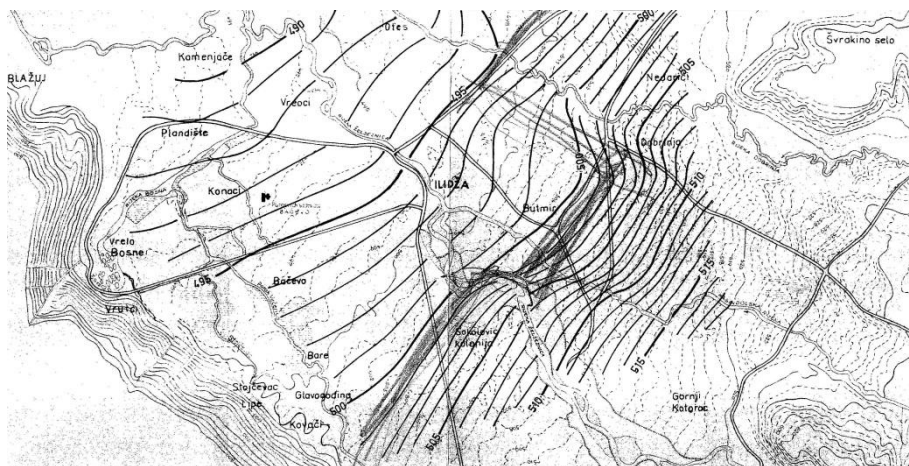
Efektivna poroznost ε .

11.2 NIVOI PODZEMNIH VODA NA IZVORIŠTU

11.2.1 HISTORIJSKI PREGLED 1955.-1969. GODINA

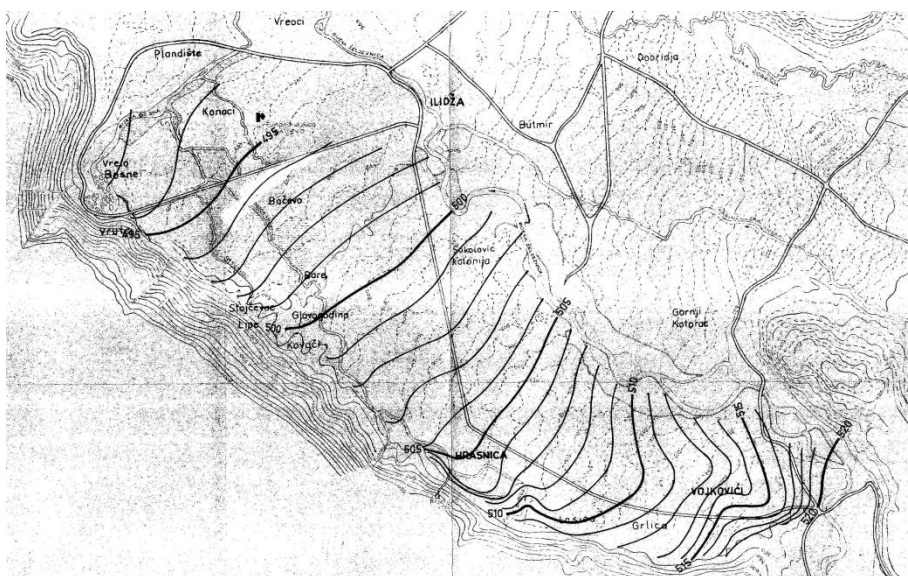
Na području Sarajevskog polja u zadnjih šezdesetak godina vršeni su opsežni istražni radovi. Tom prilikom izrađen je veliki broj bunara i pijezometara, pri čemu su registrovani nivoi podzemnih voda, te konstruirane hidroizohipse kako za početno stanje, tako i za stanje pri crpljenju na bunarima.

Na sljedećim slikama su prikazane hidroizohipse minimalnog, srednjeg i maksimalnog nivoa podzemne vode u sarajevskom polju za različite periode istraživanja.

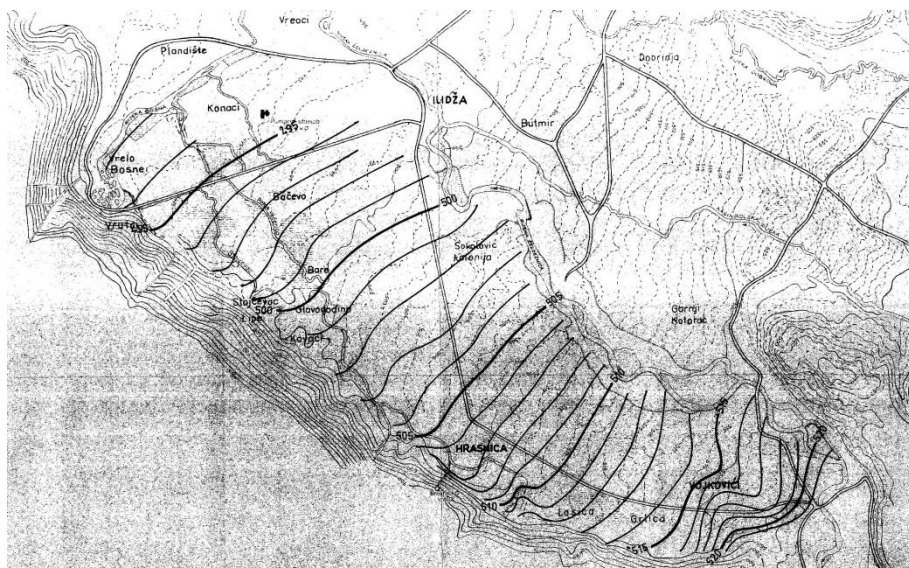




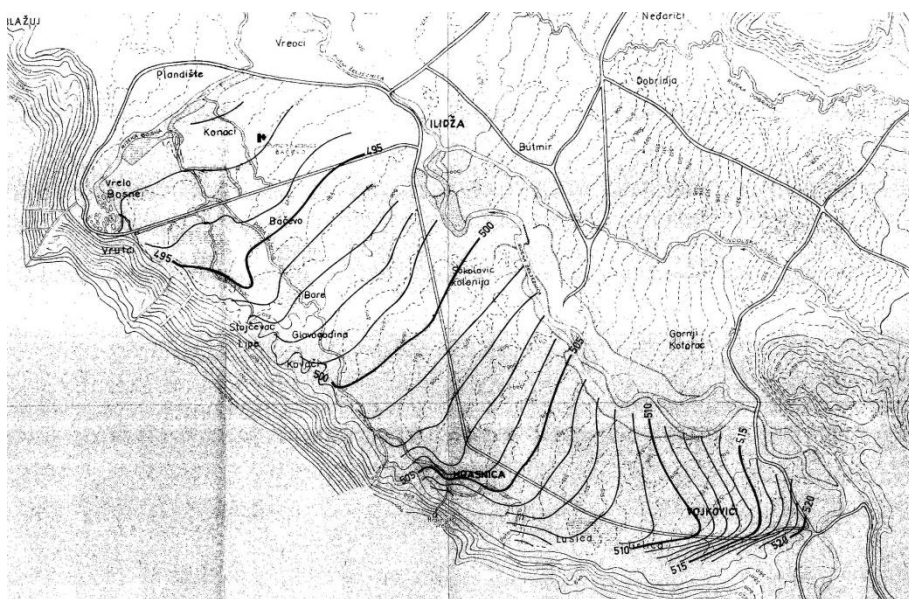
Slika 105.. Hidroizohipse minimalnog nivoa podzemne vode u Sarajevskom polju na prostoru Bačevo – Vojkovići za period 1960 – 1962 godine (ZHGF, 1971)



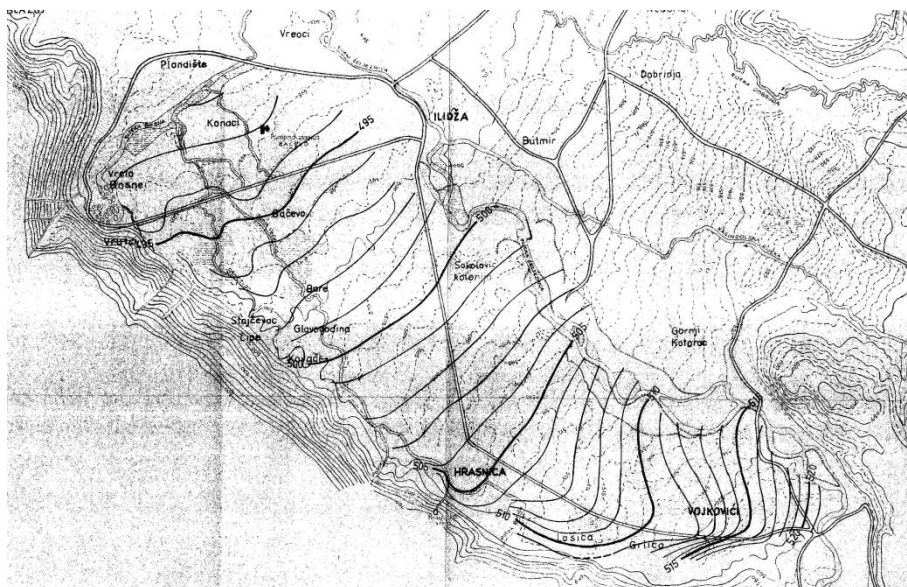
Slika 106. Hidroizohipse prosječnog nivoa podzemne vode u Sarajevskom polju na prostoru Bačevo – Vojkovići za period 1960 – 1962 godine (ZHGF, 1971)



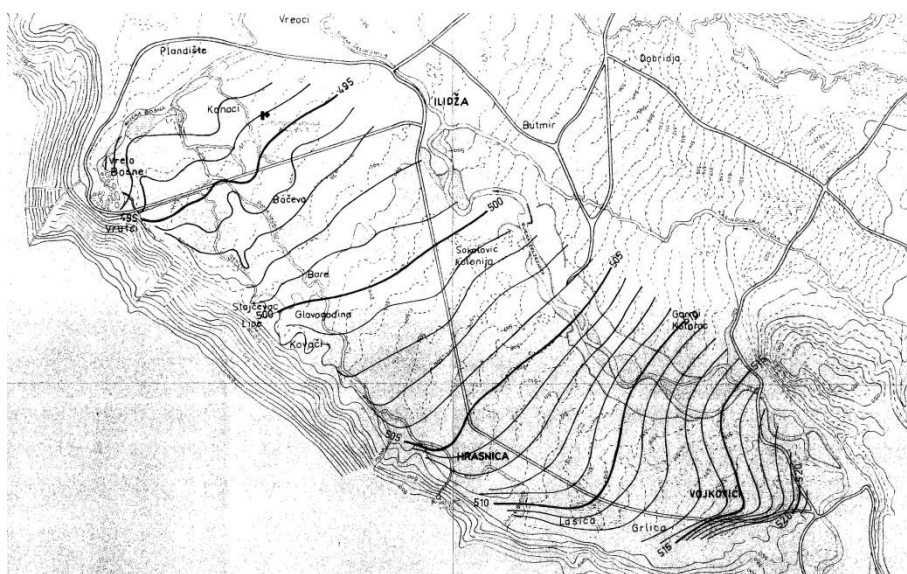
Slika 107. Hidroizohipse maksimalnog nivoa podzemne vode u Sarajevskom polju na prostoru Bačovo – Vojkovići za period 1960 – 1962 godine (ZHGF, 1971)



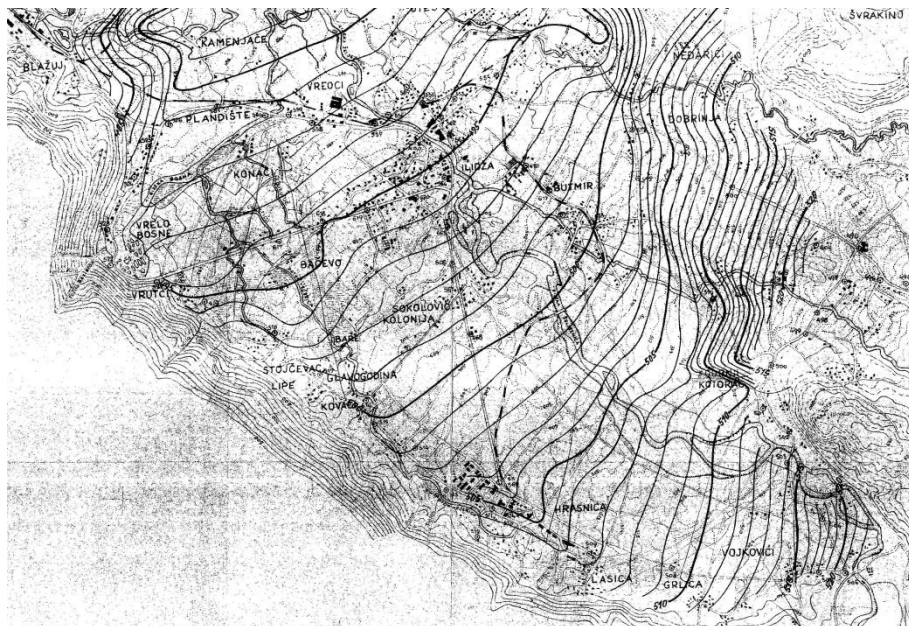
Slika 108. Hidroizohipse minimalnog nivoa podzemne vode u Sarajevskom polju na prostoru Bačovo – Vojkovići za period 1965 – 1969 godine (ZHGF, 1971)



Slika 109. Hidroizohipse prosječnog nivoa podzemne vode u Sarajevskom polju na prostoru Bačevo – Vojkovići za period 1965– 1969 godine (ZHGF, 1971)



Slika 110. Hidroizohipse maksimalnog nivoa podzemne vode u Sarajevskom polju na prostoru Bačevo – Vojkovići za period 1965. – 1969. godine (ZHGF, 1971)



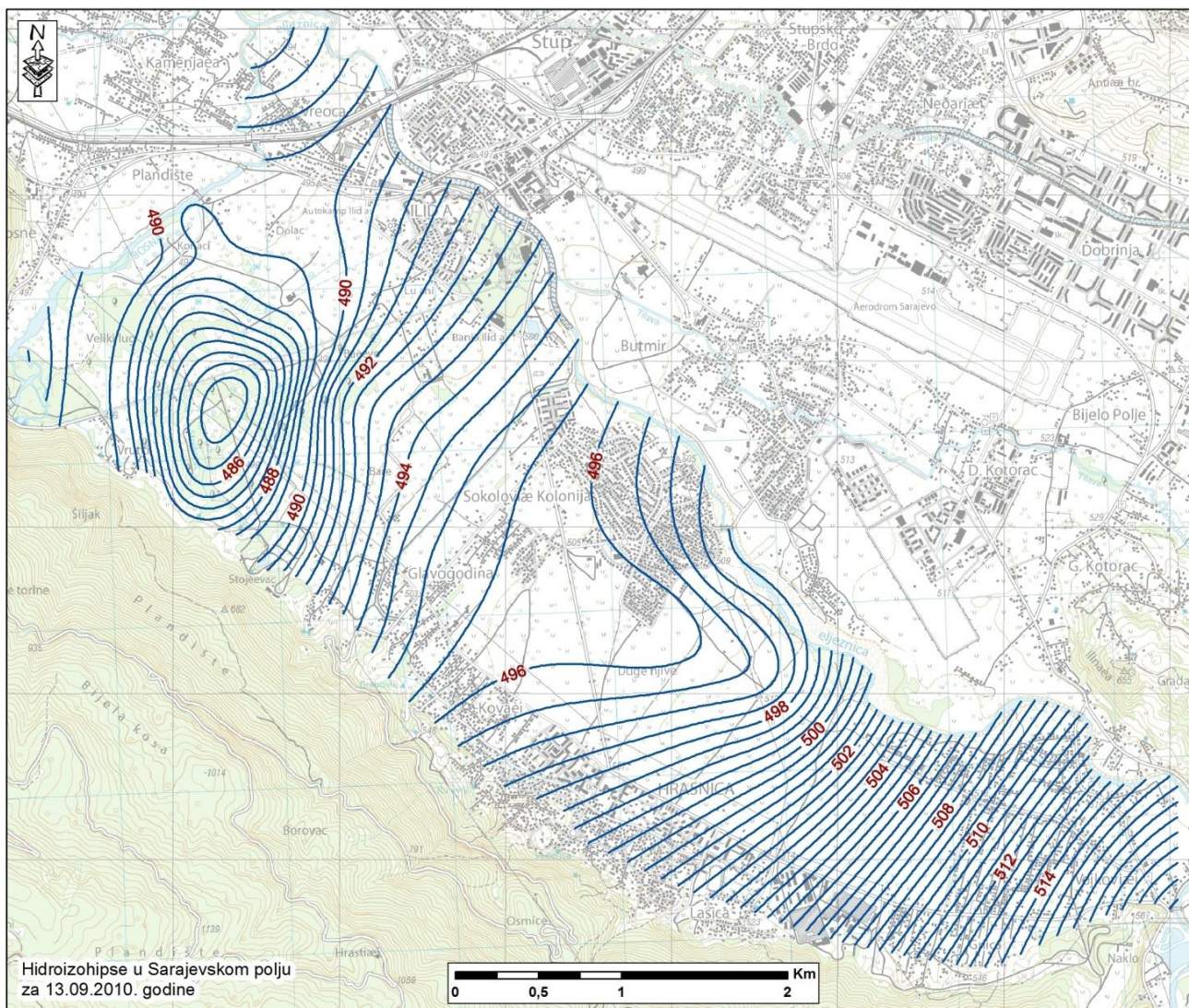
Slika 111. Hidroizohipse prostora Bačevo – Vojkovići – Stup pri niskom vodostaju za 09.10.1969. godine (ZHGF, 1971),

Kao što se na prethodnim slikama vidi, smjer tečenja podzemne vode približno je paralelan sa obodom Igmana i rijekom Željeznicom. Veći padovi podzemne vode su na prostoru Vojkovića (između 5 i 8 ‰), a znatno manji na prostoru Hrasnica-rijeka Bosna (između 3 i 5 ‰). Značajnije korekcije „slike reljefa“ nivoa podzemne vode pretrpjeli su periferni dijelovi naročito uz obod Igmana. Razlog ovome treba tražiti u složenijim hidrogeološkim odnosima na ovom prostoru i znatno gušćoj mreži osmatračkih tačaka u istražnom periodu od 1966 do 1969.

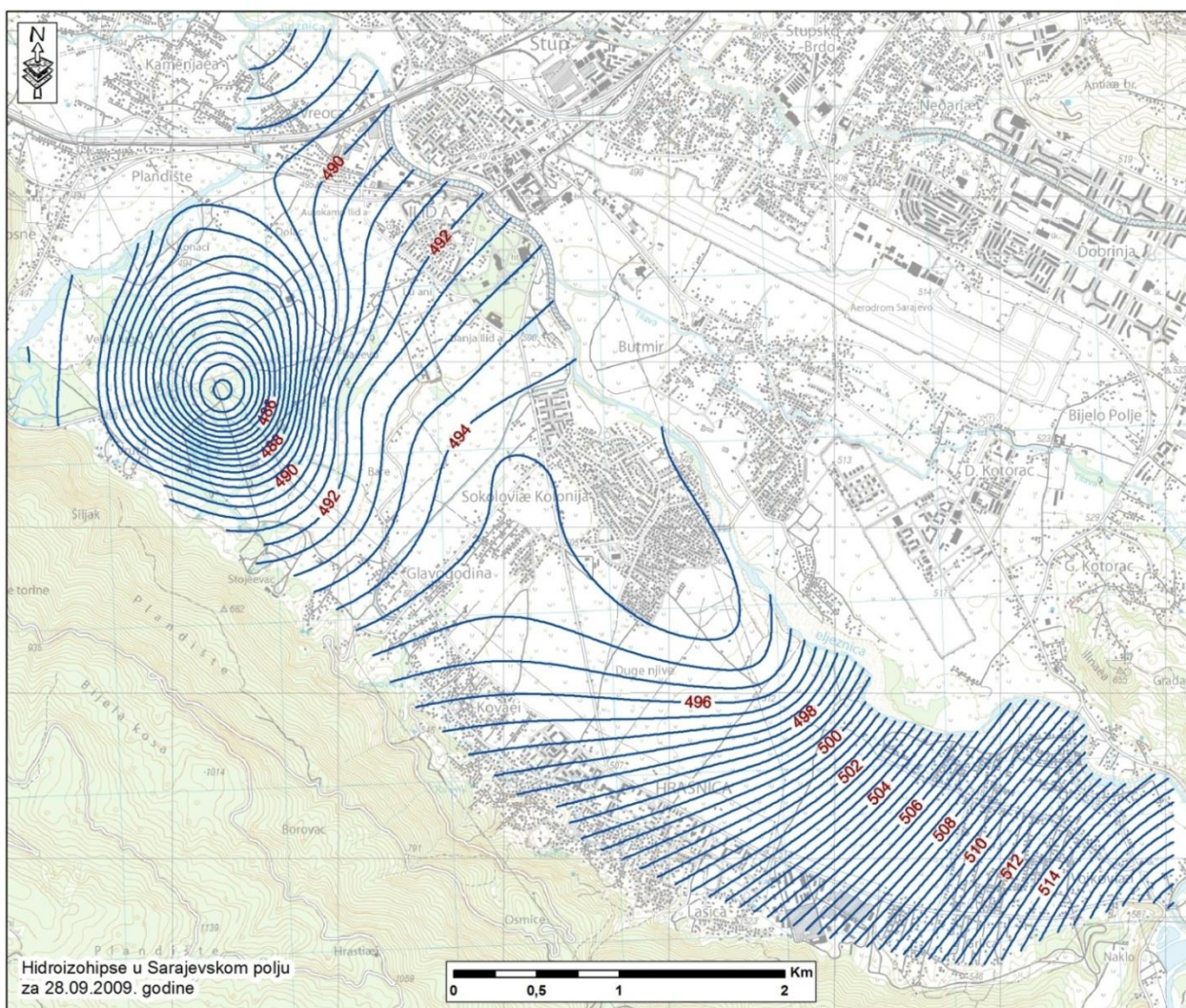
Iz priloženih hidroizohipsi za prosječna stanja podzemne vode u prirodnom režimu 1960. do 1962. godina i režimu eksploatacije od 1965. do 1969. godine vidi se da je na potezu Vojkovići-Sokolovići Kolonija došlo do izvjesne promjene pravca tečenja podzemne vode uz rijeku Željeznicu. U periodu od 1965.-1969. godine podzemne vode teku znatno paralelnije sa rijekom Željeznicom iako bi zbog eksploatacije podzemne vode i sniženja vodostaja u Bačevu situacija trebala biti obratna. Uzrok ovoj pojavi je spuštanje dna vodotoka rijeke Željeznice na potezu između Vojkovića i Sokolovići Kolonije koje je u periodu od dvije godine iznosilo oko 1,5 m.

Devijacije potencijalne slike, koje su registrirane na lokalitetima Vrutci, Konaci i Bačevo, posljedica su najvjerojatnije rada bunara u toku mjerenja nivoa.

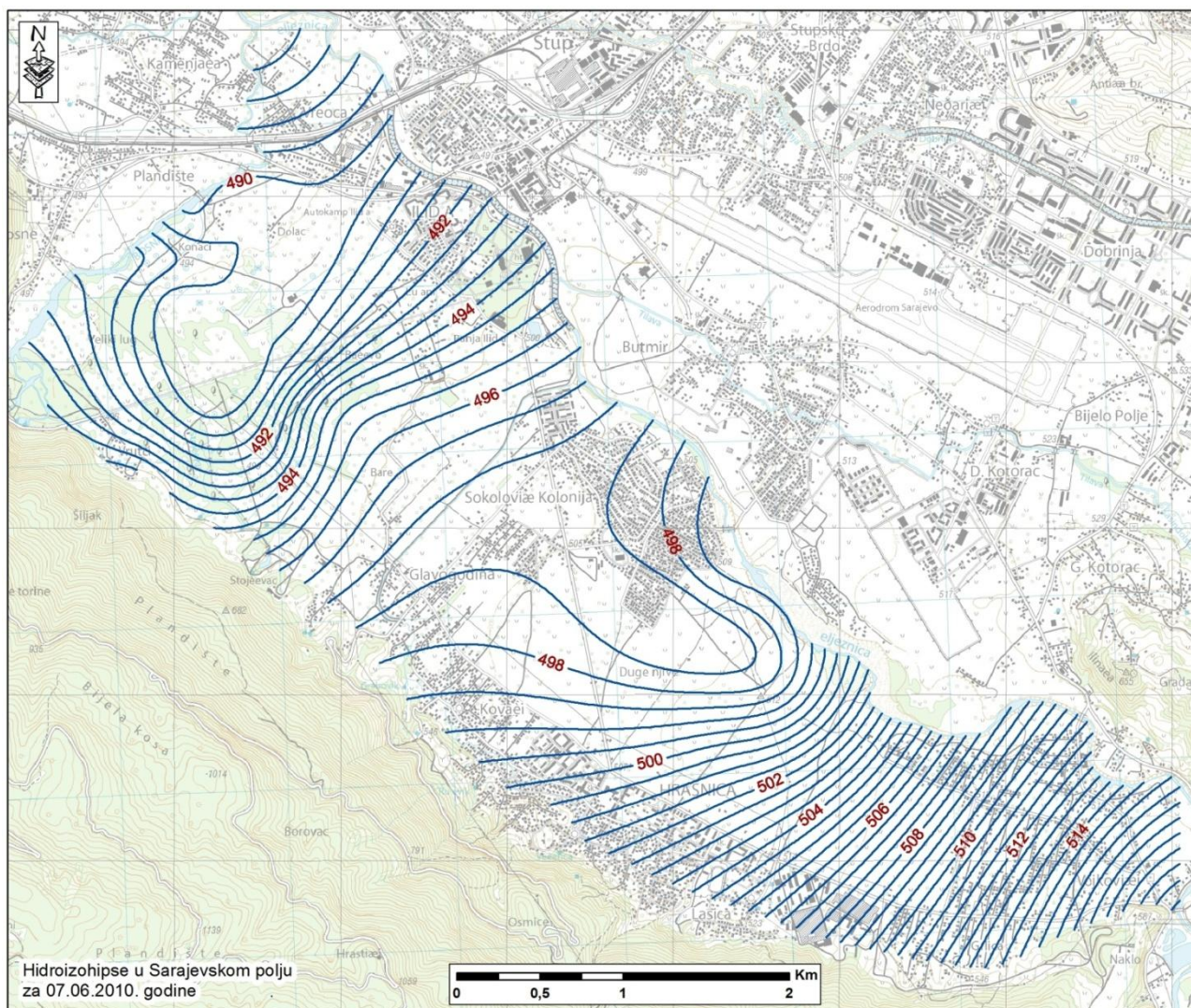
Prema stanju nivoa mjerenih tokom 2009.-2010. godine, prezentirane su hidroizohipse na narednim slikama za karakteristične hidrološke uvjete (male, srednje i velike vode). Uočljivo je formiranje depresionog lijevka na prostoru Bačevo-Konaci i na području Sokolovića. Generalan pravac toka je ostao isti, ali su veoma vidljivi poremećaji uslijed crpljenja.



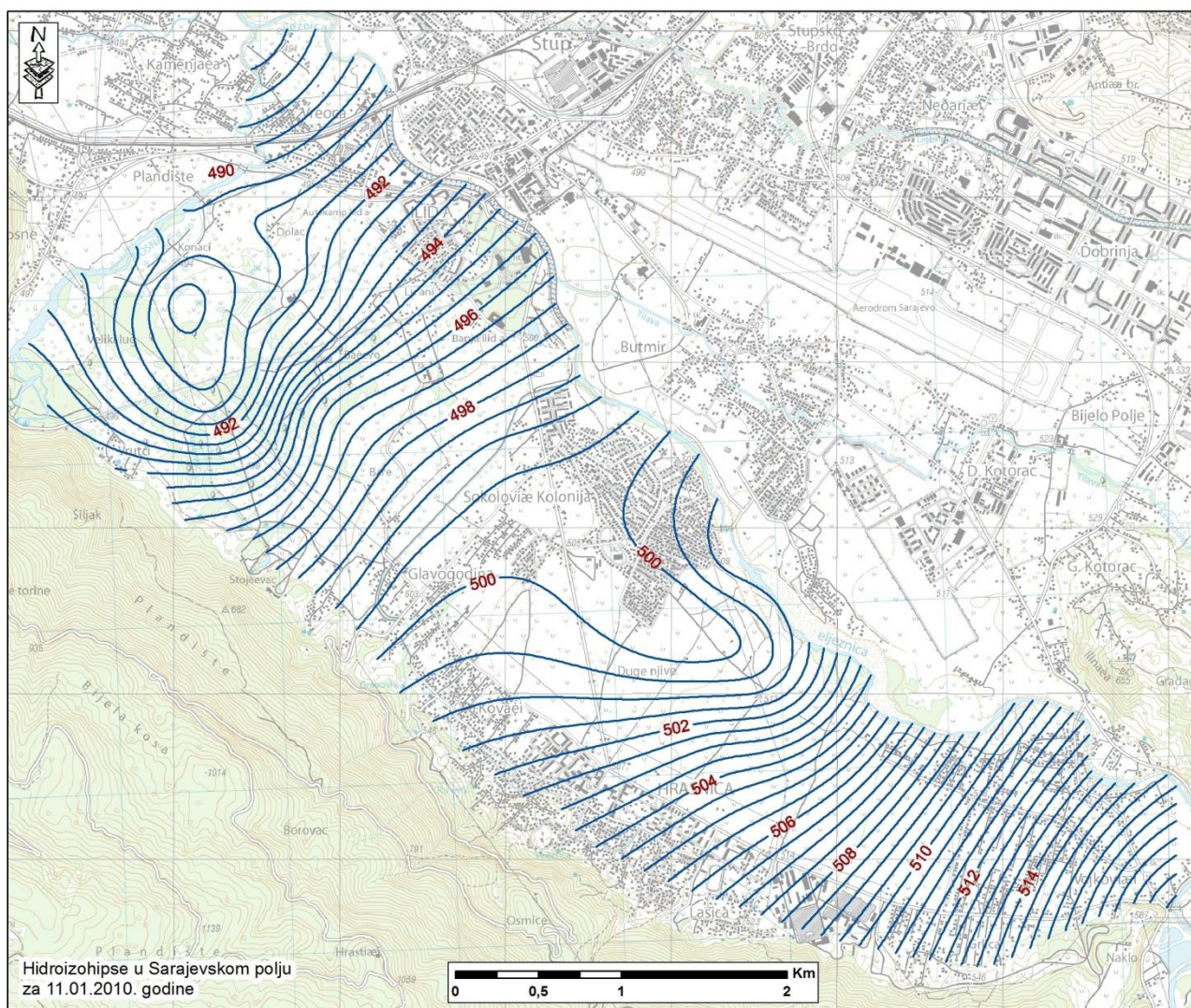
Slika 112. Hidroizohipse prostora Bačevo – Vojkovići 13.09.2009.(male vode)



Slika 113. Hidroizohipse prostora Bačevo – Vojkovići 28.09.2009. (male vode-početak kišnog period i porast proticaja na rubnim vodotocima i u kraškom zaleđu)



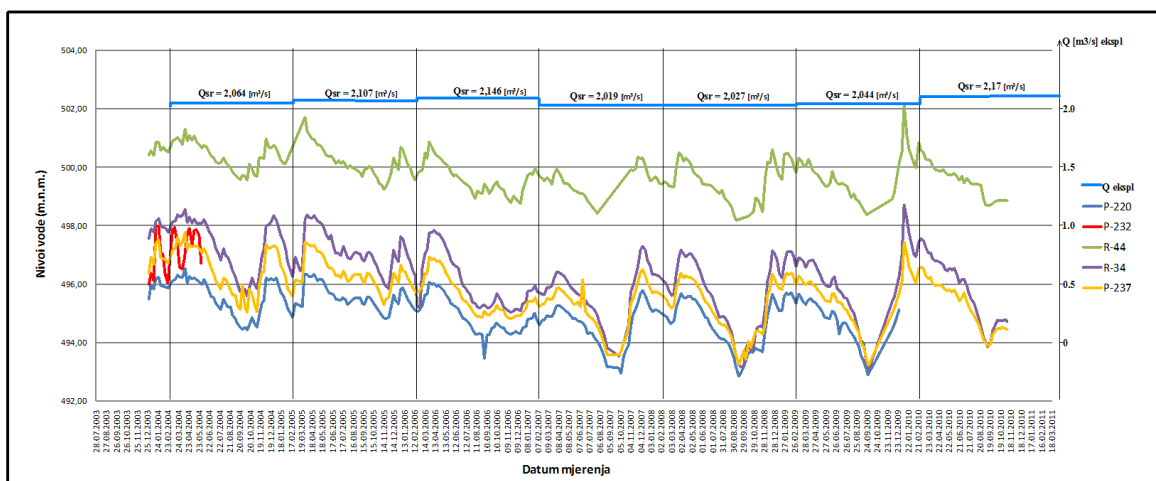
Slika 114. Hidroizohipse prostora Bačevo – Vojkovići za 07.06.2010. godine (srednje vode)



Slika 115. Hidroizohipse prostora Bačevo – Vojkovići za 11.01.2010. godine (velike vode)

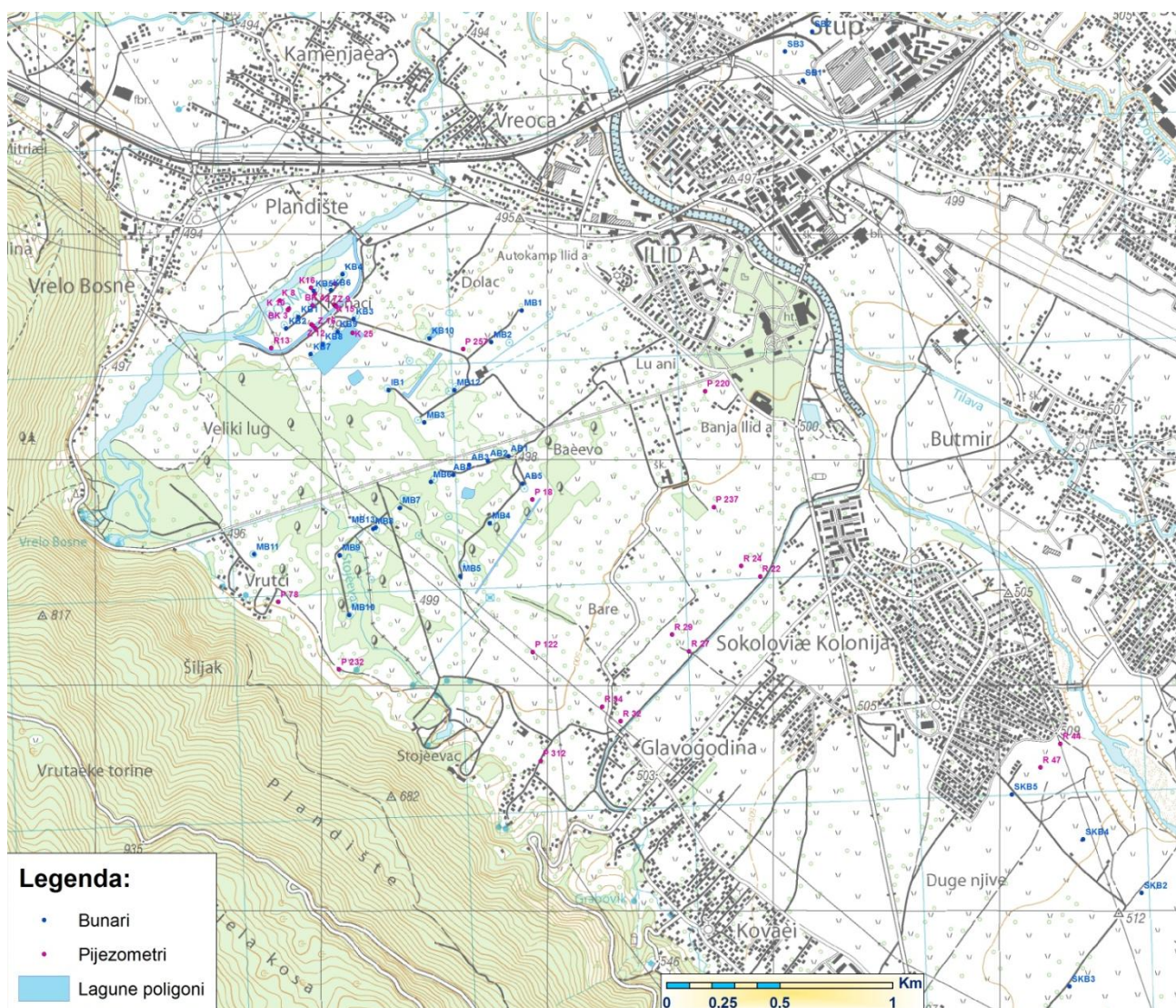
11.2.2 STANJE NIVOA PODZEMNIH VODA

Mjerenjem nivoa podzemne vode na izvorištu najlakše se dolazi do informacija o ukupnom stanju bilansa voda. U tom smislu analizom NPV-a moguće je prikazati opću sliku utjecaja eksploatacije, na stanje održivosti bilansa u akviferu. Kontinuiranim mjerenjima NPV-a na izvorištu rađenim osamdesetih godina prošlog vijeka u Sarajevskom polju, vršena je konstantna kontrola održavanja bilansa voda u podzemnoj akumulaciji. U tom kontekstu analizirano je stanje nivoa podzemnih voda na odabranim reprezentativnim pijezometrima. Kao najvažniji reporni pijezometar odabran je P-237, čija je lokacija smještena na udaljenosti 1,8 km od Konaka i Sokolović kolonije te 1,2 km od Bačeva, odnosno 2 km od r. Bosne, te 0,750 km od r. Željeznice. Za ovaj pijezometar je nakon dugotrajnih osmatranja procijenjeno da se na njemu može pratiti generalno stanje nivoa u polju, relevantno za ocjenu ukupnih odnosa, crpljenja i prihranjivanja izvorišta. Iz tog razloga za analizu stanja nivoa podzemnih voda kod izrade ovog projekta zaštite izvorišta, kao ilustraciju stanja promjene nivoa podzemne vode, tokom perioda 2004 do 2010 god., na osnovu sedmičnih osmatranja, odabrano je pored P-237 još nekoliko pijezometara smještenih na različitim lokacijama u Sarajevskom polju. Za ovu potrebu iskorištena su osmatranja na pijezometrima P-237, P-220, R-34 te R-44.



Slika 116. promjene NPV-a na pet odabranih pijezometara.

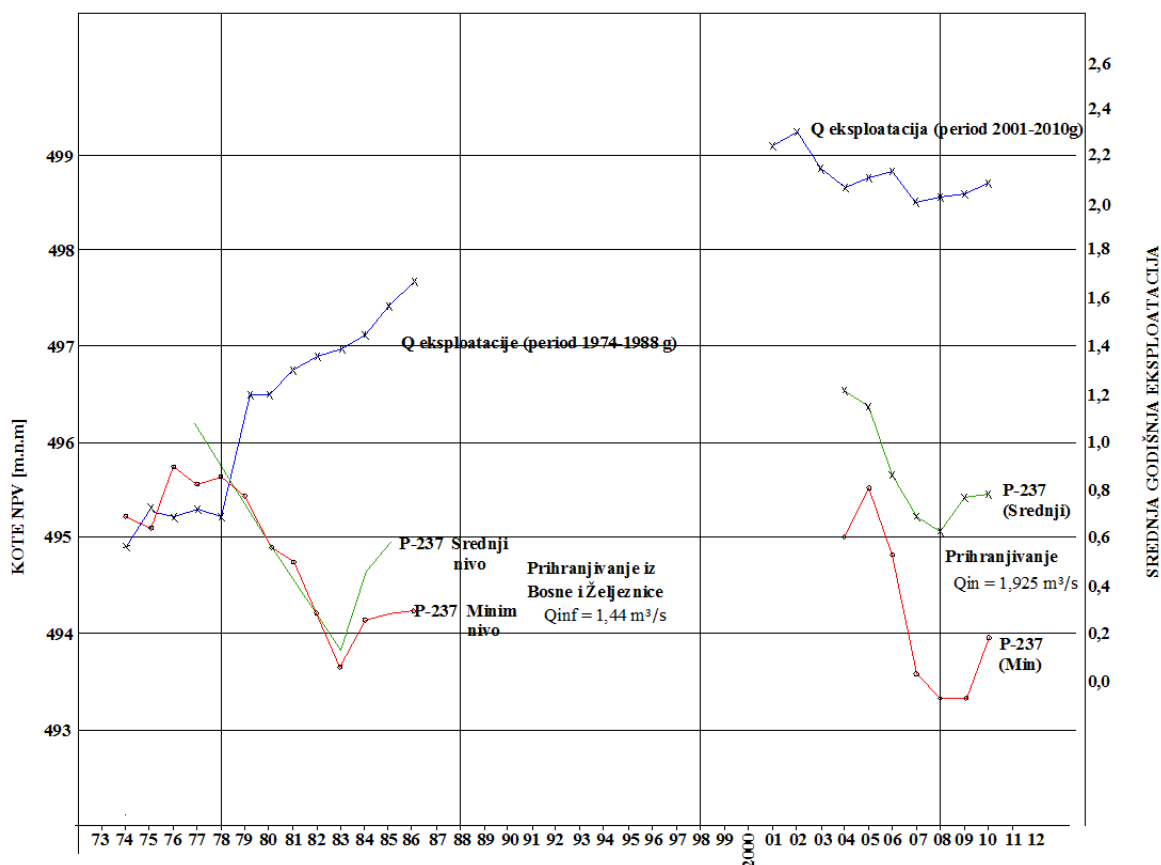
Lokacije pijezometara date su na narednoj slici. Pijezometri su birani da daju presjek stanja, na lokalitetima, u zoni kontakta masiva Igman i Sarajevskog polja R-34), zatim u zoni Sokolovića (R-44) te stanje u zoni repnog pijezometra P-237 (P-220) koji je praćen i analiziran i tokom osamdesetih godina prošlog vijeka. Na prethodnoj slici grafički su prezentirane promjene NPV-a na pet odabranih pijezometara. Sa dijagrama je vidljivo da su oscilacije nivoa uzrokovane crpljenjem, ali i promjenom hidroloških prilika skoro identične na svim pijezometrima. Dobra suglasnost promjene nivoa tokom godine na svim pijezometrima posljedica je ponašanja akvifera kao jedinstvenog hidrološkog sistema, na koji dominantan utjecaj imaju količine prihranjivanja i količine eksploatacije. Oblik nivograma za sve analizirane pijezometre skoro da je identičan samo se razlikuje po kotama NPV-a, i amplitudi osciliranja, što je opet u vezi sa pozicijom pijezometra, odnosno padom vodnog ogledala NPV-a. Vrlo je važno sagledati generalne, promjene NPV-a u Sarajevskom polju, s obzirom da nivoi odražavaju stanje bilansa podzemnih voda, odnosno stanje odnosa količine crpljenja i količine prihranjivanja.



Slika 117. Lokacije objekata u Sarajevskom polju.

U cilju uspoređenja navedenih odnosa prije i poslije rata provedena je analiza NPV-a na P-237, te grafički prezentirana na narednom dijagramu. Prema stanju nivoa na ovom pijezometru u ranijem periodu, određivale su se neophodne interventne mjere koje su poduzimane, u cilju vještačkog prihranjivanja, da se održi bilans voda u akviferu, tokom sušnog perioda. Ova analiza upravo ima za cilj da se izvrši uspoređenje stanja nivoa sad, pri eksploataciji od preko $2 \text{ m}^3/\text{s}$ i količini prihranjivanja od preko $1,9 \text{ m}^3/\text{s}$, sa stanjem nivoa registrovanog krajem osamdesetih, pri eksploataciji od oko $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$ i ukupnoj količini prihranjivanja od preko $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Za ilustraciju odnosa, količine eksploatacije iz polja i stanja nivoa podzemnih voda na pijezometru P-237 na narednoj slici prezentirani su dijagrami promjene NPV i količine crpljenja za period 1974-1986.g. te period 2004-2010g. Sa slike se može uočiti da su nivoi na P-237 u 2008 i 2009.g., bili znatno niži od najnižeg registriranog 1986g., kada je stanje u izvorištu Sarajevsko polje ocjenjeno kritičnim.



Slika 118. Promjena NPV-a na P-237 u funkciji količine eksploatacije na izvoru u periodu 1974-1986, i u periodu 2004-2010 godina

Tokom 1986.g., maksimalna eksploatacija iz polja dosegla je $1,698 \text{ m}^3/\text{s}$. Analizirajući stanje poslije rata može se reći da su količine zahvatanja iz podzemne akumulacije, dosegle količinu od $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$ (2002.g.). U tom periodu nema podataka o stanju nivoa podzemne vode na P-237, međutim smanjenjem eksploatacionih količina, već 2004. g., zabilježen je porast NPV-a na P-237. Nakon 2005. g., iako se količine eksploatacije održavaju na nivou između $2,02$ do $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$, nivoi u polju opadaju, najvjerojatnije kao posljedica nedovoljnog prihranjivanja.

Opadanje nivoa se događa sve do 2008 g., kada se bilježi njegov porast do 2010. g. Naravno da porast nivoa na P-237 nije uzrokovala samo smanjena eksploatacija, već najvjerojatnije i pojava iznimno velikih voda, koje su se zaredom pojavljivale u periodu od 2008 do 2010.g pri čemu je povećana i količina prihranjivanja. Ovo na neki način samo govori da se bilans voda u Sarajevskom polju, sa eksploatacijom od preko $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$, teško može održavati bez enormnog zahvatanja vode iz rubnih vodotoka za vještačko prihranjivanje. Održavanje nivoa u podzemnoj akumulaciji, na još uvijek prihvatljivom nivou treba zahvaliti iznimnom povećanju količine prihranjivanja iz r. Bosne, na potezu Vrelo Bosne-Plandište, čiji je režim već naprijed objašnjen.

U tom kontekstu treba analizirati i registrirano stanje nivoa na P-237, koji se uz vidno opadanje nivoa od $0,30 \text{ m}$ tokom 2007., 2008. i 2009.g., ponovo vratio na približno isti nivo registriran tokom 1986.g. pa čak za $0,25 \text{ m}$ i veći u 2010.g. Treba naglasiti da se tokom navedenih godina, poslije rata, eksploatacija iz polja kreće u gore navedenim količinama, a kote repnog pijezometra, posebno tokom 2010.g. su u porastu.

Razlozi za to leže u činjenici da su pored povećanja količine eksploatacije od preko $0,3\text{m}^3/\text{s}$ vrlo značajno povećane i količine prihranjivanja od preko $0,4\text{m}^3/\text{s}$. Nivo na pijezometru P-237, odnosno nivoi na svim pijezometrima u polju ovise isključivo od hidroloških prilika, te od količine crpljenja i količine prihranjivanja, na izvorištu u tekućoj godini, ali i od stanja nivoa u podzemnoj akumulaciji koji su vladali i u prethodnom periodu.

Iz svega iznesenog može se konstatirati da nije došlo do značajnije promjene NPV-a u polju, zahvaljujući značajnom povećanju količine vještačkog prihranjivanja.

Međutim treba naglasiti da su se izvjesne promjene nivoa dogodile na području Sokolovića u odnosu na stanje prije rata, kao posljedica puštanja u eksploataciju ovog izvorišta. U narednoj tabeli dat je pregled godišnjih oscilacija NPV-a na razmatranim pijezometrima za period 2004.-2010. g.

Tabela 11.2.1. Pregled razlika oscilacija NPV-a, $H_{\max} - H_{\min}$ po godinama za period 2004 – 2010. g.

Godina	P-237	P-220	R-34	R44	P-232
	(m)				
2004	2,75	2,11	2,97	1,76	1,94
2005	2,14	1,51	2,51	2,49	
2006	2,12	1,67	2,82	1,23	
2007	2,9	3,33	3,77	1,95	
2008	3,47	2,83	4,01	2,43	
2009	3,14	2,82	4,06	2,11	
2010	3,53		4,85	3,44	

Iz tabele je vidljivo da su najveće oscilacije tokom godine zabilježene na pijezometrima R-34, zatim na P-237, P-220, a najmanje na R-44. Ako se analiziraju pozicije razmatranih pijezometara i registrirane oscilacije, može se zaključiti da se pijezometar R-34 nalazi u području koje je pod dominantnim utjecajem kraških voda iz masiva Igman, ali i pod utjecajem crpljenja bunara na Bačevu. S druge strane pijezometar R-44 lociran na području Sokolovića najmanje oscilira tokom godine, što ukazuje da crpljenje u rejonu Sokolovića nema tako drastičan utjecaj na NPV, kao crpljenje u zoni Bačeva. Naravno treba imati na umu da se sa područja Sokolovića crpi količina od oko $0,25\text{m}^3/\text{s}$, a sa Bačeva oko $1,5\text{m}^3/\text{s}$. Ako bi se navedeni brojevi bukvalno shvatili moglo bi se zaključiti da se sa prostora Sokolovića može povećati zahvatanje što u sadašnjim odnosima prihranjivanja i eksploatacije ne bi bilo održivo. Naime povećanom eksploatacijom sa područja Sokolovića smanjile bi se količine prihranjivanja područja Bačeva iz r. Željeznice, a samim tim i količine eksploatacije sa tog izvorišta. U ukupnom bilansu, ne bi se ništa dobilo, ali bi se povećanjem količine crpljenja, sa izvorišta, Sokolovići zasigurno ugrozio kvalitet vode.

Vrlo je važno napraviti još jednu analizu kada je u pitanju odnos prihranjivanja i eksploatacije. U tom cilju zajedno su nanoseni nivoi podzemne vode na spomenutim pijezometrima u vremenu. i količine eksploatacije. Sa tako napravljenog dijagrama može se uočiti da se eksploatacija, iz podzemne akumulacije tokom čitavog razmatranog perioda kreće oko $2\text{m}^3/\text{s}$, odnosno značajno se ne mijenja, međutim, nivoi u polju osciliraju, u zavisnosti od hidrološke situacije, odnosno od raspoloživih količina prihranjivanja, što jasno ukazuje da egzistiranje ovog izvorišta, u ovom kapacitetu, isključivo zavisi od tog procesa.

11.3 ODNOS HLADNIH I TERMOMINERALNIH VODA U SARAJEVSKOM POLJU

Činjenica da su hidrogeoterme i obične - hladne podzemne vode primarno nabušene u analognim litostratigrafskim trijaskim karbonatnim jedinicama upućuje na pitanje kakvi su odnosi ovih voda, da li dolazi do njihovog miješanja i pri kojim stanjima i u primarnim i u tranzitnim i u sekundarnim akviferima.

Ovo je važno, kompleksno i urgentno aplikativno pitanje da se utvrdi kojim se kapacitetima mogu održivo koristiti jedne i druge vode bez ugrožavanja kvaliteta svake vrste voda.

Odnosi hladnih voda u kršu i aluvionu i hidrogeoterma u tim sredinama kao i međusobni odnosi između raznih tipova termomineralnih i termalnih voda, još nisu razjašnjeni.

Prve podatke o termomineralnoj vodi Ilidže dali su Mojsisovich, Bittner i Titze 1880. godine, dok je Ludwig uradio prvu hemijsku analizu ovog područja 1886., a drugu 1894. godine. Geološke karakteristike hidroterme Ilidže opisao je Katzer 1903. godine u radu „Geologischer Fuhrer durch Bosnien und Herzegovina“. On smatra da voda izvire iz jako tektoniziranog trijaskog dolomita, koji leži na verfenskom škriljcu.

Ludwig je uvidio sličnost Ilidže sa sumpornim termama Ficoncella u Civitavechiji – Italija i sa Badenom – Njemačka. Po ovom autoru (1912), voda je vrlo radioaktivna.

Katzer je 1919. godine detaljnije uradio i dopunio Ludwigovu analizu. S dosta geoloških podataka, dao je svoje viđenje porijekla vode vezujući ih za slojeve paleozoika, ili metamorfne stijene, a visoki geotermiski stepen objašnjava izlivima kvarc-porfira. Također navodi „da se oko terme nalazi sedrasti pokrov 3-8 m debljine, koji se sastoji od kalcita i aragonita i zahvata površinu cca 20 ha“. Registrirao je temperaturu izvora od 57°C, te pretpostavio da voda dolazi sa 1.600 m dubine (izbija na ukrštanju rasjeda pružanja sjeverozapad-jugoistok i „vareško-čevljanovičko-uloškog preturanja“). Smatrao je da mineralizacija voda u busovačkoj rasjednoj zoni (posebno CO₂) potiče od magme preko kremenog porfira, ili putem post-miocenske tektonike koju prate novi prodori magme (koja nije dosegla do površine terena). Istovremeno ističe da od ovog procesa potiče visoka temperatura vode, kao i da je voda Ilidže juvenilnog porijekla. Fizičko-hemijske karakteristike voda se ne mijenjaju u vremenu, a izdašnost od 16 l/s izvora je neovisna od oborina, te je slična hidrotermi u Karlsbadu-Karlovim Varima, Češka. Katzer također navodi da su u ovom prostoru od 1886. godine bušene bušotine, te da je jedna od njih imala temperaturu 51°C u blizini prirodnih izvora.

Miholić je 1938. godine uradio i objavio hemijsku analizu voda Banje Ilidža.

Jovanović (1972) je u periodu 1947-48. godina u području Banje izveo 19 bušotina dubine 5,80-70 m. Neke bušotine nisu nabušile vodu, a karakteristike važnijih prikazane su u narednoj tabeli.

J. Bać (1957) navodi: „Prilikom posljednjih istražnih radova na užem izvorišnom području termalnih voda na Ilidži kod Sarajeva, ustanovljeno je po prvi put postojanje pregrijanih para. Uvjeti pod kojim je bilo moguće izmjeriti temperaturu pregrijanih para na svega 110°C, dopuštaju nam tvrdnju da je temperatura pregrijanih para pri normalnom atmosferskom pritisku osjetno viša“. Nadalje autor navodi „i pravilne periodične erupcije termalne vode karakteristične za mehanizam gejzira, koje su došle do izražaja za vrijeme bušenja pri horizontima dubljim od 20 m (npr. na produktivnoj bušotini br. IV).“ Ovako visoka temperatura prema iskazu Baća izmjerena je „na jednom rimskom bunaru dubine 10 m, u neposrednoj blizini ljetne pozornice (Đerković, 1987).“

Tabela 11.3.1. Karakteristike važnijih bušotina izvedenih u periodu 1947-48. godina

Oznaka bušotine	Dubina bušotine (m)	Temperatura vode (°C)	Proticaj (l/s)
B-I	5,58	37,7	
B-II	60,50		
B-III	18,40	57	11-28
B-IV		60	
B-X		29	

Navedenu temperaturu, tj. pojavu pregrijanih para, dovodili su u pitanje Jovanović (1972), Josipović (1969), Miošić (1982), Veselić (1985) i Đerković (1987).

Međutim, u svom izlaganju na Savjetovanju na Ilidži 1985. godine, J. Bać je ponovio da je na jednoj maloj sondi dobio visoku temperaturu na termometru građiranom do 100°C i da je živa išla preko toga stepena u prisustvu dr. M. Ciglara. U tom izlaganju J. Bać iznosi: „Cijenim da bi tu mogla biti temperatura od 130°C do 160°C.“

Godine 1963. ovaj autor također kaže: „Mi smo na bunaru i sondi u blizini bunara (blizu Hotela Topola), dobili vode temperature 17°C s tragovima sumpora (Bać,1985).“ U istom izlaganju Bać navodi da u Butmiru pored džamije postoji termalna voda (na Plandištu također), ali ne kaže na kakvim vodozahvatima su registrirane ove vode.

Nakon 1948. godine, u neposrednoj blizini lokacije gdje su navodno registrirane vode temperature preko 100°C, izbušeno je više plićih i dubljih bušotina na kojima je registrirana maksimalna temperatura do 58°C. Bez obzira na nizak rezultat u smislu očekivane visine temperature, ovaj prostor ipak nedvosmisleno ukazuje na prisustvo toplih voda u neposrednom okruženju.

U periodu 1958-1960. godine, u Rajlovcu je izbušena bušotina dubine 600 m, koja je nabušila neogene slojeve lapora, laporce i pješčare. Preduzeće „Geostrage“ iz Sarajeva izvelo je 1964. godine dvije bušotine:

- Bušotina PP-1, dubine 92 metra, koja je na 54 m ušla u dolomite i nabušila vode temperature 58°C sa samoizlivom od $Q = 50$ l/s. Pored ove bušotine bila je i bušotina B-3, koja je veoma brzo napuštena, jer je korodirala.
- 1971. godine umjesto B-10, koja je inkrustirala, izbušena je bušotina B-10a, koja je s dubinom od 77 m ostala u kvarcnim pijescima, a imala je izdašnost od 15 l/s, sa temperaturom od 26°C do 29°C, a umjesto B-3 iz istog razloga izbušena je B-3a do 21,6 m, kojom je dobiveno 57°C i $Q = 22$ l/s vode.

Karakteristike ovih bušotina predstavljene su u narednoj tabeli (Đerković, 1987).

Kako je spomenuto, bušotina F-10 nabušila je termomineralnu artešku vodu, temperature 18-19°C u krečnjacima na dubini od 140 m (Jovanović, 1959), a FS-10a, također termomineralnu vodu sa 26°C pod pritiskom u krečnjacima, što je značajno za prostiranje ovih voda. Ova posljednja bušotina je oko 1.300 m zapadno od izvorišta na Ilidži. Arteški karakter voda jasno ukazuje kako ovo nisu vode iz kvartara, nego iz krečnjaka (Josipović, 1969). Također, mala je vjerovatnoća da termomineralne vode na F-10 mogu biti iz kvartara, kao što je mala vjerovatnoća da krečnjaci bliske bušotine FS-10a budu na 378 m dubine, a na F-10, tek na 140 m.

Tabela 11.3.2. Karakteristike važnijih bušotina izvedenih u periodu 1958-60. godina

Oznaka bušotine	Dubina bušotine (m)	Temperatura vode (°C)	Proticaj (l/s)
B-10	40,0	26,0	zatrpana
B-10a	77,0	26,0 – 29,0	10 -15
B-IV	46,0	58,0	20 (sada 1,5)
IB-1	43,0	58,0	70
PP-1	90,0	58,0	50
B-3a	21,60	58,0	22
B-3	18,40	58,0	zatrpana

Bušotina BS-10, izbušena je u Lasića Polju i duboka je 252,5 m, do 20 m je prolazila kroz kvartar, a dublje kroz neogen, BSK-3 dubine 101 m u blizini Hrasnice, bušena je za pijaće vode – do 18,80 m je kvartar, a dublje neogen. Bušotina F-10, izbušena 1967-1969. godine, duboka je 180 m, a F-6 (108 m) je ostala u neogenu.

Bušotina B-11 je 100 m dubine i locirana je u području Stojčevca. Većina ovih bušotina ostale su u neogenu i nisu dosegle krečnjačke akvifere.

Josipović (1969) daje interpretaciju hidrogeološkog profila Vrelo Bosne – Ilidža, u kom objašnjava odvajanje hladnih voda Igmana od termomineralnih voda Ilidže, postojanjem bočne barijere između njih. Barijera je formirana od krednih flišnih klastita i klastita donjeg trijasa. Ipak, ovo se smatra veoma pojednostavljenim tumačenjem, koje dovodi u pitanje racionalno objašnjenje prihranjivanja hidrotermi na Ilidži sa Igmana i Bjelašnice.

Treba kazati kako su se bušenjem, izgradnjom saobraćajnica i objekata, te regulacijom Željeznice i drugih površinskih tokova, izvori mijenjali po izdašnosti.

Krajem 1984. godine u blizini fontane, pored ljetne pozornice, izbušena je opitno-eksploataciona bušotina IB-1, dubina bušotine je 43,7 m, koja je ostala u konglomeratima, vjerovatno kvartara, sa samoizlivom od $Q = 75$ l/s i temperaturom vode $t = 58^{\circ}\text{C}$. Već na dubini od 9,20 m, došlo je do erupcije s visokim pritiskom vode i plina i zbog nepovoljnih uslova bušenja i nemogućnosti izvođača da buši dublje, bušotina je zaustavljena na 43,7 m dubine, ali nije pretvorena u eksploatacioni objekat. Treba reći da je planirana dubina ove bušotine bila 500 metara.

Bušotina FS-10a, dubine 388 m je najdublja bušotina koja je nabušila termomineralne vode, a i najdublja bušotina u dijelu Sarajevskog polja, zapadno od Stupa.

Bušotina IB-2, urađena je od 01.09. do 31.10.1986. godine, nalazi se s desne strane rijeke Željeznice, kod Zmjske Stijene, locirana je u zoni termometrijske anomalije u geotermalnoj zoni, definiranoj po geofizici. Njen profil je slijedeći:

0,00 m – 14,55 m	šljunak i krupnozrni pijesak
14,55 m – 47,70 m	konglomerat polimikritni
47,70 m – 246,10 m	dolomitični krečnjaci, karstificirani
(nosioci termomineralnih voda)	

Po karotažu temperatura se kretala po dubini od 56-58,8°C. Prilivi vode su na dubini od 74-238 m. Ukupna arteška izdašnost je $Q = 100$ l/s, prosječna temperatura 58,5°C, pritisak pri zatvorenom ventilu 1,8 – 2,0 bara na ušću bušotine. Bušotina je urađena kao probno-eksploatacioni vodozahvat.

Bušotina IB-4 u Sokolović koloniji, izbušena je 1987. godine i registrirala je termalne vode temperature 14°C, s izdašnošću samoizliva $Q = 6$ l/s, vjerovatno u trijaskim dolomitičnim krečnjacima na dubini 189 m. Ove vode po fizičko-hemijskom sastavu su slične vodi sa IB-7 ($\text{HCO}_3\text{-Ca}$ tipa, s mineralizacijom od 300 do 500 mg/l).

Glavni prilivi voda bili su na dubinama 246,3 m i 267,5 m.

Bušotina IB-6 na Stupu nabušila je kvartar do 21 m, miocenske sedimente do 649 m i donje-trijaske klastite do 665,5 m. Bušotinom nisu registrirani prilivi voda. Ovo je najdublja bušotina u Sarajevskom polju i jedina je nabušila donjetrijaske tvorevine, za koje se smatra da su ovdje navučene na jursko-kredni fliš, koji opet leži na trijaskim karbonatima. Ovo bi značilo da je dubina do trijaskih akvifera i preko 2.500 m od površine terena, te bi temperature ovih stijena bile više od onih terena, gdje nema ovakvih navlačenja.

Bušotina IB-7 na Poljoprivrednom dobru Butmir nabušila je nakon kvartara (29 m), gline i lapore miocena (29 m – 76,80 m), karstificirane krečnjake, za koje se pretpostavlja da pripadaju trijasu (76,80 m – 161,00 m), glinovite pretaložene, alternirane dijabaze ladinika (?) (161,00 m – 174,00 m). Vodonosni horizont niskotermalnih voda ($t = 22^\circ\text{C}$, $Q = 20 - 30$ l/s, $p = 0,8$ bara), s mineralizacijom od 0,5 g/l, nalazi se u krečnjačkoj sredini i predstavlja analognu geološku sredinu koju je nabušila i bušotina IB-2, ali nije paleontološki definirana.

Prema geofizici horizont ladinika ($T_2^{2?}$), koji je izolator, ovaj horizont bio bi razvijen sve do 360 m dubine od površine terena, kada bi se ušlo u drugačiju litološku sredinu, za koju je teško pretpostaviti da li bi zahvatila termalne ili termomineralne vode.

Posljednje tri bušotine ukazale su na iznenađenje:

- IB-6 nije nabušila niti termomineralne, niti termalne vode;
- IB-4 i IB-7 su nabušile niskotemperaturne termalne vode niske mineralizacije i otvorile niz pitanja o prostiranju termomineralnih voda (da li se na u većim dubinama na lokacijama istih bušotina mogu dobiti termomineralne vode, te koje je rasprostranjenje termalnih voda).

Postavlja se i pitanje:

- 1) koliko se iz Sarajevskog polja može u minimumu crpiti pitkih voda, a da ne dođe do njihovog mineraliziranja utjecajem termomineralnih voda,
- 2) kojim kapacitetima se mogu koristiti termalne i termomineralne vode i
- 3) u kojim zonama se mogu zahvatiti hladne vode i hidrogeoterme u krškim akviferima.

Da bi se ovo riješilo treba utvrditi hidrogeološke, hidrodinamičke, hidrotermičke i hidrokemijske odnose između hladnih voda i hidrogeoterma u kvartarnim i krško-pukotinskim akviferima, što je veoma važan praktični zadatak, koji do sada nije rješavan.

U ovom smislu trebalo bi riješiti odnose između:

- a) hladnih i s druge strane termalnih termomineralnih voda u aluvionu,

- b) hladnih i termomineralnih i termalnih voda u karbonatnim akviferima,
- c) termomineralnih i termalnih voda u karbonatnim sredinama,
- d) termomineralnih voda temperature 58⁰C i termomineralnih voda temperature 30⁰C u aluvionu,
- e) hladnih voda u krškoj sredini i aluvionu.

To zahtijeva poseban program koji bi determinirao obim instaliranja osmatračkih objekata i opreme, te vrstu i metodologiju istražnih radova kako bi bilo moguće riješiti navedene dileme.

Otvorena pitanja

Neka nerazjašnjena pitanja na sadašnjem stupnju istraženosti su:

1. Izvan zone termomineralnih voda u aluvionu (0,4 km²) Ilidže nema istih voda, jer tu na krečnjacima, iz kojih ascendiraju vode u aluvion, leže izolatorske stijene kvartara i neogena. S druge strane taloženje sedre vjerojatno zbog gubitka CO₂ onemogućava daljnje kretanje termomineralnih voda lateralno. Međutim, moguće je da postoji zona miješanja termomineralnih i običnih voda. Utvrđeno je, da se u hidrološkom minimumu na crpilištu pitkih voda u Bačevu povećava sadržaj SO₄²⁻ iona, a za visokih voda dolazi do njegovog smanjenja, što je opet vjerojatno utjecaj termomineralnih voda iz aluviona na Ilidži.
2. Izumiranje makroflore u aleji Ilidže - Vrelo Bosne dovodi se u vezu sa sniženjem nivoa podzemnih voda. U vezi s ovim postavlja se pitanje da li se intenzivno i s kojim sniženjima na Bačevu mogu crpiti vode, a da ne dođe do prihranjivanja s termomineralnim vodama.
3. Smatra se, da od termalne zone Ilidže radialno opadaju temperature termomineralnih voda, ali da je ova zonalnost diskontinualna i vezana za tektonske blokove u kojima egzistiraju zasebne akumulacije voda temperature 58, 27, 22 i 14⁰C. "Razlog tome je dominacija vertikalne komponente toka u odnosu na horizontalnu, što je uvjetovano pretežno vertikalnim rasjedima"- Turalija (1996). Vertikalna komponenta uključuje veoma dugotrajno vrijeme prihranjivanja i akumuliranja voda u akviferu te duboku brzu konvektivnu ascenziju toplih voda u rasjednim paraklazama, što pokazuje i velika starost voda po izotopima voda.
4. Testiranjem IB-1 i IB-2 dokazano je da su IB-2, koja je zahvatila vode u kršu i IB-1, koje je zahvatila vode u aluvionu, u međusobnoj jakoj i brznoj hidrauličkoj vezi. Ovo dokazuje da karst hrani aluvion, ali i da aluvion predstavlja relativno maleni rezervoar hidroterma. Ovaj odnos nije riješen, već će se isti utvrditi monitoringom. Ovo se odnosi i na rješavanje međusobnog odnosa termalnih voda u krškoj sredini u podini neogena temperature 14 i 22⁰C u Butmiru i Sokolovićima i njihovog odnosa s termomineralnim vodama.
5. Nije poznato da li je pri testiranju bušotina utvrđen ovaj odnos, ali se može reći, da su vode B-10a vjerojatno mješavina termomineralnih voda tv = 58⁰C i više mineralizacije i običnih voda iz aluviona - to pokazuje radijus utjecaja na IB-2 od oko 500 m, sličnost međuoionskih odnosa, te pozitivniji ph, manji sadržaj H₂S i povećan kisik na B-10a, što sve karakterizira suvremene - obične vode.
6. Postavlja se pitanje zašto i na ostalim bušotinama temperature 58⁰C nema miješanja sa vodama iz kvartarnih akvifera. Vjerojatno su ove bušotine u zoni jake ascendentne cirkulacije termomineralnih voda, dok to nije slučaj s bušotinom B-10a.

Indikacije miješanja voda u aluvionu se mogu utvrditi monitoringom i reinterpetacijom i obradom prikupljenih podataka hladnih i termomineralnih voda, koji će upućivati na pravovremenu i adekvatnu intervenciju i optimalno upravljanje i korištenje navedenih vodnih resursa.

11.4 PRIVIDNE BRZINE PODZEMNIH VODA

11.4.1 MJERENJA BRZINA U EKSPLOATACIONOJ IZDANI

U toku istraţnih radova provedenih 1965/66. godine, izvršeno je osam mjerenja brzina podzemnih voda u eksploatacionoj izdani. Mjerenja su izvršena u periodima 01.-09.10. 1965. i 22.10.-09.11.1966. godine, pri niskim vodostajima, odnosno malim vodama (ZHGF, 1967a). Kao obiljeţivač korišteni su natrijum hlorid (NaCl) i natrijum bihromat ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$). Na osmatračkim objektima kontinuirano je praćena promjena koncentracije obiljeţivača od trenutka ubacivanja, do nekoliko sati nakon pojave maksimalne koncentracije. Vrijeme od ubacivanja obiljeţivača do pojave maksimalne koncentracije prihvaćeno je kao mjerodavno vrijeme za proračun efektivne (prividne) brzine podzemnog toka, koja je sračunata po obrascu:

$$V_{ef} = \frac{L}{t},$$

gdje je:

- L-ukupno rastojanje između mjesta ubacivanja obiljeţivača i osmatračkog pijezometra,
- t-vrijeme proteklo od ubacivanja boje do pojave maksimalne koncentracije.

Rezultati navedenih mjerenja, koji su prikazani narednoj tabeli, pokazuju da se prividne brzine u izdani kreću od oko 5,44 m/dan do oko 88 m/dan. Najveće brzine registrirane su na profilu Sokolović Kolonija – Glavogodina, gdje su locirani pijezometri 118, 226 i SK-1, kao i u eksploatacionoj zoni Bačevo (pijezometri 16 i 122).

Tabela 11.4.1. Mjerenja brzine podzemne vode u zoni Sarajevskog polja 1965/66. godine

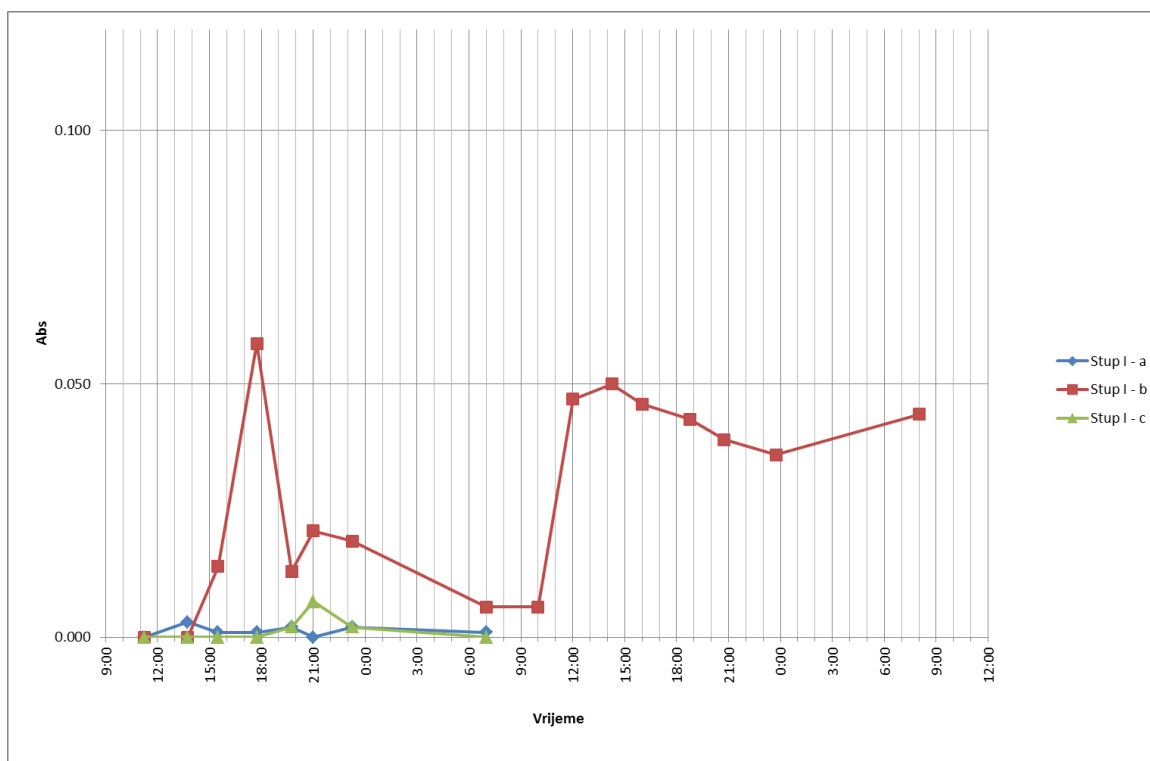
Lokacija osmatranja	Datum i vrijeme trasiranja	Datum i vrijeme max. pojave trasera	Vrijeme putovanja trasera (h)	Udaljenost (m)	Prividna brzina vode - V_{ef}	
					(m/h)	(m/dan)
Pijezometar 117	01.10.1965 12:15	01.10.1965 15:10	2,92	5,85	2,0	48,0
Pijezometar 118	03.10.1965 10:15	03.10.1965 12:20	2,08	6,53	3,14	75,4
Pijezometar 122	06.10.1965 10:05	06.10.1965 12:48	2,71	8,02	2,96	71,0
Pijezometar SK-1	09.10.1965 11:15	09.10.1965 12:30	1,25	4,60	3,68	88,3
Pijezometar NB-2	22.10.1966 12:50	22.10.1966 17:20	4,50	5,0	1,11	26,6
Pijezometar 223	04.11.1966 12:15	04.11.1966 21:00	8,75	10,10	1,15	27,6
Pijezometar 226	06.11.1966 11:15	06.11.1966 15:40	4,42	11,10	2,51	60,2
Pijezometar 16	09.11.1966 11:30	09.11.1966 23:00	11,50	35,0	3,04	73,0
Pijezometar 2*	Jul 1987				0,345	8,29
Pijezometar 4*	Oktobar 1987				0,227	5,44
Pijezometar 4*	Oktobar 1987				0,227	5,44
Večerica	06.02.2013. 9:00	07.02.2013	24,16	6,08	0,250	6,04
Bačevo	06.02.2013. 10:30	06.02.2013.	6,75	5,05	0,748	17,9
Stup	06.02.2013. 11:25	06.02.2013.	6,33	5,15	0,813	19,5

(Izvor: ZHGF, 1967a)

U toku druge etape istraţnih radova, realizirane u periodu 1966-69. godina, izvršen je veći broj mjerenja efektivnih brzina podzemnih voda (ZHGF, 1971a). Brzine su mjerene samo u gornjem vodonosnom horizontu, na tada izvedenim pijezometrima i drugim osmatračkim objektima.

Pored toga, u gornjoj tabeli dati su podaci mjerenja brzine podzemne vode vršeni na području lijevog zaobalja rijeke Večerice tokom eksperimenta mjerenja brzine transporta zagađenja na prostoru Sarajevskog polja 1987. Godine

U okviru nastavka radova na projektiranju zaštitnih zona za ovo izvorište a u skladu sa uvjetima propisanim novim Pravilnikom (službene Novine FBiH br. 88/12), kao dopunsko istraživanje, a na inzistiranje investitora, urađen je i eksperiment mjerenja brzine podzemne vode. Kao što je već naprijed navedeno, eksperiment je izveden na tri lokacije, Stup, Bačevo i Večerica dana 06.02.2013.godine. Dobiveni rezultati prezentirani su u tabeli 11.4.1., dok su dijagrami promjene koncentracije boje u vremenu dati na narednim slikama.

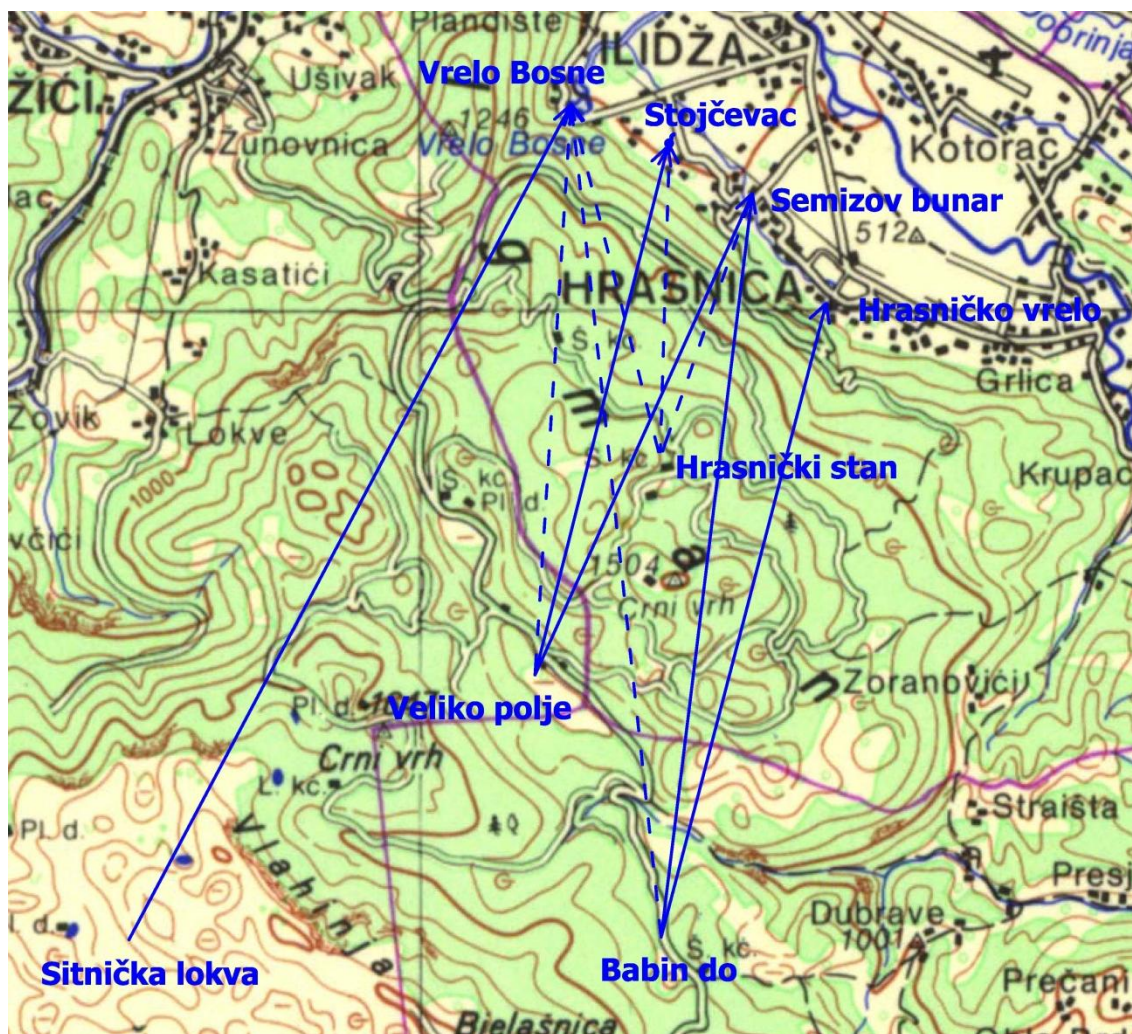


Slika 120. Promjena koncentracije u vremenu na lokalitetu Stup

11.4.2 MJERENJA BRZINA U KRAŠKOJ IZDANI BLOKA IGMAN-BJELAŠNICA

Prema raspoloživim informacijama, hidrogeološka bojenja u kraškoj izdani bloka Igman-Bjelašnica u prošlosti su izvedena tri puta. Bojenjem su obuhvaćeni ponori Ponir na lokalitetu Sitnička lokva, ponor Jama na Velikom polju, i ponor na Hrasničkom stanu, na osnovu kojih je dokazana veza sa vrelima koja se javljaju duž izvorske linije po jugozapadnom obodu Sarajevskog polja. Od tri provedena istraživanja, na raspolaganju su bili podaci o bojenju ponora Ponir i Jama (Đerković, 1971), koji se prikazuju u nastavku.

U toku izrade ovog projekta zaštite, izvršeno je bojenje ponora na Babinom dolu, a rezultati su također prikazani u nastavku ove tačke.



Slika 123. Lokacije ubacivanja obilježivača i uzimanja uzoraka za mjerenje brzine vode u kraškoj izdani bloka Igman-Bjelašnica

11.4.3 BOJENJE PONORA PONIR NA LOKALITETU SITNIČKA LOKVA

Ponor Ponir nalazi se na lokalitetu Sitnička lokva na planini Bjelašnici. Koordinate ponora su: $x=6.516.250$ m i $y=4.841.400$ m, a nalazi se na nadmorskoj visini 1.780 m.n.m. Ponor je udaljen oko 12,8 km jugozapadno od Vrela Bosne, na kojem je praćena pojava obilježivača.

Ubacivanje obilježivača u ponor izvršeno je 22.06.1969. godine u 20:00 sati (Đerković, 1971), a osmatranje na Vrelu Bosne vršeno je svaka 4 sata u periodu od narednih 14 dana. Kao obilježivač korištena je boja natrijumfluorescein ($C_{20}H_{10}O_5Na_2$), koja je ubačena u ponor u količini od 50 kg. Prva pojava boje registrirana je

29.06.1969. godine u 01:00 sati, dok je maksimalna koncentracija određena 30.06.1969. godine u 01:00 sati, dakle nakon oko 173 sata od izvršenog bojenja. Nestanak boje u vodi registriran je 05.07.1969. godine u 12:00 sati.

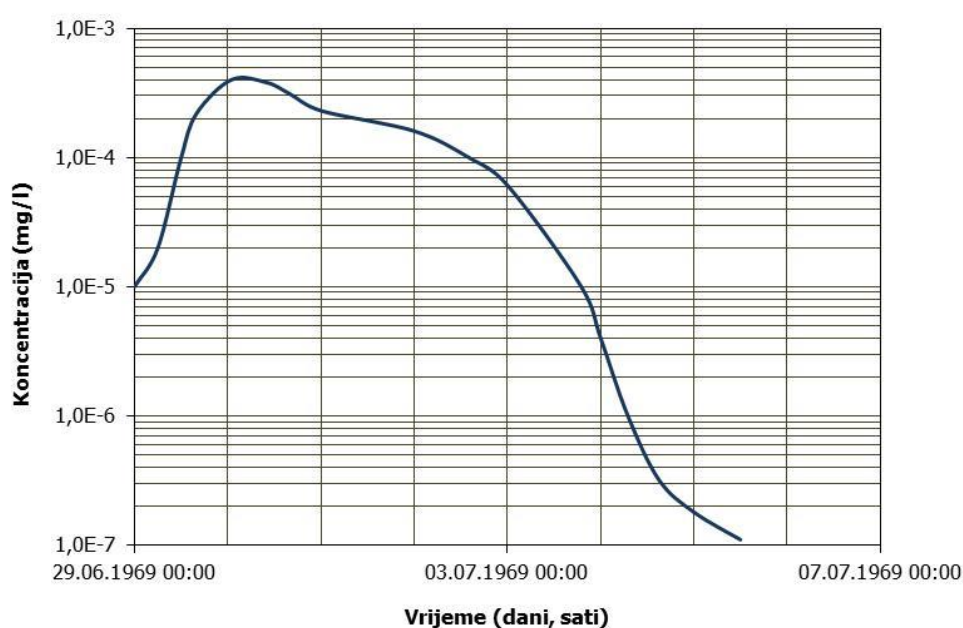
Efektivna brzina tečenja podzemne vode (V_{ef}) u kraškoj izdani određena je prema obrascu:

$$V_{ef} = \frac{L}{t},$$

gdje je:

L- ukupno rastojanje između mjesta ubacivanja boje i uzimanja uzoraka (≈ 12.800 m),

t-vrijeme proteklo od ubacivanja boje do pojave maksimalne koncentracije (= 173 sati).



Slika 124. Promjena koncentracije $C_{20}H_{10}O_5Na_2$ na Vrelu Bosne tokom bojenja izvedenog na ponoru Sitnička lokva

Za gore navedene vrijednosti L i t, dobivena je slijedeća efektivna brzina toka vode u izdani (V_{ef}):

$$V_{ef} = \frac{L}{T} = \frac{12.800m}{173h} = 74,0 m/h = 1.776 m/dan.$$

Tabela 11.4.2. Mjerenja brzine podzemne vode u kraškoj izdani bloka Igman-Bjelašnica

Lokacija bojenja/osmatranja	Datum i vrijeme trasiranja	Datum i vrijeme max. pojave trasera	Vrijeme putovanja trasera (h)	Udaljenost (m)	Prividna brzina vode - V_{ef}	
					(m/h)	(m/dan)
Ponir (Sitnička lokva)/Vrelo Bosne*	22.06.1969 20:00	30.06.1969 01:00	173	12.800	74,0	1.775,7
Jama (Veliko polje)/Semizov bunar*	24.05.1969 19:00	04.06.1969 21:00	266	7.000	26,3	631,5
Jama (Veliko polje)/Stojčevac*		05.06.1969 01:00	270	7.300	27,0	648,9
Babin do/Vrelo Bosne		—	—	11.350	—	—

Lokacija bojenja/osmatranja	Datum i vrijeme trasiranja	Datum i vrijeme max. pojave trasera	Vrijeme putovanja trasera (h)	Udaljenost (m)	Prividna brzina vode - V_{ef}	
					(m/h)	(m/dan)
Babin do/Hrasničko vrelo	07.12.2010 11:00	18.12.2010 18:40	272	8.850	32,6	781,8
Babin do/Semizov bunar		22.12.2010 20:45	370	9.900	26,8	642,6

(* Izvor: Đerković, 1971)

11.4.3.1 BOJENJE PONORA JAMA NA VELIKOM POLJU

Ponor Jama nalazi se na Velikom polju na planini Igman. Koordinate ponora u koji je ubačen obilježivač su: $x = 6.521.600$ m, $y = 4.844.900$ m, dok mu je nadmorska visina oko 1.200 mn.m. (Đerković, 1971).

Kao obilježivač korišten je natrijumfluorescein u količini od 50 kg. Boja je ubačena u ponor Jama dana 24.05.1969. godine u 19:00 sati. Pojava boje praćena je na dva vrela: Semizov bunar i Stojčevac.

Na vrelu Semizov bunar, prva pojava boje registrirana je 01.06.1969. godine u 13:00 sati, dok je maksimalna koncentracija utvrđena 04.06.1969. godine u 21:00 sati. Boja je nestala iz vode 08.06.1969. godine u 01:00 sati. S obzirom na udaljenost vrela od mjesta ubacivanja boje 7,0 km, utvrđena je prividna brzina tečenja podzemne vode od 26,3 m/h, odnosno 631,5 m/dan.

Na vrelu Stojčevca boja je prvi puta registrirana 03.06.1969. godine u 13:00 sati. Maksimalna koncentracija utvrđena je 05.06.1969. godine u 01:00 sati, a nestanak boje registriran je 08.06.1969. godine u 08:00 sati. Kako je udaljenost između mjesta ubacivanja i osmatranja boje oko 7,3 km, utvrđena je efektivna brzina podzemne vode od 27,0 m/h (648,9 m/dan).

11.4.3.2 BOJENJE PONORA NA BABINOM DOLU

U okviru realizacije ovoga projekta izvršeno je hidrogeološko bojenje ponora u Babinom dolu na Bjelašnici. Ovaj ponor ranije nije ispitivan, premda se radi o značajnoj lokaciji, na kojoj egzistira turistički kompleks, sa većim brojem hotela, restorana i drugih turističkih sadržaja. Ponor je lociran na koordinatama $x = 6.523.260$ m i $y = 4.841.434$ m, a nadmorska visina je 1.235 mn.m.



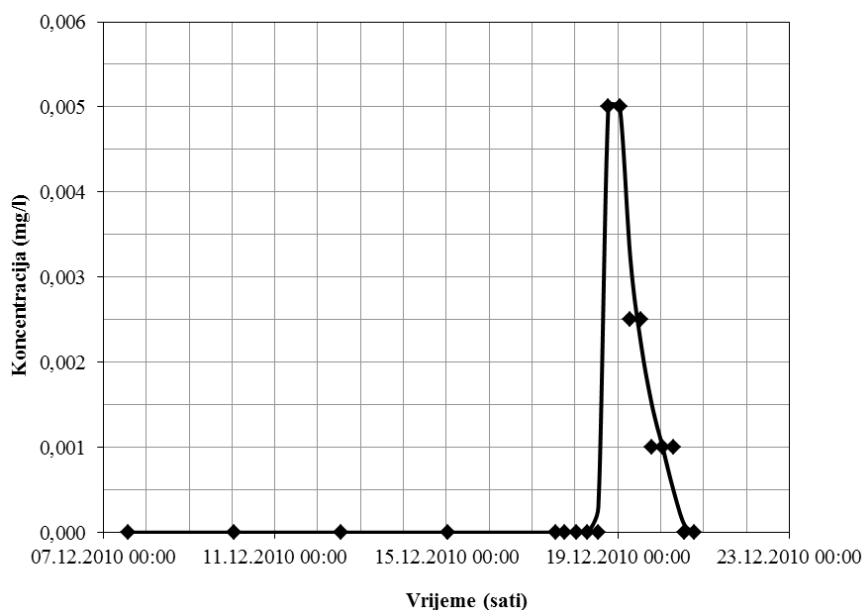
Slika 125. Ubacivanje obilježivača 07.12.2010. godine na lokalitetu Babin do

Obilježavanje ponora izvršeno je korištenjem natrijumfluoresceina, koji je ubačen u ponor u količini od 15 kg. Ubacivanje obilježivača izvršeno je dana 07.12.2010. godine u 12:00 sati. Pripremljeni traser ispušten je u sabirni šaht sistema za odvodnju oborinskih voda sa platoa u zoni ponora, koji je direktno povezan sa upojnim bunarom kojim se oborinske vode infiltriraju u tlo. Po upuštanju obilježivača, izvršeno je ispuštanje $8,5 \text{ m}^3$ vode kako bi se osigurao brzi transport obilježivača do upojnog bunara.

Pojava boje praćena je na tri vrela: Vrelu Bosne, Hrasničkom vrelu i vrelu Semizov bunar.

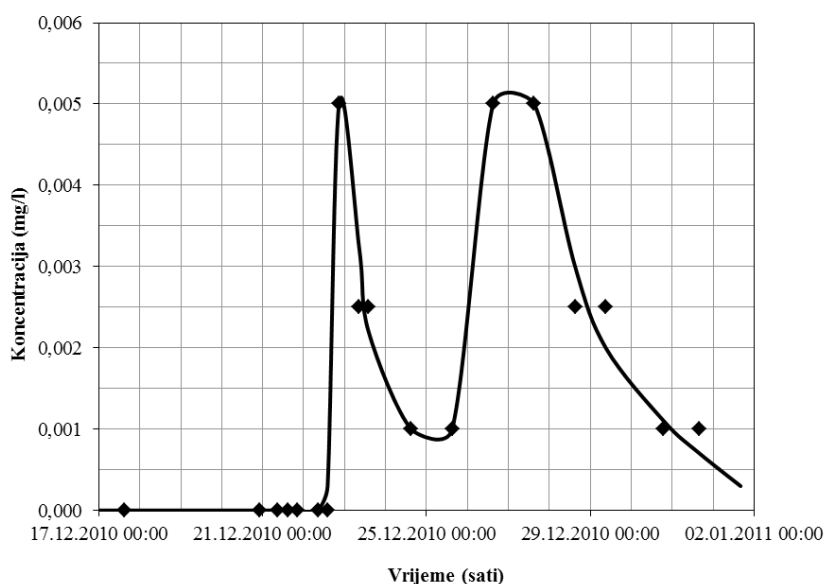
U periodu praćenja pojave obilježivača na navedenim vrelima, koji je trajao do 05.01.2011. godine, boja nije registrirana na Vrelu Bosne.

Na Hrasničkom vrelu obilježivač se pojavio 18.12.2010. godine u 18:40 sati, oko 272 sata nakon ubacivanja u ponor na Babinom dolu. S obzirom na udaljenost vrela od ponora koja iznosi 8,85 km, utvrđena je prividna brzina podzemne vode od 32,6 m/h, odnosno 781,8 m/dan.



Slika 126. Promjena koncentracije natrijumfluoresceina ($C_{20}H_{10}O_5Na_2$) na Hrasničkom vrelu tokom bojenja na ponoru u Babinom dolu

Prva pojava obilježivača na Semizovom vrelu registrirana je 22.12.2010. godine u 20:45 sati, oko 370 sati nakon ubacivanja u ponor. Na ovom vrelu registrirana je i druga pojava boje, 26.12.2010. godine u 15:00 sati, oko 90 sati nakon prve pojave. Pojava više pikova boje dosta je uobičajena u kraškim izdanima, s obzirom da se cirkulacija podzemnih voda odvija privilegiranim pravcima u zonama povećane okršenosti, što je vjerojatno i ovdje slučaj. Uzimajući u obzir pojavu prvog maksimuma na dijagramu promjene koncentracije obilježivača, određena je prividna brzina podzemne vode koja iznosi 26,8 m/h, odnosno 642,6 m/dan.



Slika 127. Promjena koncentracije $C_{20}H_{10}O_5Na_2$ na Semizovom bunaru tokom bojenja na ponoru u Babinom dolu

Na osnovu prikupljenih podataka i izvršenih mjerenja, koji su prethodno prezentirani, konstatirane su brzine tečenja podzemne vode u stijenama pukotinsko kavernozone poroznosti od 631,5 do 1775,7 m/dan. Izraženo preko vremena proteklog od ubacivanja obilježivača do prve pojave na osmatranom vrelu, brzine podzemne vode kreću se od 0,83 do 2,3 cm/s, što je u granicama karakterističnih brzina tečenja podzemnih voda u

Dinarskom karstu (Skopljak, 2006a). Može se uočiti da se većina izmjerenih brzina podzemne vode u kraškoj izdani kreće od 26,3 do 32,6 m/h (631,5-781,8 m/dan), a da je samo bojenje ponora Ponir na Sitničkoj lokvi rezultiralo oko 2,3-2,8 puta većim brzinama podzemne vode.

11.5 BRZINE U OTVORENOM VODOTOKU

Na rijeci Bosni se nalaze dva zahvata. Jedan neposredno uz izvor, a drugi nizvodno oko 2 km.

Da bi se definirale zone zaštite ova dva zahvata izvršena su mjerenja brzina na nizvodnom profilu.

Granica zaštite zahvata na otvorenom vodotoku se određuje uzvodno na dužini od 3 sata tečenja pri maksimalnim protocima.

Mjerenja na nizvodnom profilu su vršena u tri navrata. U nastavku teksta prikazani su rezultati.

Datum	Q (m ³ /s)	V _{sr} (m/s)	V _{max} (m/s)
jul 2011. godina.	1,89	0,15	0,31
februar 2011 godina	1,19	0,18	0,38
novembar 2010.godina	3,05	0,36	0,46

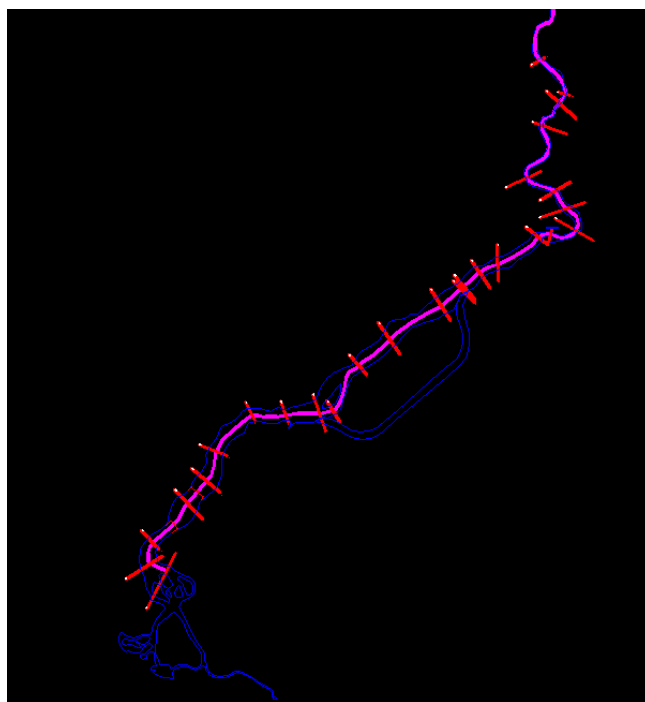
Manning				
B	35	35	35	35
m	0	0	0	0
n	0.033	0.033	0.033	0.033
S	0.00043	0.00043	0.00043	0.00043
h	0.2	0.4	1	1.5
Q	1.50	4.73	21.29	41.11
A	7	14	35	52.5
v	0.21	0.34	0.61	0.78

Dužina do glavnih vrela rijeke Bosne je L = 1880 m, a dužina od najudaljenijeg vrela (jugoistočno) do zahvata iz otvorenog toka L = 1600+670 = 2270 m.

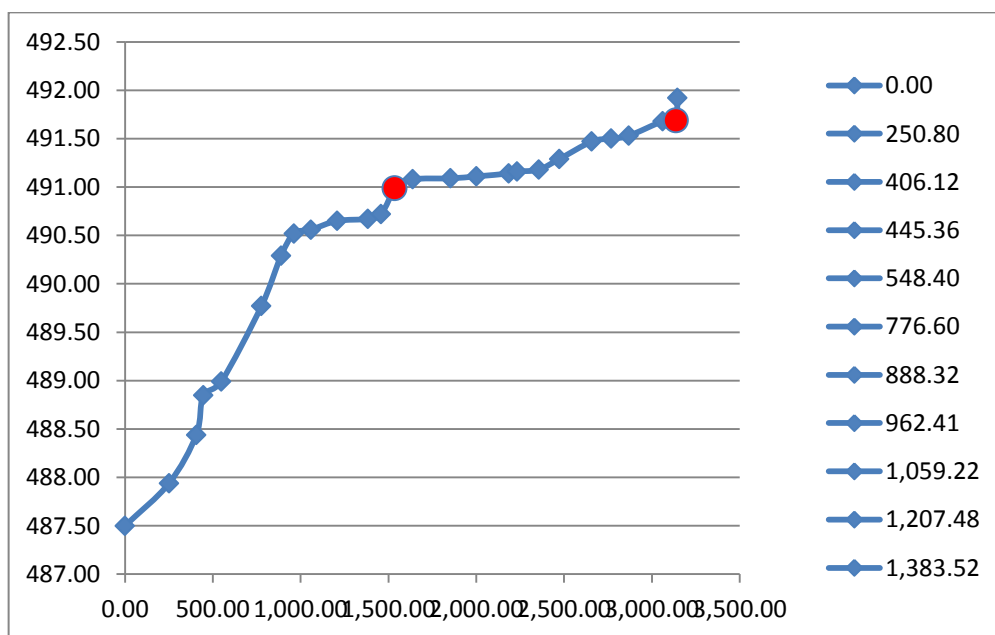
Usvojena kritična (mala) brzina u vodotoku v = 0,21 m/s i dužina koju voda pređe unutar tri sata je:

$$L = 0,21 \times 3600 \times 3 = 2268 \text{ m} \sim 2270 \text{ m} \geq 1880 \text{ m}$$

Iz toga proizlazi da je cijela dužina vodotoka u prvoj zoni zaštite (unutar 3 sata) za male vode i minimalne brzine tečenja. Kod većih voda (srednje i velike) brzine su veće pa bi i obuhvat bio veći od raspoloživog. Oдавde se može zaključiti da je cijeli tok r. Bosne do izvorišta u prvoj zaštitnoj zoni.



Slika 128. Rijeka Bosna na razmatranoj dionici



Slika 129. Uzdužni profil toka (između crvenih markera je reprezentativni dio toka s malim padom – na strani sigurnosti – od 0,0434%)

Tabela 11.5.1. Uzdužni profil toka –tabelarni prikaz

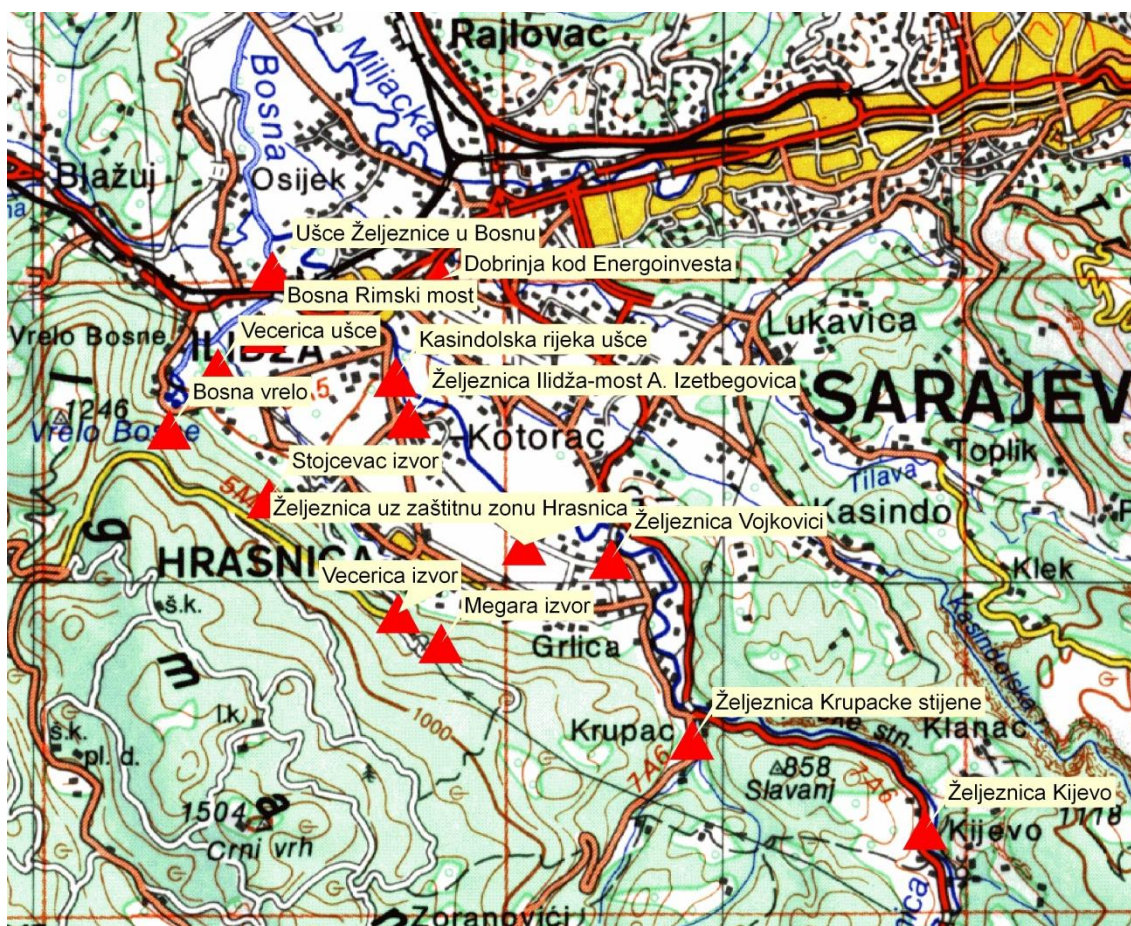
naziv	razmak između profila	stacionaža	kota dna	naziv	razmak između profila	stacionaža	kota dna
Ušće	0,00	0.00	487,50	P14	11,61	1 545.26	491,00
P26	250,80	250.80	487,94	P13	93,18	1 638.44	491,08
P25	155,32	406.12	488,44	P12	214,71	1 853.15	491,09
P24	39,24	445.36	488,85	P11	148,49	2 001.64	491,11
P23	103,04	548.40	488,99	P10	182,29	2 183.93	491,14
P22	228,19	776.60	489,77	P9	47,40	2 231.33	491,16
P21	111,72	888.32	490,29	P8	124,13	2 355.46	491,18
P20	74,09	962.41	490,52	P7	118,13	2 473.59	491,29
P19	96,81	1 059.22	490,56	P6	183,84	2 657.43	491,47
P18	148,26	1 207.48	490,65	P5	110,92	2 768.35	491,50
P17	176,04	1 383.52	490,67	P4	100,72	2 869.07	491,53
P16	74,90	1 458.42	490,72	P3	192,64	3 061.71	491,68
P15	75,23	1 533.64	490,99	P2	73,64	3 135.35	491,69
				P1	10,64	3 145.99	491,92

12.1 OSNOVNE KARAKTERISTIKE

S ciljem definiranja kvalitativnih karakteristika rubnih vodotoka, u prvoj fazi realizacije ovog projekta izvršeno je uzorkovanje i analiza kvaliteta vode rijeka Bosne, Željeznice, Večerice, Dobrinje i Kasindolskog potoka. Izvršena su ispitivanja fizičko-hemijskih, bioloških i mikrobioloških parametara. Tabelarni prikazi rezultata ispitivanja su dati u prilogu.

Izvršene su tri serije uzorkovanja: 25-27.08.2010., 01-03.11.2010. i 24-27.05.2011. godine. Ispitivanje je izvršeno na ukupno 15 lokacija, i to: sedam profila na rijeci Željeznici, po dva profila na rijekama Bosni i Večerici, po jedan profil na Kasindolskoj rijeci i rijeci Dobrinji, te na vrelima Stojčevac i Megara. Lokacije ispitivanja prikazane su na narednoj slici.

Uzorci za ispitivanje mikrobioloških parametara uzeti su u periodima: 01-03.11.2010.godine, 21-22.03.2011., 24-27.05.2011.



Slika 130 Lokacije ispitivanja kvalitativnih karakteristika voda u slivu izvorišta

Pored toga, istraživanja kvaliteta vode obuhvatila su podzemne vode u izvorišnim zonama Konaci, Bačevo, Sokolović kolonija i Stup. Izvršene su dvije serije uzorkovanja dana 04.01.2011. i 21.03.2011. godine, a bili su obuhvaćeni slijedeći vodozahvatni objekti:

- na izvorišnoj zoni Konaci: bunari KB2, KB4 i KB10,
- na izvorišnoj zoni Bačevo: bunari AB1, AB4, MB5 i MB8,
- na izvorišnoj zoni Sokolović kolonija: bunari SKB2, SKB3 i SKB5,
- na izvorišnoj zoni Stup: zbirna voda sa bunara SB1, SB2 i SB3.

Paralelno sa ispitivanjima navedenih bunara, uzorci za ispitivanje kvaliteta uzeti su na karakterističnim profilima površinskih vodotoka, koji mogu uticati na kvalitet podzemne vode, i to:

- na rijeci Bosni: Vrelo Bosne i profil vodozahvata filter stanice „Bosna“,
- na rijeci Željeznici: profil kod bunara SKB2,
- na rijeci Večerici: u naselju Glavogodina.

Radi kontrole efekata prečišćavanja na Filter stanici „Bosna“, uzorak vode uzet je i nakon uređaja za prečišćavanje.

Za pravilnu ocjenu kvaliteta podzemnih voda izvorišta Sarajevsko polje potrebno ih je posmatrati kroz sve etape istraživanja vezanih za kvalitet podzemnih voda, kao i najvećih vodotoka koji prihranjuju ovo izvorište. Zato su pored izvršenih analiza, korišteni i raspoloživi historijski podaci prethodnih istražnih radova, prvenstveno iz perioda od 1967. do 1991. godine. Pored toga, korišteni su i historijski podaci prikupljeni od nadležnih institucija i preduzeća, prvenstveno KJKP „Vodovod i kanalizacija“ Sarajevo i Zavoda za javno zdravstvo Kantona Sarajevo.

Interpretacija rezultata vršena je u skladu sa Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće („Službeni glasnik BiH“, broj 40/10, od 17.05.2010. godine; BiH, 2010; u daljem tekstu: Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti), i važećim uredbama o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotoka:

- Uredbom o klasifikaciji voda i voda obalnog mora Jugoslavije u granicama Socijalističke Republike Bosne i Hercegovine („Službeni list RBiH“, broj 2/92 i 13/94, „Službeni list SRBiH“, broj 19/80; RBiH, 1994a; u daljem tekstu: Uredba o klasifikaciji voda), te
- Uredbom o kategorizaciji vodotoka („Službeni list RBiH“, broj 2/92 i 13/94, „Službeni list SRBiH“, broj 42/67; RBiH, 1994).

Usvajanjem Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti van snage je stavljen raniji Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće („Službeni list RBiH“, broj 2/92 i 13/94, „Službeni list SFRJ“, broj 33/87 i 13/91; RBiH, 1994). Uslijed ovih izmjena važećih propisa, došlo je do određenih promjena u oznakama i izražavanju MDK vrijednosti za pojedine parametre, i to:

- Utrošak KMnO_4 sada se prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti izražava kao $\text{mg O}_2/\text{l}$, čija MDK vrijednost iznosi $5 \text{ mg O}_2/\text{l}$. Po pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće jedinica za izražavanje koncentracije je $\text{mg KMnO}_4/\text{l}$, a MDK vrijednost je iznosila $12 \text{ mg KMnO}_4/\text{l}$. Navedene vrijednosti su iste, samo drugačije izražene.
- Sva ispitivana azotna jedinjenja, i to amonijak, nitrati i nitriti, u ranijim istražnim radovima izražavana su kao mg N/l , a njihove MDK vrijednosti izražavane su samo kroz sadržaj azota. U ovom radu su historijski podaci o azotnim jedinjenjima prikazani u skladu sa tada važećim oznakama, a također su date i tada važeće MDK vrijednosti. Nove analize urađene u okviru ovog projekta izražavane su isključivo kao $\text{mg NH}_4^+/\text{l}$, $\text{mg NO}_3^-/\text{l}$, i $\text{mg NO}_2^-/\text{l}$, a u skladu s tim i MDK vrijednosti.

- Orto fosfati se izražavaju kao mg P/l u svim novim analizama, dakle kao sadržaj ukupnog fosfora, a u skladu s tim i MDK vrijednosti. U nekim od ranijih analiza rezultati su prikazivani kao sadržaj mg PO_4^{3-} /l. Ukoliko su takvi historijski podaci uključeni u interpretaciju, u tabelama su prikazivani u izvornim jedinicama, a u skladu s tim i MDK vrijednosti.

U svim uzorcima analiziranim u okviru ovog projekta određivane su vrijednosti sljedećih fizičko-hemijskih parametara: miris, boja, pH vrijednost, ukupni isparni ostatak na 105°C, suspendovane čvrste supstance, rastvoreni kisik i zasićenost kisikom, elektroprovodljivost, ukupna, karbonatna i nekarbonatna tvrdoća, kalcijum, magnezijum, kalijum, natrijum, slobodni ugljen dioksid, hidrokarbonati, hloridi, amonijačni, nitratni i nitritni azot, silicijum dioksid, ortofosfati, sulfati, utrošak KMnO_4 , biohemijska potrošnja kisika (BPK_5), kao i prisustvo teških metala, i to željeza, mangana, ukupnog hroma, olova, kadmijuma, nikla, bakra i cinka.

Istovremeno sa uzorcima za fizičko-hemijsku analizu uzeti su i uzorci na istim profilima i bunarima za bakteriološku analizu u posebno pripremljenim sterilnim staklenim bocama te su određivani: broj ukupnih živih klica u 1 ml vode na 22 °C i 37 °C, broj ukupnih koliformnih klica u 100 ml vode, te prisustvo patogenih sojeva *Escherichia coli* i *Clostridium Species*.

Najvažniji hemijski parametri čija prisutnost ukazuje na moguća zagađenja:

• NH_4^+

Amonijum-ion može dospjeti u industrijske tokove iz komunalnih i industrijskih otpadnih voda, a također i preko procjedne vode iz deponija smeća, đubrišta i skladišta stočne hrane na poljoprivrednim dobrima te ispiranjem umjetnih gnojiva sa sadržajem amonijaka nakon jakih kiša ili koji nastaje kao produkt procesa truljenja, kao što se mnogostruko nalazi u tlu. (MDK - granična vrijednost: 0.05 mg/l)

• NO_2^-

Natrij- i kalij-nitrit dozvoljeni su kao dodaci prehrambenim proizvodima, pored ostalog u proizvodnji suhomesnatih proizvoda (nitritna sol sa cca. 5-40 ppm NO_2^-) i stoga za ljude predstavljaju najveći izvor nitrita. Ukoliko se prehrambena namirnica s visokim sadržajem nitrita ponovno podgrijava, dolazi do bakterijske redukcije do nitrita koji se u želucu, u prisutnosti amina iz hrane, mogu promijeniti u kancerogene, mutagene nitrozoamine. U pitkoj vodi ne smije biti nitrita, tj. ne bi se smjeli dokazati, budući da se tokom obrade pitke vode uvijek oksidira do nitrata (MDK – granična vrijednost 0,50 mg/l).

• NO_3^-

Viša koncentracija nitrata u vodi u suštini nije neposredno opasna za zdravlje. S higijenskog stava nitrati predstavljaju indikator zagađenja koji snažno ukazuje na opterećenje organskim ili anorganskim otpadnim tvarima koje sadrže azot i na intenzitet njihove razgradnje. Azot u nitratima ima velik značaj u području opskrbe pitkom vodom. Propisi o kvaliteti vode (EU) za površinske vode iz kojih se crpi pitka voda zahtijevaju kao graničnu vrijednost 25 mg/l nitrata. Za dojenčad maksimalan sadržaj nitrata u vodi trebao bi biti čak 10 mg/l, budući da se voda koristi u pripremi dječje hrane. (MDK - granična vrijednost: 50 mg/l)

• PO_4^{3-}

Fosfati su neotrovni anorganski oblik u kojem se fosfor najčešće nalazi. Ipak oni trebaju u pitkoj vodi postojati najviše u tragovima, budući da više koncentracije zbog njihovog puferskog djelovanja mogu za rezultat dovesti do probavnih smetnji. Osjetljivi su na promjene koncentracija kisika što može dovesti do njihovog izdvajanja iz sedimenta, pa su čest indikator zagađenja vodotoka i izvorišta drugim biorazgradivim materijama (izuzetak su kraška tla čiji je sediment izuzetno siromašan fosfatima). Na osnovu njihovih učinaka protiv korozije fosfati smiju biti primijenjeni kod postupaka u predtretmanu pitke vode, ali se pri tome ne smije preći 2,2 mg PO_4^{3-} /l).

Za zaštitu cijevnog voda od agresivnih voda dovoljno je cca. 0,1 mg/l. (preporučena granična vrijednost: 0.02 mg/l)

•**Ukupna tvrdoća:**

Svaka voda u prirodi sadrži pored rastvorenih gasova (kao O₂, N₂, CO₂) također i brojne soli. Prvenstveno se pri tome radi o kalcij- i magnezij-hidrogenkarbonatima, sulfatima i hloridima. Ove soli označavamo kao faktore tvrdoće vode. Pojam tvrdoća ima porijeklo u činjenici da se sapuni vežu sa solima koje čine tvrdoću, stvaraju flokule i ne nastaje pjena. U skladu s tim je visoka potreba za sapunom. Razgradnjom navedenih hidrokarbonata kalcija i magnezija nastaju njihovi nerastvorni karbonati koji se talože u obliku kamenca. On znatno usporava provođenje toplote električnih grijača u uređajima i izaziva začepljenje vodovodnih cijevi pričinjavajući pri tome veliku ekonomsku štetu u domaćinstvima. Tvrdoća vode djeluje na ukus jela i pića. Veoma tvrde vode djeluju kao purgativi. (preporučena granična vrijednost: 2-10°dH)

•**pH-vrijednost:**

pH vrijednost je mjera neutralne, kisele ili bazne (alkalne) reakcije vodenih rastvora i definirana je kao negativan dekadni logaritam koncentracije vodonikovih jona (H⁺ odnosno hidratisanog H₃O⁺). Čiste vode imaju kod 25°C pH=7 (neutralna tačka), a to znači da 1 l čiste vode sadrži 1/10000000 g=10⁻⁷ g/l H⁺ odnosno H₃O⁺ iona. (EU-okvirna vrijednost: 6.5-8.5, max 9.5)

•**Teški metali:**

Pojam teški metali odnosi se na sve metale koji imaju specifičnu gustinu veću od 5 g/cm³. U teške metale spadaju elementi veoma široke industrijske primjene, a neki od njih su visoke toksičnosti. Karakteriše ih nerazgradivost, tendencija zadržavanja u sedimentu kao i bioakumulacije u živim organizmima. Najtoksičniji teški metali koji spadaju u opasne supstance su olovo, kadmijum i živa.

Olovo je jedan od najčešće pronalazanih teških metala u pitkoj vodi. Porijeklo olova u podzemnim vodama vezuje se najčešće za saobraćaj i emisije u zrak iz motornih vozila, prvenstveno zbog aditiva gorivima na bazi olova, ali nije isključena mogućnost pojave autohtonog olova kojeg voda ispira iz stijena kroz koje protiče. Također, važno je naglasiti da u vodovodima mnogih starijih kuća i gradova, voda još uvijek teče kroz olovne cijevi. Što je duže voda u dodiru s olovnom cijevi, to više tog toksičnog metala ona apsorbuje.

Kadmijum dospijeva u vode putem industrijskog otpada ili preko umjetnih aditiva poljoprivrednim zemljištima, prvenstveno fosfornih đubriva. Ovaj veoma toksični metal često prati olovo u proizvodima koji sadrže navedeni teški metal, i može se u većim količinama naći u mrljama koja su rezultat curenja motornih ulja iz vozila u blizini većih saobraćajnica.

Živa u vodu ulazi uslijed erozije prirodnih odlagališta, otpadnih tvari iz rafinerija i tvornica te otpadnih voda sa smetlišta i farmi. Jedan je od najotrovnijih elemenata. Iako gradski vodovod normalno uklanja živu, ljudi koji vodu povlače iz privatnih bunara potpuno su nezaštićeni, posebno u područjima intenzivne poljoprivrede.

Na mobilnost teških metala u veoma velikoj mjeri utiču kisele kiše koje su rezultat rastvaranja sumpornih i azotovih oksida porijeklom od emisija u zrak. Glavnu odgovornost za opterećenja uzrokovana kiselim kišama snose dim iz industrija i domaćinstava i izduvni plinovi u saobraćaju. Dospije li kisela kiša u tlo, sniženjem pH oslobađaju se teški metali akumulirani u tlu koji mogu opteretiti podzemne vode, a time i pitku vodu. Na taj način se čovjek izlaže pojačanom unošenju teških metala u organizam.

Koliformne bakterije

Definicija koliformnih bakterija: Gram negativni stapići sposobni fermentirati tečnu laktozu uz proizvodnju kiseline i gasa na temperaturi 37°C. Za identifikaciju koliforma poštovali smo ovu definiciju. Napominjemo da se s promjenom metodologije rada mijenja i definicija koliforma, ali je uvijek vezana za fermentaciju laktoze. (ISO 9308 i ISO 17025) Prema Karakaševiću, tu spadaju: *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp, *Enterobacter* spp, *Serratia* spp.

Bez ostalih indikatora nalaz koliforma znači staro zagađenje ili postojanje "mikrobnih gnijezda".

Termotolerantni koliformi ili fekalne koliformne bakterije

Definicija: to su koliformne bakterije sa svim osobinama koliforma koje još fermentiraju laktozu uz proizvodnju gasa i kiseline na 44°C na tečnim podlogama. Druga definicija je prilagođena identifikaciji membran filtracijom gdje se proizvodnja gasa ne primjećuje, te se u definiciji spominje fermentacija laktoze na 44°C.

Fekalne koliformne bakterije potiču iz crijeva ljudi i životinja, te njihovo prisustvo govori za svježije fekalno zagađenje i na moguće prisustvo patogenih mikroorganizama. Njihovo prisustvo u vodotocima predstavlja opasnost od zagađenja podzemnih voda, izvorišta i bunara.

Voda za piće koja sadrži fekalne koliforme je epidemiološki opasna.

Fekalni streptokoki : sinonimi *Streptococci* grupe D, *Streptococcus intestinalis*, *Enterococcus*

Stanovnici su crijeva ljudi i životinja, te predstavljaju važan indikator fekalnog zagađenja. Zbog svoje otpornosti na PH, temperature i veći salinitet, preživljavaju u vodi duže od drugih bakterija. Ukoliko se nađu u vodi sami bez ostalih indikatora smatraju se starim fekalnim zagađenjem.

Proteus spp.

Proteus spp. je značajan higijenski indikator jer njegov nalaz ukazuje ne samo na fekalno zagađenje, već i na zagađenje organskim materijama u raspadu.

Pseudomonas aeruginosa

Rasprostranjen je u prirodi i dugo nije bio uvršten kao indikator kvaliteta vode. Danas se smatra fekalnim zagađenjem. Učestvuje i u razgradnji aminokiselina i ukazuje i na vjerojatnoću prisustva organskih materija.

Clostridium spp.

Anaerobne sulfitoreducirajuće sporogene bakterije, imaju sposobnost dugog preživljavanja u vanjskoj sredini, ubikvitarne su, nalaze se u tlu, ali i u crijevima ljudi i životinja. Njihov nalaz bez ostalih indikatora govori za staro fekalno zagađenje.

Neki specijesi izazivaju ozbiljna oboljenja (tetanus, botulizam, alimentarne toksikoinfekcije), ali u vodama nemaju značaj kao patogeni, već isključivo kao indikatori higijenskog statusa vode.

Standardi kvaliteta vode se baziraju na otkrivanju intestinalnih bakterija kao indikatora fekalnog zagađenja fecesom životinja i ljudi. Njihovo prisustvo u vodi ukazuje na mogućnost prisustva i parogenih bakterija (*Salmonella* spp, *Shigella* spp, *Vibrio cholerae*, *Yersinia* spp, enteropatogene *E. coli*), a i crijevnih helminata, protozoe (*Entamoeba histolytica*, *Giardia*) i Enterovirusa (Hepatitis, Polio, Adeno, Rota)

Analizirajući kvalitet vode s mikrobiološkog stanovišta, u vodi ne tražimo patogene sojeve, već indikatore fekalnih zagađenja. Patogene bakterije se traže ukoliko postoje epidemiološke indikacije po posebnim metodama.

U okviru praćenja higijenskog statusa voda slivnog područja Sarajevsko polje, kontrolirane su rijeke Bosna, Željeznica, Kasindolska rijeka, VečERICA, Dobrinja.

Sve fizičko-hemijske analize vršene su u laboratoriji Instituta za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu. Bakteriološke analize rađene su od strane laboratorije Zavoda za javno zdravstvo Kantona Sarajevo.

Tabela 12.1.1. Prikaz kontroliranih voda s mjesecima, godinama urađenih analiza, izoliranih indikatora zagađenja i broj obavljenih analiza u tom vodotoku

Vodotok	Tab.	Mjeseci obavljene analize	Godine obavljene analize	Indikatori fekalnog zagađenja	Analizirano broj
Bosna					
Profil Vrelo Bosne	52	5,6,7,8,9,10,11	2010	16 fekalnih koliformia 4 fekalni streptokoki, 1 <i>Proteus</i> spp.	25
Kod Labuda	53	5,6,7,8,9,10,11	2010	11 fekalnih koliforma, 6 fekalni streptokoki,	19
Vodozahvat	54	5,6,10	2010	6 fekalnih koliforma, 2 <i>Pseudomonas</i> spp	7
I Profil rijeke Bosne, vodozahvata i ispod Labuda	55	5,6,7,8,9,10,11	2010	Kao u tab 52, 53 i 54 Broj klica se povećava znatno oko Labuda	
Rezultati bak. analize Bosne za profil Vrelo Bosne, vodozahvat i ispod Labuda	56			Tab. 52, 54 i 55 Fekalni koliformi, fekalni streptokoki u značajno manjem broju	
Profil Vrelo Bosne, kod Rimskog Mosta i prije vodozahvata	63			Tab: 52, 54 Fekalni koliformi	
Profil Rimski most	64	5,8,9,10	2008	4 fekalna koliforma, 3 fekalni streptokoki 2 klostridije	4
Profil Vrelo Bosne	65	1,3,4,5,7,8,9,10,11	2010	8 fekalnih koliformi, 6 fekalni streptokoki 1 <i>Pseudomonas</i> spp	11
Željeznica					
Pejton, ušće, Kijevo, Krupac	66	5,6,7,9,8	2008	U svim uzorcima veliki Broj živih klica, fekalnih koliforma, fekalni streptokoki i Klostridija	12
				U svim uzorcima veliki	6

Vodotok	Tab.	Mjeseci obavljene analize	Godine obavljene analize	Indikatori fekalnog zagađenja	Analizirano broj
Kasindolska Rijeka, Kula, ušće	67	6,7,8	2008	Broj živih klica,, fekalnih koliforma, fekalni streptokoki I Klostridija	
Kasindolska Rijeka I Željeznica	68	5,8	2007, 2009, 2011	U svim uzorcima veliki broj živih klica,, fekalnih koliforma, fekalni streptokoki I Klostridija	8
VečERICA					
Ušće i Glavogodina	69	1	2011	Fekalni koliformi fekalni streptokoki	3
Vrelo		1,	2011	nema izolacija	
Dobrinja	70				
Stup, Azići, Lukavica, ušće		5,6,7,8,9	2007,2008,2009, 2011,	U svim uzorcima veliki broj živih klica,, fekalnih koliforma, fekalni streptokoki I Klostridija	13
Vrutci	71	6,7	2008	U junu: nema voda ispravna U julu: fekalni koliformi, fekalni streptokoki Klostridije	2
Potok izvor	72	4	2011	Nema izolacije	
Stojčevac	72	4	2011	Fekalni koliformi, E fekalni streptokoki	

Tabela 12.1.2. Prikaz rezultata bakterioloških analiza bunara:

Oznake bunara	Tab.	Mjeseci	Godine	Nalazi	Br uzoraka
AB1,2,3 I MB4	73	4,5	1998	Nema indikatora fekalnog zagađenja	11
AB1i 4, MB8 I 15	74	1	2011	Nema indikatora fekalnog zagađenja	5
SKB 2,3,4,5	75	1, 6, 7	2004, 2005	Nema indikatora fekalnog zagađenja	16
SKB 2,3,4,5	76	8, 6, 7	2006, 2007	Nema indikatora fekalnog zagađenja	16
SKB 2,3,4,5	77	3, 5, 2, 9	2008 2009	Nema indikatora fekalnog zagađenja	20
SKB2,3,4,5	78	6, 7, 9	2010	Nema indikatora fekalnog zagađenja	12
SKB 2, 3	79	1 -12	2009	Nema indikatora fekalnog zagađenja	24
SKB 4, 5	80	1 -12	2009	Nema indikatora fekalnog zagađenja	24
SKB 2, 3	81	1 -12	2009	Nema indikatora fekalnog zagađenja	24
SKB 4, 5	82	1 -12	2009	Nema indikatora fekalnog zagađenja	24
SKB 2, 3, 4, 5	83	1,6,7	2004 2005	Nema indikatora fekalnog zagađenja	16
SKB 2, 3, 4, 5	84	8, 6, 7	2006 2007	Nema indikatora fekalnog zagađenja	16
SKB 2, 3, 4, 5	85	3, 5, 2, 9	2008 2009	Nema indikatora fekalnog zagađenja	20

Oznake bunara	Tab.	Mjeseci	Godine	Nalazi	Br uzoraka
SKB 2, 3, 4, 5	86	6, 7, 9	2010	Nema indikatora fekalnog zagađenja	12
SKB 2, 3, 4, 5	87	1	2011	Nema indikatora fekalnog zagađenja	3

Dana 15.02.2011. godine izvršeno je terensko uzimanje uzoraka makroinvertebrata i bentosa za potrebe hidrobioloških ispitivanja površinskih voda u slivnom području Sarajevskog polja. Uzorkovanje je izvršeno na slijedećim profilima: L1 - Željeznica Krupac, L2 - Željeznica Kijevo, L3 - Željeznica Vojkovići, L4 - Željeznica Lasički mlini, L5 - Željeznica Šljunkara, L6 - Željeznica Ilidža, L7 - Bosna Rimski most, L8 - Bosna Infiltracioni kanal, L9 - Vrelo Bosne, L10 - Večerica Glavogodina, i L11 - Večerica ušće. Uzorkovanje za kvalitativnu i kvantitativnu analizu je izvršeno mrežom za duboke vode, a materijal je obrađen standardnom metodologijom.

Saprobiološka analiza bilo kojeg vodenog ekosistema uključuje kvantitativnu i kvalitativnu analizu specifičnih vrsta organizama, koji spadaju u grupu saprobnih indikatora. Naime, saprobni indikatori predstavljaju određene vrste organizama, koji su prisutni samo u određenim ekološkim uvjetima, a čija prisutnost ukazuje na kvalitetu vode.

Posebno važnu ulogu među saprobnim indikatorima imaju beskičmenjaci makroskopskih dimenzija, makroinvertebrata, čije vrijednosti saprobnog indeksa su najbolji biološki pokazatelji stepena organskog zagađenja u vodotoku. S druge strane, za procjenu organskog opterećenja voda nutrijentima, ključni biološki indikator predstavljaju zajednice fitobentosa, jer se smatra da je sastav zajednica algi bentosa u prvom redu uslovljen niskom, umjerenom ili visokom koncentracijom azota i fosfora.

Osim precizne kvalitativne i kvantitativne analize saprobnih indikatora, vrlo je značajna i sistematičnost u obradi podataka, kako bi se dobio što vjerodostojniji prikaz stvarnog ekološkog stanja vodotoka na promatranom području. U tu svrhu, koriste se različiti saprobni sistemi, među kojima se najčešće primjenjuje osnovni saprobni KML sistem. Smatra se kako je KML sistem (*eng.* Kolwitz-Marsson, Liebmann system) još uvijek najbolja podloga za saprobiološku analizu vodotoka, jer omogućava kategorizaciju voda na osnovu prisutnosti organizama indikatora, a prema stepenu zagađenja organskim materijama (saprobnog indeksa). Tako razlikujemo:

- χ – ksenosaprobne vode – čiste/nezagađene vode
- α – oligosaprobne vode – slabo zagađene vode,
- β – mezosaprobne vode – umjereno zagađene vode,
- α – mezosaprobne vode – zagađene vode,
- γ – polisaprobne vode – jako zagađene vode (otpadne vode).

Dok indeks saprobnosti prikazuje stepen zagađenja organskim materijama, EBI indeks (*eng.* Extended Biotic Index), kao i većina ostalih biotičkih indeksa, služi za procjenu efekta organskog zagađenja na specifične indikatorske organizme. Tako je EBI indeks zasnovan na činjenici kako postepeno povećanje organskog onečišćenja na određenom području rezultira iščezavanjem makroinvertebrata slijedećim redoslijedom: *Plecoptera*, *Ephemeroptera*, *Trichoptera*, *Amphipoda*, *Isopoda*, *Chironomidae/Tubificidae*. Vrijednostima EBI indeksa, koje se kreću od <4 do >10, pripisani su i odgovarajući stepeni kvalitete vodotoka, kao što je prikazano u narednoj tabeli.

Tabela 12.1.3. Vrijednost EBI indeksa

Vrijednost	Stepen kvaliteta	Kategorija
>10	I	Čista voda/nezagađena
8 – 9	II	Malo zagađena sa razvijenom faunom
6 – 7	III	Umjereno zagađena
4 – 5	IV	Zagađena
<4	V	Jako zagađena

12.2 ANALIZA KVALITETA VODA U RUBNIM VODOTOCIMA

12.2.1 RIJEKA BOSNA

Rijeka Bosna od Vrela Bosne do lokaliteta Rimski most nalazi se direktno uz infiltracioni sistem izvorišta Konaci, i na toj dionici koristi se dijelom za vještačko prihranjivanje vodonosnika, ali i za direktno zahvatanje vode za piće, koja se u sistem isporučuje nakon prečišćavanja na filter stanici „Bosna“. Za fizičko-hemijsku analizu vode odabrani su lokaliteti Vrelo Bosne i Rimski most, s ciljem da se ustanovi kvalitet rijeke Bosne oko samog izvorišta, i nakon prolaska kroz užu prostor infiltracione zone.

12.2.1.1 REZULTATI FIZIČKO-HEMIJSKIH ANALIZA

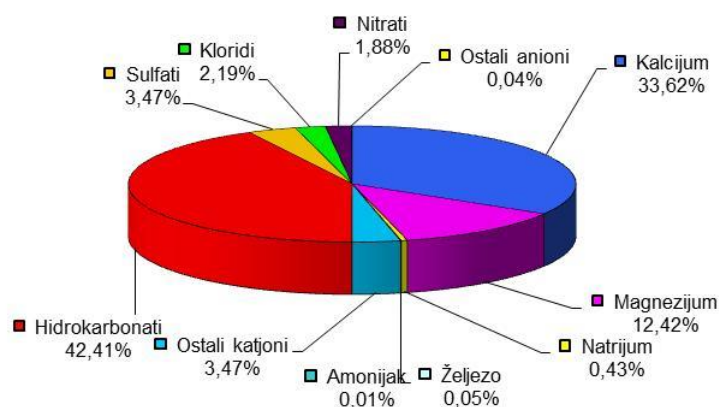
Rezultati fizičko-hemijske analize uzoraka vode uzetih na lokacijama Vrelo Bosne i Rimski most pokazuju da se radi o trokomponentnoj vodi hidrokarbonatno-kalcijsko-magnezijskog tipa. Hemijsko-minerološki sastav rijeke Bosne je dosta ujednačen i veoma stabilan od Vrela Bosne do lokaliteta Rimski most, kako je prikazano jonskim dijagramom na slici ispod.

Jonska koncentracija dominantnih kationa i aniona iznosi: hidrokarbonatni anion 3,37-3,19 me/l, kalcijski kation 2,60-2,40 me/l, magnezijski kation 0,96-1,08 me/l. Ostali kationi i anioni prisutni su tek nešto iznad 10% u odnosu na ukupnu kationsku i anionsku mineralizaciju vode.

pH vrijednost vode iznosi 7,91-8,14, što je svrstava u grupu blago alkalnih voda. Ukupna tvrdoća iznosi 174-178 mg CaCO₃, (9,73-9,96 °dH) što je svrstava u srednje tvrde vode (po Klutu).

Prema rezultatima fizičko-hemijskih analiza provedenih u okviru ovoga projekta, od parametara nutrijenata nitrati su se konstantno nalazili iznad propisanih vrijednosti prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (BiH, 2010), i kretali su se između 2,04-4,05 mg/l u periodu od 02.11.2010.-21.03.2011. godine. Manje oscilacije koncentracije nitrata, iako u okviru dozvoljenih koncentracija kao i nešto povišena saturacija kisikom mogu biti pokazatelj prisustva organskog opterećenja porijeklom od stambenih i privrednih objekata u blizini izvorišta. Od prioriternih supstanci, rezultati posljednjih analiza pokazuju prisustvo kadmijuma i olova iznad MDK vrijednosti u svim vodnim periodima. Neuobičajeno visoka koncentracija olova zabilježena je na profilu Vrelo Bosne 21.03.2011. godine, i iznosila je čak 14,8 µg/l, što je preko sedam puta više od Pravilnikom propisane vrijednosti koja iznosi 2 µg/l. Ovakvo povećanje koncentracije olova direktno na Vrelo Bosne, skupa sa konstantno povišenom koncentracijom nitrata i pojavom bakterije *escherichia coli* povezuje se sa nedavnim kvarom na kanizacionim cijevima planinskog područja Igman-Bjelašnica gdje je lociran veći broj turističkih, rekreativnih i ugostiteljskih objekata. Na profilu Rimski most također je ustanovljeno manje povećanje

koncentracije nitrata, međutim koncentracija olova 27.05.2011. godine na ovom profilu bila je dosta visoka i iznosila je 6,3 mg/l. Iako 2010. godine nije zabilježeno ozbiljnije prisustvo teških metala na lokalitetu Rimski most, posljednjim analizama ustanovljeno opterećenje olovom na ovom profilu kao i na samom izvoru istovremeno može predstavljati značajan problem sa stanovišta zdravstvene ispravnosti vode budući da se na ovoj dionici rijeke Bosne zahvata voda koja se direktno koristi za piće.



Slika 131. Opći hemizam vode rijeke Bosne na profilu Konaci izražen preko jonskog sastava

Istraživanja iz 1990. godine, sprovedena od strane Zavoda za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu (ZHGF, 1990), ukazivala su na to da voda rijeke Bosne na području Konaka pokazuje povećano organsko opterećenje na lokalitetima bunara u neposrednoj blizini infiltracionih kanala. Tako je na bunarima KB2, KB12 i KB16 zabilježen značajno povećan utrošak KMnO_4 , koji se kretao između 7 i 8 mg O_2/l , a nekim mjerenjima i više. Posebno je interesantno da su povišene vrijednosti zabilježene u martu mjesecu 1990. godine, ali i mjerenjima u septembru mjesecu iste godine, dakle u različitim vodnim periodima. Ustanovljeno je da infiltracioni kanal ugrožava kolmacija, koja je posljedica biološkog procesa intenzivnog rasta i razvoja perifitona, zbog čega je bilo neophodno često čišćenje odnosno struganje dna kanala. Ovi biološki procesi stalno su se ponavljali, što je rezultiralo konstantnim organskim opterećenjem vode, pa je to dovodilo u pitanje infiltraciju i funkcioniranje kanala. Ovaj problem najvjerovatnije je jedini ozbiljnije ugrožavao kvalitet vode rijeke Bosne nakon infiltracije u navedenom periodu.

12.2.1.2 REZULTATI BAKTERIOLOŠKIH ANALIZA

Mikrobiološke analize rađene su na uzorcima vode rijeke Bosne na dionici od Vrela Bosne do profila Rimski most, uključujući i vodozahvat pitke vode i filter stanicu Bosna. Dostupni podaci o mikrobiološkom stanju uključuju period od posljednje tri godine, s tim da je najveći broj analiza rađen za profil Vrelo Bosne 2010. godine. Analize prikazuju stanje rijeke Bosne na izvoru i okolini ugostiteljskih objekata u neposrednoj blizini vrela, prvenstveno profil kod restorana „Labud“, i na lokalitetu Rimski most. Prema rezultatima ispitivanja koja su vršena više puta u toku svih mjeseci 2010. godine, zabilježeno je veliko bakteriološko opterećenje vode na Vrelu Bosne prvenstveno koliformnim bakterijama fekalnog porijekla. Svi uzorci u spomenutom periodu bili su negativni su na prisustvo anaerobnih *Clostridium species*, na osnovu čega se može zaključiti da se radi o svježem fekalnom zagađenju koje u navedenom periodu konstantno ugrožava kvalitet vode duž spomenutih dionica. Posebno interesantno je i stalno prisustvo bakterije *Escherichia coli* u gotovo svim analiziranim uzorcima u spomenutom vremenskom periodu, a slična situacija zabilježena je i tokom 2008. i 2009. godine.

Mada se ovakvo stanje povezuje sa kvarom kanalizacione mreže na lokalitetima planinske zone Igman-Bjelašnice gdje je smješten veći broj turističkih i rekreativnih objekata, slični rezultati iz perioda prethodne tri godine mogli bi ukazivati na dodatni uticaj ugostiteljskih objekata i naselja u neposrednoj blizini vrela, što se dosta jasno vidi iz prikazanih rezultata mikrobioloških analiza uzoraka vode na profilu kod restorana „Labud“. S obzirom da su slični rezultati nađeni i na profilu Rimski most, kao i direktno na vodozahvatu može se primijetiti da bakteriološka slika Vrela Bosne utiče na spomenutu dionicu rijeke Bosne, što je bitan uticaj budući da se na tom lokalitetu kako je već navedeno jednim dijelom zahvata voda koja će se direktno koristiti kao voda za piće. Najnovije analize rađene 25.03.2011. godine na filter stanici Bosna pokazuju također prisustvo koliformnih bakterija i veći broj ukupnih živih bakterija u vodi koja se direktno crpi. Ta voda se podvrgava obradi, prije svega kondicioniranju i dezinfekciji. Nakon obrade, uzorci vode na izlazu iz filter stanice negativni su na prisustvo svih ispitivanih mikroorganizama.

12.2.1.3 REZULTATI HIDROBIOLOŠKIH ANALIZA

Indikatori biološkog stanja na rijeci Bosni promatrani su na tri lokaliteta, označena kao L7, L8 i L9. β stepen saprobnosti određen je na navedenim mjernim lokalitetima, koji obuhvataju izrazito kratku dionicu početnog dijela vodotoka rijeke Bosne. Stoga, vrijednost saprobnog indeksa rijeke Bosne na spomenutim mjernim lokalitetima, koja se nalazi u rasponu od 1,8-2,3, dokazuje kako je rijeka Bosna relativno zagađena od samog početka svog toka, te pripada betamezosaprobnim vodama, odnosno II kategoriji vodotoka.

12.2.1.4 KLASIFIKACIJA VODA

Prema kvalitativnim karakteristikama, vode rijeke Bosne imaju dosta promjenjive vrijednosti parametara-pokazatelja od kojih zavisi klasa vode. Prema sadržaju kisika, vrijednosti BPK₅ i pH, suspendovanim čvrstim materijama, te ukupnim koliformnim bakterijama, voda Vrela Bosne je I klase kvaliteta, dok je prema stepenu saprobnosti i ukupnom isparnom ostatku to voda II klase. Stepenn saprobnosti je posebno značajan parametar, jer on ne govori samo o trenutnom kvalitetu vode, poput fizičko-hemijskih i bakterioloških parametara, već se na osnovu njega može dati ocjena dugoročnog statusa vodnog tijela. Jedini parametar koji neznatno izlazi izvan II klase je stepen zasićenosti kisikom, jer je prisutna supersaturacija vode kisikom do 126%. Visoki stepen supersaturacije može biti indikator eutrofikacije vodnog tijela, u uslovima visoke biološke produktivnosti, pa je stoga ovaj parametar jedan od indikatora zagađenja vode. U ovom slučaju, supersaturacija nije posljedica pojačane biološke produktivnosti, već izražene aeracije vode rijeke Bosne, pa ovaj parametar nije toliko značajan za ocjenu klase vode. Na osnovu vrijednosti ispitanih parametara i njihovog značaja, može se donijeti zaključak da je voda na Vrelu Bosne relativno dobrog kvaliteta, i nalazi se na granici I i II klase. To znači da se radi o vodi koja se uz odgovarajući tretman može upotrebljavati za piće i u prehrambenoj industriji, uz uobičajene metode obrade – kondicioniranja (koagulaciju, filtraciju, dezinfekciju i sl.).

Voda rijeke Bosne na profilu Rimski most je približno sličnog kvaliteta, prvenstveno u pogledu fizičko-hemijskih i hidrobioloških parametara kvaliteta. Jedino se može uočiti određeno pogoršanje bakteriološkog kvaliteta, tako da je prema broju koliformnih bakterija voda na ovom profilu prešla iz I u II klasu. S obzirom na sve ostale parametre, može se reći da je i na profilu Rimskog mosta voda rijeke Bosne još uvijek I/II klasu, sa tendencijom prelaska u II klasu.

Tabela 12.2.1. Hemijski i fizikalno-hemijski elementi kvaliteta vode rijeke Bosne

Profil na Bosni (1986/1987)	Zaht. klasa Ured ba FBiH	HEMIJSKI I FIZIKALNO-HEMIJSKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI OPŠTI ELEMENTI KVALITETA													
		Temp. režim	Režim kisika					pX	Nutrijenti						Konačna klasa
		Temp.	Otopljeni kisik	Zasić. kisikom	BPK ₅	HPK KMnO ₄	Susp. materije	pH	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Ukupni azot	Ukupni fosfor	
Izvorište Konaci	1		-	3	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	3
Rimski most	1														

Profil na Bosni (2007)	Zaht. klas a Ure dba FBiH	HEMIJSKI I FIZIKALNO-HEMIJSKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI OPŠTI ELEMENTI KVALITETA													
		Temp. režim	Režim kisika					pX	Nutrijenti						Konačna klasa
		Temp.	Otopljen i kisik	Zasić. kisiko m	BPK ₅	HPK KMnO ₄	Susp. materije	pH	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Ukupni azot	Ukupni fosfor	
Vrelo Bosne	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rimski most	1		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	2

Profil na Bosni (2010/2011)	Zaht. klasa Uredb a FBiH	HEMIJSKI I FIZIKALNO-HEMIJSKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI OPŠTI ELEMENTI KVALITETA													
		Temp . režim	Režim kisika					pX	Nutrijenti					Konačn a klasa	
		Temp .	Otopljen i kisik	Zasićenj e kisikom	BPK 5	HPK KMnO 4	Susp. materij e	p H	NH4 +	PO43 -	NO3 -	NO2 -	Ukupn i azot		Ukupn i fosfor
Vrelo Bosne	1		1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	-	1	3
Rimski most	1		1	3	1	1	1	1	1	1	3	1	-	1	3

Tabela 12.2.2. Prioritetne supstance u vodi rijeke Bosne

Profil na Bosni (2007)	Zaht. klasa Uredba FBiH	HEMIJSKI I FIZIKALNO-HEMIJSKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI							
		PRIORITETNE SUPSTANCE – TEŠKI METALI							
		Opasne tvari			Štetne tvari				Konačna klasa
		Hg	Pb	Cd	Cu	Ni	Zn	Cr	
Vrelo Bosne	1								
Rimski most	1	-	1	1	1	1	1	1	1

Profil na Bosni (2010/2011)	Zaht. klasa Uredba FBiH	HEMIJSKI I FIZIKALNO-HEMIJSKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI							
		PRIORITETNE SUPSTANCE – TEŠKI METALI							
		Opasne tvari			Štetne tvari				Konačna klasa
		Hg	Pb	Cd	Cu	Ni	Zn	Cr	
Vrelo Bosne	1	-	3	3	1	1	1	1	3
Rimski most	1	-	1	1	1	1	1	1	1

Tabela 12.2.3. Biološki elementi kvaliteta rijeke Bosne

Profil na Bosni (1986/1987)	Zaht. klasa Uredba SRBiH	BIOLOŠKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI					
		Fitobentos		Makrozoobentos		Konačna klasa	
		Saprobní indeks*	Klasa	Saprobní indeks*	Klasa		
Infiltracioni kanal	1	o	1	o	1	1	1

* Po Liebmann-u, izražen kao ukupni stepen saprobnosti prema relativnoj zastupljenosti vrsta

Profil na Bosni (2010/2011)	Zaht.klasa Uredba FBiH	BIOLOŠKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI				
		Fitobentos		Makrozoobentos		Konačna klasa
		Saprobní indeks	Klasa	Saprobní indeks	Klasa	
Vrelo Bosne	1	-	-	β	2	2
Infiltracioni kanal	1	-	-	β	2	2
Rimski most	1	-	-	β	2	2

Tabela 12.2.4. Biološki elementi kvaliteta-bakteriologija rijeke Bosne

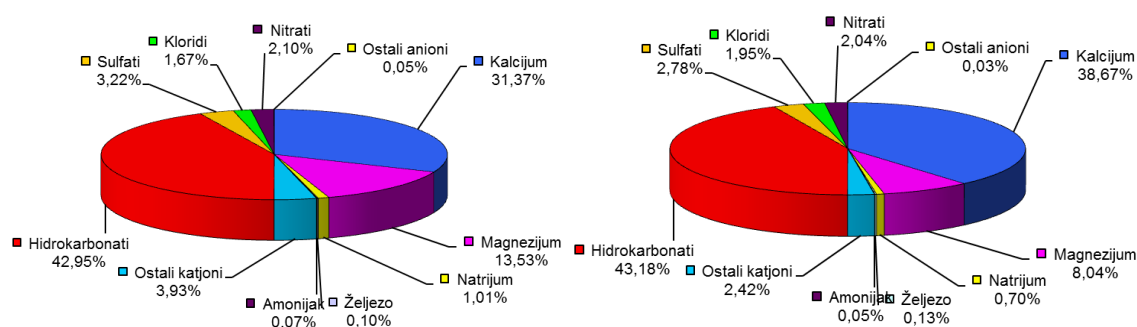
Profil na Bosni (2007)	Zaht.klasa Uredba FBiH	BIOLOŠKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI		
		BAKTERIOLOGIJA		
		Najvjerojatniji broj koliformnih klica(#/l)		Konačna klasa
Izvorište Konaci	1	1500-5500		2

Profil na Bosni (2010/2011)	Zaht.klasa Uredba FBiH	BIOLOŠKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI		
		BAKTERIOLOGIJA		
		Najvjerojatniji broj koliformnih klica(#/l)		Konačna klasa
Vrelo Bosne	1	0-800		1
Rimski most	1	1500-4500		2

12.2.2 RIJEKA ŽELJEZNICA

Fizikalno-hemijska ispitivanja izvršena su na sedam profila, od prostora Trnova do ušća u rijeku Bosnu. Uzorci za analizu uzeti su na sljedećim profilima: Trnovo (profil Ž1), Kijevo (Ž2), Krupačke stijene (Ž3), Vojkovići (Ž4), Butmir (Ž5), Ilidža – Most Alije Izetbegovića (Ž6) i ušće Željeznice (Ž7).

Prema fizičko-hemijskim analizama uzoraka vode svih analiziranih uzoraka sa navedenih lokaliteta, može se dosta jasno vidjeti da se radi o trokomponentnoj vodi hidrokarbonatno-kalcijsko-magnezijskog tipa. Hemijsko-minerološki sastav rijeke Željeznice je prilično ujednačen i stabilan od samog izvorišta do ušća, što se može vidjeti iz jonskih dijagrama prikazanih na narednoj slici.



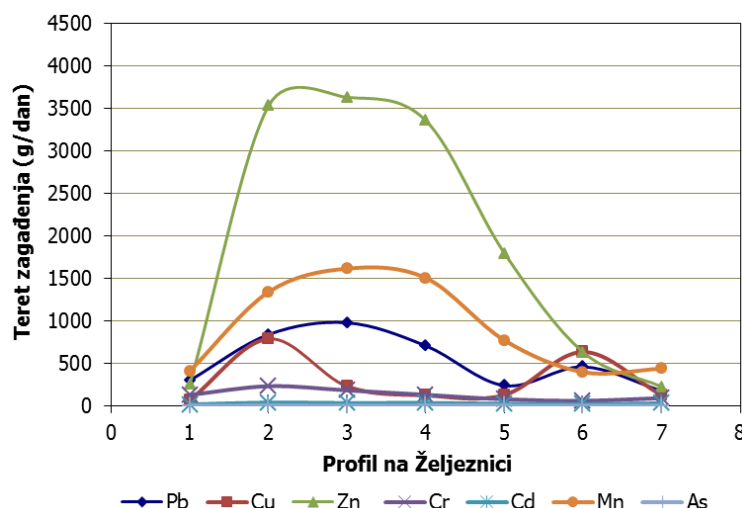
Slika 132. Opći hemizam vode rijeke Željeznice na profilima Krupačke stijene (gore) i Ilidža – Most Alije Izetbegovića (dole) izražen preko jonskog sastava

Jonska koncentracija dominantnih kationa i aniona iznosi: hidrokarbonatni anion 3,08-3,51 me/l, kalcijski kation 2,52-2,88 me/l, magnezijski kation 1,04-1,24 me/l. Ostali kationi i anioni prisutni su u prosjeku oko 10% u odnosu na ukupnu kationsku i anionsku mineralizaciju vode.

pH vrijednost vode iznosi 7,67-8,30, što je svrstava u grupu blago alkalnih voda. Ukupna tvrdoća iznosi 178-226 mg CaCO₃ (9,96-12,76 °dH) što je na granici za srednje tvrde i dosta tvrde vode (po Klutu).

Rezultati provedenih fizičko-hemijskih analiza pokazuju značajnije povećan stepen mutnoće vode na svim profilima u periodu velikih voda. Registrirane vrijednosti kreću se od 12-26 NTU, pri čemu duž čitavog vodotoka u periodu ispitivanja nije došlo do značajnijeg stepena samoprečišćavanja. Koncentracija nitrata se kretala između 0,020-0,026 mg/l u periodu srednjih voda, dok se na profilu Trnovo koncentracije kreću između 0,033-0,066 mg/l što je iznad maksimalno dopuštene koncentracije prema Pravilniku, i može ukazivati na svježije organsko opterećenje antropogenog porijekla. Iako je hemijska potrošnja kisika izražena preko utroška KMnO₄ relativno niska i kreće se oko 2 mg O₂/l, drugi parametri kiseoničnog režima poput saturacije kisikom koja se kreće između 86,2-62,9 % uglavnom u periodu malih voda idu u prilog prethodnoj tvrdnji. Novije analize pokazuju supersaturaciju na većini profila, koja je moguća posljedica povećane produktivnosti fitobentosa zbog prisustva hranidbenih nutrijenata poput azota u obliku nitrata. Budući da supersaturaciju u većini slučajeva konstantno prate dosta povećane koncentracije nitrata koje su se kretale između 1,53-5,76 mg/l u periodu malih voda, ovaj parametar također bi mogao ukazivati na povećano organsko opterećenje čitavog vodotoka. Historijski podaci, prikazuju dosta sličnu situaciju kao i nove analize po pitanju parametara nitrata i kiseoničnog režima, i to na tada posebno posmatranim profilima oko kruga fabrike FAMOS i ušću rijeke Večerice 1987/1988. godine kao i na lokalitetu Sokolović kolonije 1996. godine. Posmatrani profil pritoke Kasindolski potok na ušću u Željeznicu pokazuje znatno veće organsko opterećenje prema istim ispitivanim parametrima. Od parametara kiseoničnog režima, utrošak KMnO₄ koji se kretao od 7 do čak 14 mg O₂/l i saturacija kisikom između 58,8 i 70,7 % u svim vodnim periodima 2007. godine kao i višestruko povećane koncentracije deterdženata najvjerovatnije su posljedica značajnijeg antropogenog uticaja naselja koja većinom nemaju regulisanu odvodnju komunalnih voda iz domaćinstava. U istom periodu 2007. godine dolazilo je do bitnih povećanja koncentracija teških metala, posebno olova koje se kretalo između 2,2 i 10 mg/l što je najvjerovatnije posljedica izgradnje novih benzinskih pumpi i ubrzane urbanizacije naselja oko cjelokupnog toka Kasindolskog potoka (Tilave). Analize iz 2010. godine ukazuju da nije došlo do bitnih poboljšanja, a višestruka prekoračenja MDK vrijednosti za nitrite mogući su pokazatelj konstantnog svježeg organskog opterećenja ovog vodotoka kao i još uvijek nedovoljno regulisane odvodnje komunalnih voda iz domaćinstava.

Detaljne analize na prisustvo teških metala duž vodotoka rijeke Željeznice 2010/2011. godine pokazale su bitno povećane koncentracije olova koje su iznosile između 7,50 do čak 8,35 µg/l na lokalitetima od Kijeva do Krupačkih stijena, što je preko tri puta više od MDK koji iznosi 2 µg/l. Mogući uzrok može biti postojanje odlagališta otpada između profila Kijevo i Krupačke stijene, s obzirom da je na ovim lokalitetima zabilježeno prisustvo i drugih teških metala poput bakra, cinka, kroma i nikla. Od navedenih parametara, koncentracije ukupnog hroma znatnije su prelazile MDK vrijednosti upravo u blizini navedene deponije, i kretale su se od 1,9 mg/l na Krupačkim stijenama do 4,3 mg/l u Vojkovićima. I na ušću Željeznice 27.05.2011. godine zabilježeno je bitno prekoračenje MDK vrijednosti za ovaj parametar čija je koncentracija iznosila 3,5 mg/l što je s obzirom na period ispitivanja i ostale parametre zagađenja na ovom profilu moguće vezati za iste uticaje koji su ustanovljeni i na većini drugih profila duž vodotoka, prije svega u blizini deponije Krupac i profilu Butmir. Iako su koncentracije ostalih teških metala ispod vrijednosti propisanih Pravilnikom o opasnim i štetnim materijama u vodama (BiH, 2010), i na njih je također obraćena pažnja kao na nespecifične elemente za to područje. Treba spomenuti da prema rezultatima analiza ranijih istraživanja nije primijećeno njihovo prisustvo na navedenim lokalitetima kao ni na drugim profilima rijeke Željeznice, što bi moglo ukazivati na novonastali problem za ovaj vodotok. Također, neuobičajeno visoka koncentracija olova zabilježena je i na lokalitetu Butmir koja je iznosila 10 µg/l. Promjena koncentracija svih zabilježenih teških metala duž rijeke Željeznice (na profilima Ž1 do Ž7), izražena preko ukupnog tereta zagađenja, prikazana je na narednoj slici.



Slika 133. Promjena tereta zagađenja teškim metalima duž vodotoka Željeznica na osnovu analiza vode izvršenih u periodu 01-03.11.2010. godine

12.2.2.1 REZULTATI BAKTERIOLOŠKIH ANALIZA

Bakteriološko stanje rijeke Željeznice posmatrano je duž čitavog vodotoka na sedam profila, kao i na profilima najznačajnije pritoke Kasindolske rijeke. Najnovije analize provedene su duž spomenutih vodotoka i uspoređene sa dostupnim historijskim podacima koje su također obuhvatale iste profile. Posmatrani vremenski period obuhvatao je istražne radove 1987/88. godine (ZHGF 1988.) i posljednje četiri godine uključujući i analize sprovedene u sklopu ovog projekta zaštite u svim vodnim periodima. U svim navedenim ispitivanjima ustanovljeno je opterećenje vodotoka Željeznice koliformnim bakterijama. Detaljnije analize iz perioda 2007-2010. godine (preuzete od KJKP Vodovod i kanalizacija) pokazuju da su izolovane uglavnom fekalne streptokoke sojeva *Streptococcus faecalis*, a najveći broj ukupnih koliformnih klica (preko 10^6) zabilježen je u maju mjesecu 2008. i 2009. godine. Najnovije analize iz 2011. godine pokazuju izuzetno visok broj koliformnih klica koji se kretao između 10^5 - 10^7 na profilima Butmir i ušće, također u maju mjesecu. Na profilu Butmir nađen je također i veliki broj ukupnih živih klica na 1 ml vode koji je dostizao čak preko 10^6 . Rezultati iz perioda 1987/88. godine pokazuju također relativno veliki broj ukupnih koliformnih klica, a u većini uzoraka nije bilo primijećeno prisustvo *Clostridium species*. Ove anaerobne bakterije kojih zbog patogenosti pojedinih vrsta uopšte ne smije biti u vodi da bi se smatrala mikrobiološki ispravnom čest su indikator jako starih fekalnih žarišta. Skoro svi uzorci vode duž čitavog vodotoka Željeznice bili su pozitivni na ove mikroorganizme u mjerenjima iz perioda od 2007-2010. godine uključujući i najnovije analize u sklopu projekta vršene 06.11.2010. godine i 26.05.2011. godine. Ova razlika može ukazivati na konstantnost problema fekalnog opterećenja koje je najvjerojatnije posljedica stalnog porasta naseljavanja Sokolović kolonije koja je locirana neposredno uz sliv Željeznice. Prisustvo *Clostridium species* u uzorcima ispitivanim u posljednje četiri godine za razliku od rezultata istih analiza od prije dvadeset godina mogući su pokazatelj vremena nastanka problema vezanim uz period intenziviranja naseljavanja Sokolović kolonije. S obzirom da su ovi mikroorganizmi indikatori starih žarišta fekalnih zagađenja, posmatranje rezultata svih analiza, historijskih i najnovijih u sklopu ovoga projekta zaštite navode na zaključak da su ista žarišta na navedenom području aktivna i nakon dvadeset godina. Najveći broj koliformnih klica zabilježen je u periodu malih voda duž vodotoka Željeznice i Kasindolskoj rijeci na profilu kod ugostiteljskog objekta restoran „Kula“ i to od 28.05.-27.08.2008. godine, koji je iznosio od 10^6 do čak 10^7 . Prema rezultatima ispitivanja 06.11.2010. godine, kao i u prethodno navedenom periodu svi uzorci bili su pozitivni na Eickman test na prisustvo *Escherichia coli*. S obzirom da je naseljeno područje Sokolović kolonije u neposrednoj blizini vodotoka, novija ispitivanja ukazuju na mogućnost direktnog kontakta vodotoka i eventualno nekontrolisanih fekalnih žarišta.

12.2.2.2 REZULTATI HIDROBIOLOŠKIH ANALIZA

Indikatori biološkog stanja na rijeci Željeznici promatrani su na šest različitih lokaliteta. Željeznica je na prva tri lokaliteta (Krupac, Kijevo i Vojkovići) beta/alfamezosaprobna, odnosno β - α stepena saprobnosti. Spomenuti stepen saprobnosti ukazuje na visoki nivo zagađenja vodotoka, čija vrijednost saprobnog indeksa se nalazi u rasponu od 2,3-2,7, što odgovara II-III kategoriji vodotoka.

Nadalje, Željeznica na slijedeća tri lokaliteta (Lasički mlini, Šljunkara i Ilidža) je alfamezosaprobna, odnosno α stepena saprobnosti. Navedeni stepen saprobnosti ukazuje na prisutnost srednje visokog stepena zagađenja, gdje se vrijednost saprobnog indeksa nalazi u rasponu od 2,7-3,2, što odgovara III kategoriji vodotoka.

Tome u prilog idu i vrijednosti EBI indeksa, izračunate isključivo na lokalitetima L4, L5 i L6 na rijeci Željeznici, a koje su u rasponu 5-7, što odgovara kategoriji srednje zagađenog vodotoka.

Prema tome, biološko stanje rijeke Željeznice na promatranom području ukazuje na postojanje dvaju zona, beta/alfamezosaprobne i alfamezosaprobne zone. U beta/alfamezosaprobnoj zoni još uvijek se mogu naći zone u kojima je prozirnost vode izražena i koje se po koncentraciji otopljenog kisika još uvijek mogu smatrati aerobnim. S druge strane, u alfamezosaprobnoj zoni, zbog prisutnosti značajnih količina organske materije, koja se intenzivno razgrađuje, prozirnost vode je vidljivo manja, a koncentracija kisika neujednačena. Stoga su i organizmi koji žive u ovakvom području (alfamezosaprobn organizmi) otporni na učestale promjene pH vrijednosti i koncentracije otopljenog kisika, kao i uvećane količine amonijaka.

12.2.2.3 KLASIFIKACIJA VODA

U narednoj tabeli su vrijednosti za fizičke, hemijske i biološke karakteristike vode rijeke Željeznice na osnovu provedenih analiza, te je utvrđena klasa za svaki od prethodno navedenih parametara za ukupno sedam profila posmatranih u sklopu ovih istražnih radova.

Posmatrajući rezultate analiza kvalitativnih karakteristika, primjetne su oscilacije u vrijednostima parametara duž vodotoka rijeke Željeznice od kojih zavisi klasa vode. Prema sadržaju rastvorenog kisika, rijeka Željeznica je I klase kvaliteta duž čitavog vodotoka, osim na profilu Most Alije Izetbegovića gdje je na granici prelaska u drugu klasu. Stepem zasićenosti kisikom za ovaj profil koji dostiže 117,3%, kao i na lokalitetu Butmir sa stepenom zasićenja od 120,3%, ukazuje na supersaturaciju kisikom, i u manjoj mjeri izlazi iz okvira vrijednosti za II klasu. Prema koncentracijama suspendovanih materija, kao i broja ukupnih koliformnih bakterija, rijeka Željeznica spada u drugu klasu. Voda na lokalitetu Most Alije Izetbegovića i ušće pokazuje visoku tendenciju prelaska u treću kategoriju na osnovu parametara za suspendovane supstance, koje su u novembru 2010. godine značajno izlazile iz okvira vrijednosti za drugu kategoriju. Veoma visok broj koliformnih klica u istom periodu zabilježen je na lokalitetu Butmir i na ušću rijeke Željeznice, koja na ovim profilima spada u IV kategoriju. Ovi rezultati mogli bi ukazivati na dosta visoku biološku produktivnost vode i, ako uzmemo u obzir i stepen supersaturacije kisikom, mogu biti indikator eventualnog zagađenja vode. Također bitno zapažanje je povećanje pH vrijednosti na lokalitetima Krupačke stijene i Vojkovići, koje u neznatnoj mjeri prelazi opseg za I kategoriju i pokazuje tendenciju prelaska u II kategoriju. Na osnovu vrijednosti ispitivanih parametara, može se zaključiti da je kvalitet duž vodotoka Željeznice do profila Butmira II klase, dok na relaciji od Butmira do ušća prelazi u III kategoriju. Kada se uzmu u obzir i nađene vrijednosti mikrozagađivača na spomenutim lokalitetima, može se donijeti zaključak da se ova voda uz odgovarajući tretman može upotrebljavati za navodnjavanje poljoprivrednog zemljišta kao i za sport i rekreaciju, ali ne direktno i kao voda za piće i prehrambenu industriju.

Tabela 12.2.5. Hemijski i fizikalno hemijski elementi kvaliteta vode rijeke Željeznice

Profil na Željeznici(1 986/1987)	Zaht. klasa Uredba FBiH	HEMIJSKI I FIZIKALNO-HEMIJSKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI OPŠTI ELEMENTI KVALITETA														Kon ačna klas a
		Tem p. reži m	Režim kisika					pX	Nutrijenti							
		Tem p.	Otopljeni kisik	Zasićenj e kisikom	BPK 5	HPK KMnO4	Susp. materije	pH	NH4+	PO4 3-	NO3 -	NO2 -	Ukupn i azot	Ukupn i fosfor		
Trnovo	2															
Kijevo	2															
Krupačke stijene	2															
Vojkovići	2															
Uzvodno od kanala Famos-a	2		-	3	1	1	3	1	1	1	1	1	-	1	3	
Uzvodno od ušća Večerice	2		-	4	1	1	3	1	1	1	1	1	-	1	4	
ušće u Bosnu	2															

Profil na Željeznici (2007)	Zaht. klasa Uredba FBiH	HEMIJSKI I FIZIKALNO-HEMIJSKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI OPŠTI ELEMENTI KVALITETA													
		Temp. režim	Režim kisika					pX	Nutrijenti						Konačna klasa
		Temp.	Otopljeni kisik	Zasićenje kisikom	BPK5	HPK KMnO4	Susp. materije	pH	NH4+	PO43-	NO3-	NO2-	Ukupni azot	Ukupni fosfor	
Trnovo	2														
Kijevo	2		2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	2
Krupačke stijene	2		2	2	1	1	1	1	1	1	1		-	1	2
Vojkovići	2		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	2
Most Alije Izetbegovića	2														
Butmir	2														
ušće u Bosnu	2		2	3	2	3	3	1	1	1	2	1	-	1	3

Profil na Željeznici (2010/2011)	Zaht. klasa Uredb a FBiH	HEMIJSKI I FIZIKALNO-HEMIJSKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI OPŠTI ELEMENTI KVALITETA														
		Temp · režim	Režim kisika						pX	Nutrijenti						Konačn a klasa
		Temp ·	Otopljen i kisik	Zasićenj e kisikom	BPK 5	HPK KMnO 4	Susp. materij e	p H	NH4 +	PO43 -	NO3 -	NO2 -	Ukupn i azot	Ukupn i fosfor		
Trnovo	2		1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	-	1	2	
Kijevo	2		1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	-	1	2	
Krupačke stijene	2		1	2	1	1	2	1	1	1	3	1	-	1	3	
Vojkovići	2		1	2	1	1	1	1	2	1	3	1	-	1	3	
Most Alije Izetbegović a	2		1	3	1	1	3	1	1	1	3	1	-	1	3	
Butmir	2		1	3	1	1	2	1	1	1	3	1	-	1	3	
ušće u Bosnu	2		1	2	1	1	3	1	1	1	3	1	-	1	3	

Tabela 12.2.6. Prioritetne supstance u vodi rijeke Željeznice

Profil na Željeznici (2007)	Zaht. klasa Uredba FBiH	HEMIJSKI I FIZIKALNO-HEMIJSKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI							
		PRIORITETNE SUPSTANCE – TEŠKI METALI							
		Opasne tvari			Štetne tvari				Konačna klasa
		Hg	Pb	Cd	Cu	Ni	Zn	Cr	
Trnovo	2								
Kijevo	2	-	1	1	1	1	1	1	1
Krupačke stijene	2	-	3	1	1	1	1	1	3
Vojkovići	2								
Most Alije Izetbegovića	2								
Butmir	2								
ušće u Bosnu	2	-	1	3	1	1	1	1	3

Profil na Željeznici (2010/2011)	Zaht. klasa Uredba FBiH	HEMIJSKI I FIZIKALNO-HEMIJSKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI							
		PRIORITETNE SUPSTANCE – TEŠKI METALI							
		Opasne tvari			Štetne tvari				Konačna klasa
		Hg	Pb	Cd	Cu	Ni	Zn	Cr	
Trnovo	2	-	3	1	1	1	1	1	3
Kijevo	2	-	3	3	1	1	1	1	3
Krupačke stijene	2	-	3	3	1	1	1	1	3
Vojkovići	2	-	3	1	1	1	1	1	3
Most Alije Izetbegovića	2	-	3	1	1	1	1	1	3
Butmir	2	-	3	3	1	1	1	1	3
ušće u Bosnu	2	-	1	3	1	1	1	1	3

Tabela 12.2.7. Biološki elementi kvaliteta vode rijeke Željeznice

Profil na Željeznici (1986/1987)	Zaht. klasa Uredba SRBiH	BIOLOŠKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI					
		Fitobentos		Makrozoobentos		Konačna klasa	
		Saprobní indeks*	Klasa	Saprobní indeks*	Klasa		
Uzvodno od Famos-a	2	β	2	β	2	2	2
Uzvodno od Večerice	2	β	2	β – α	2/3	2/3	2/3

* Po Liebmann-u, izražen kao ukupni stepen saprobnosti prema relativnoj zastupljenosti vrsta

Profil (2010/2011)	Zaht. klasa Uredba FBiH	BIOLOŠKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI					
		Fitobentos		Makrozoobentos		Konačna klasa	
		Saprobní indeks	Klasa	Saprobní indeks	Klasa		
Kijevo	2	-	-	β – α	2/3	2/3	2/3
Krupačke stijene	2	-	-	β – α	2/3	2/3	2/3
Vojkovići	2	-	-	β – α	2/3	2/3	2/3
Most Alije Izetbegovića	2	-	-	α	3	3	3
Butmir	2	-	-	α	3	3	3
ušće u Bosnu	2	-	-	α	3	3	3

Tabela 12.2.8. Biološki elementi kvaliteta vode-bakteriologija rijeke Željeznice

Profil na Željeznici (2007)	Zaht. klasa Uredba FBiH	BIOLOŠKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI		
		BAKTERIOLOGIJA		
		Najvjerojatniji broj koliformnih klica(#/l)		Konačna klasa
Uzvodno od Famos-a	2	850-11500		2
Uzvodno od ušća Večerice	2	1500-5000		2

Profil na Željeznici (2010/2011)	Zaht. klasa Uredba FBiH	BIOLOŠKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI		
		BAKTERIOLOGIJA		
		Najvjerovatniji broj koliformnih klica(#/l)	Klasa	Konačna klasa
Trnovo	2	25000-30000	2	2
Kijevo	2	10000-15000	2	2
Krupačke stijene	2	20000-30000	2	2
Vojkovići	2	5000-7500	2	2
Most Alije Izetbegovića	2	6400-7000	2	2
Butmir	2	10000-15000	2	2
ušće u Bosnu	2	106-107	4	4

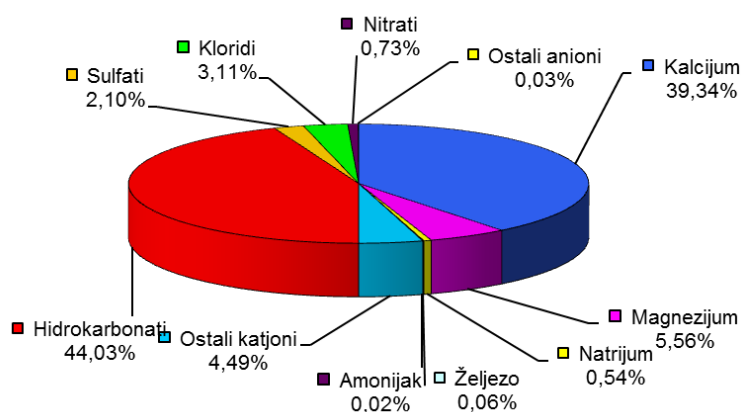
12.2.3 RIJEKA VEČERICA

VečERICA prolazi kroz centralni dio Sarajevskog polja i ulijeva se u rijeku Željeznicu. U više serija izvršene su analize za ocjenu kvaliteta ovog vodotoka, kojima su obuhvaćeni vrelo i ušće rijeke VečERICA, kao i profil u naselju Glavogodina, kod lokalnog mosta.

12.2.3.1 REZULTATI FIZIČKO-HEMIJSKIH ANALIZA

Fizičko-hemijske analize uzoraka vode sa vrela i ušća rijeke VečERICA pokazuju da se radi o trokomponentnoj vodi hidrokarbonatno-kalcijsko-magnezijskog tipa. Hemijsko-mineralološki sastav rijeke VečERICA je prilično ujednačen i izuzetno stabilan od vrela do ušća u Željeznicu (slika ispod).

Na osnovu provedenih analiza utvrđeno je da u vodi dominiraju hidrokarbonatni anion (4,44-4,12 me/l), kalcijski kation (4,24-3,68 me/l), te magnezijski kation (0,52 me/l) na oba profila. Ostali kationi i anioni prisutni su tek nešto iznad 10% u odnosu na ukupnu kationsku i anionsku mineralizaciju vode.



Slika 134. Opći hemizam vode rijeke VečERICA izražen preko jonskog sastava

S obzirom na svoju pH vrijednost (7,68-8,03), voda je blago alkalna. Ukupna tvrdoća iznosi 210-238 mg CaCO₃, odnosno 11,75-13,32 °dH, na osnovu čega se voda nalazi na granici srednje tvrdih i dosta tvrdih voda.

Analizom rezultata posljednjih laboratorijskih ispitivanja, najveći broj parametara osim koncentracije nitrata nalazi se u okviru dozvoljenih koncentracija prema Pravilniku o opasnim i štetnim materijama u vodama (BiH, 2010). Na dionici od izvora do lokaliteta Glavogodina, zabilježene su značajne koncentracije nitrata koje su se kretale od 5,16-8,99 mg/l. I pored ovako visokih koncentracija ovog nutrijenta, nije došlo do značajnijeg povećanja saturacije kisikom, a budući da je zabilježeno i manje povećanje koncentracije željeza ovi rezultati mogli bi ukazivati na skorije opterećenje vodotoka najvjerovatnije antropogenog porijekla. Od mikrozagađivača veoma je bitno spomenuti prisustvo olova u koncentracijama od 4,8 µg/l do čak 9,5 µg/l, što je na samoj granici MDK vrijednosti prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, a detektirano je na vrelu rijeke Večerice. Fizičko-hemijskim analizama 2011. godine ustanovljeno je opterećenje olovom duž čitavog vodotoka, budući da su i na profilima Glavogodina i ušće detektirane povećane koncentracije ovog teškog metala koje su se kretale između 5,9 µg/l i 8,1 µg/l, što je četiri puta više od propisanih vrijednosti prema Pravilniku o opasnim i štetnim materijama u vodama.

Osvrćući se na rezultate ranijih istraživanja iz 1986/87. godine (ZHGF, 1988) i uzimajući u obzir naseljenost oko vodnog toka Večerice, povećane koncentracije željeza i fosfata na profilu kod naselja Glavogodina koji nisu uobičajeni za taj lokalitet ukazivale su na mogući uticaj urbanističkih faktora na stepen zagađenja vode. Analize za vrijeme srednjih voda 2011. godine na ovom profilu su pokazale povećane koncentracije olova, što ide u prilog prethodnoj tvrdnji budući da stariji stambeni objekti još uvijek koriste olovne vodovodne cijevi. Razlog može biti i blizina saobraćajnica i prateći promet na spomenutom području, budući da je olovo nađeno duž čitavog vodotoka kao i na vrelu.

12.2.3.2 REZULTATI BAKTERIOLOŠKIH ANALIZA

Bakteriološke analize rijeke Večerice rađene su u sklopu ovoga projekta zaštite na profilima vrelo, Glavogodina i ušće. Od historijskih podataka dostupne su analize profila kod Glavogodine iz 1986. godine (ZHGF 1988.), a budući da se radi o naseljenom području taj profil posmatran je i u okviru ovoga projekta da bi se dobila ocjena stanja čitavog vodotoka tokom vremena. Test uzoraka vode na vrelu Večerice negativan je na sve ispitivane vrste, stoga je voda ovog profila bakteriološki ispravna sa stanovišta kvaliteta vode za piće. Takvi rezultati su očekivani budući da se radi o planinskom vrelu koje pripada području Igman-Bjelašnice. Na profilu Glavogodina ustanovljen je broj ukupnih koliformnih bakterija iznad dopuštenih vrijednosti, a uzorci su bili pozitivni i na prisustvo bakterije *Escherichia coli*. Slično stanje ustanovljeno je i na ušću Večerice. Bitno je primijetiti da su prekoračenja broja bakterija navedenih sojeva ustanovljena na istim profilima 1986. godine, a isti mikroorganizmi nađeni su i u uzorcima sa profila Željeznice uzvodno od ušća Večerice iste godine. Uzorci vode sa profila Glavogodina i ušće ispitivani 2010/2011. godine pozitivni su na prisustvo *Clostridium species*, a ove anaerobne bakterije ustanovljene su u svim analizama vode profila Glavogodina iz 1986. godine. Pošto se radi o relativno slabo naseljenom području, ne može se sa sigurnošću tvrditi da je ovakav rezultat tokom vremena rezultat starih fekalnih žarišta, a s obzirom da je tok rijeke Večerice u potpunosti promijenjen teško je govoriti o dugoročnijim uticajima na bakteriološko stanje vode na spomenutoj dionici.

12.2.3.3 REZULTATI HIDROBIOLOŠKIH ANALIZA

Na dva mjerna lokaliteta, označena kao L10 i L11, određivani su indikatori biološkog stanja na rijeci Večericu. Na predmetnom području rijeka VečERICA pripada prelaznoj saprobnoj kategoriji, odnosno beta/alfamezosaprobnoj kategoriji vode. To znači da je voda na predmetnom području pretežno II-III klase kvaliteta, odnosno umjereno zagađena do zagađena.

12.2.3.4 KLASIFIKACIJA VODA

Za rijeku Večericu klase su određivane za dva relevantna profila, i to na dionici kod Glavogodine i na ušću Večerice. Utvrđene su fizičke, hemijske i biološke karakteristike voda za svaku od četiri utvrđene klase. U tabeli ispod prikazane su vrijednosti navedenih pokazatelja za vodu rijeke Večerice na osnovu detaljnih analiza, i utvrđena je klasa vode za svaki od ispitivanih parametara.

Tabela 12.2.9. Hemijski i fizikalno hemijski elementi kvaliteta vode rijeke Večerice

Profil na Večerici(1986/1987)	Zaht. klasa Uredba FBiH	HEMIJSKI I FIZIKALNO-HEMIJSKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI OPŠTI ELEMENTI KVALITETA													
		Temp. režim	Režim kisika					pX	Nutrijenti						Konačna klasa
		Temp.	Otopljeni kisik	Zasićenje kisikom	BPK5	HPK KMnO4	Susp. materije	pH	NH4+	PO43-	NO3-	NO2-	Ukupni azot	Ukupni fosfor	
vrelo	2														
Glavogodina	2		-	1	1	1	3	1	1	3	1	1	-	3	3
ušće u Željeznicu	2														

Profil na Večerici (2010/2011)	Zaht · klas a Ure dba FBiH	HEMIJSKI I FIZIKALNO-HEMIJSKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI OPŠTI ELEMENTI KVALITETA													
		Temp. režim	Režim kisika					pX	Nutrijenti						Konač na klasa
		Temp.	Otoplje ni kisik	Zasićenje kisikom	BPK ₅	HPK KMnO ₄	Susp. materij e	pH	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Ukupni azot	Ukupni fosfor	
vrelo	2		1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	-	1	3
Glavogodina	2		1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	-	1	3
ušće u Željeznicu	2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1

Tabela 12.2.10. Prioritetne supstance u vodi rijeke Večerice

Profil (2010/2011)	Zaht. klasa Uredba FBiH	HEMIJSKI I FIZIKALNO-HEMIJSKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI							
		PRIORITETNE SUPSTANCE – TEŠKI METALI							
		Opasne tvari			Štetne tvari				Konačna klasa
		Hg	Pb	Cd	Cu	Ni	Zn	Cr	
Večerica – vrelo	2	-	3	1	1	1	1	1	3
Večerica – Glavogodina	2	-	1	1	1	1	1	1	1
Večerica – ušće u Željeznicu	2	-	1	1	1	1	1	1	1

Tabela 12.2.11. Biološki elementi kvaliteta vode rijeke Večerice

Profil (1986/1987)	Zaht. klasa Uredba SRBiH	BIOLOŠKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI					
		Fitobentos		Makrozoobentos		Konačna klasa	
		Saprobni indeks*	Klasa	Saprobni indeks*	Klasa		
Večerica – Glavogodina	1	β	2	β	2	2	2

* Po Liebmann-u, izražen kao ukupni stepen saprobnosti prema relativnoj zastupljenosti vrsta

Profil (2010/2011)	Zaht. klasa	BIOLOŠKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI
--------------------	-------------	--

	Uredba FBiH	Fitobentos		Makrozoobentos		Konačna klasa
		Saprobni indeks	Klasa	Saprobni indeks	Klasa	
Večerica – Glavogodina	2	-	-	β	2	2
Večerica – ušće u Željeznicu	2	-	-	β	2	2

Tabela 12.2.12. Biološki elementi kvaliteta –bakteriologija vode rijeke Večerice

Profil (2007)	Zaht.klasa Uredba FBiH	BIOLOŠKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI		
		BAKTERIOLOGIJA		
		Najvjerovatniji broj koliformnih klica(#/l)	Klasa	Konačna klasa
Večerica – Glavogodina	2	850-3500	2	2

Profil (2010/2011)	Zaht.klasa Uredba FBiH	BIOLOŠKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI		
		BAKTERIOLOGIJA		
		Najvjerovatniji broj koliformnih klica(#/l)	Klasa	Konačna klasa
Večerica – vrelo	2	0	1	1
Večerica – Glavogodina	2	1500-4500	2	2
Večerica – ušće u Željeznicu	2	7500-30000	2	2

Neznatna supersaturacija na profilu Glavogodina u manjoj mjeri pokazuje tendenciju prelaska vode u II klasu. Prema parametrima teških metala olova i kadmija voda se svrstava u III klasu, dok na osnovu broja ukupnih koliformnih klica i stepena saprobnosti voda prelazi u II klasu. S obzirom na sve druge parametre, može se zaključiti da rijeka Večerica na lokalitetu Glavogodina većinom zadržava II klasu, dok prema koncentracijama nitrata i olova pokazuje tendenciju prelaska u III klasu.

Kada se radi o ušću Večerice, stanje je veoma slično, s tim da na ovom profilu nije izmjereno povećano zasićenje kisikom, dok se prema stepenu saprobnosti svrstava u I/II klasu. Prema parametrima nitrata i olova ovaj vodotok na profilu vrelo spada u III klasu. Mikrobiološko stanje, kao i na profilu Glavogodina, svrstava ove vode u II klasu.

S obzirom na broj ukupnih koliformnih bakterija, a uzimajući u obzir periode uzorkovanja, može se donijeti zaključak da je voda rijeke Večerice na posmatranoj dionici II klase, sa tendencijom prelaska u III klasu. To znači da se uz odgovarajući tretman, može upotrebljavati za navodnjavanje poljoprivrednog zemljišta, ali ne i direktno kao voda za piće.

12.2.4 RIJEKA DOBRINJA

Rijeka Dobrinja protiče u zoni izvorišnog prostora Stup. Uzorak je uzet na lokalitetu kod Energoinvesta.

12.2.4.1 REZULTATI FIZIČKO-HEMIJSKIH ANALIZA

Rezultati fizičko-hemijskih analiza uzoraka vode rijeke Dobrinje uzetih na profilu Stup pokazuju da se radi o trokomponentnoj vodi hidrokarbonatno-kalcijsko-magnezijskog tipa. Posmatrajući hemijsko-mineraloški sastav vode navedenog profila, vidi se dosta neujednačena kompozicija, u kojoj je relativno visok udio ostalih kationa u odnosu na magnezijum, s tim da amonijum jon sačinjava primjetan udio ukupnih kationa.

Jonska koncentracija dominantnih kationa i aniona iznosi: hidrokarbonatni anion 4,71 me/l, kalcijski kation 3,72 me/l, magnezijski kation 1,08 me/l. Ostali kationi i anioni prisutni su skoro 15% u odnosu na ukupnu kationsku i anionsku mineralizaciju vode.

Voda je blago alkalna, s obzirom na utvrđenu pH vrijednost vode od 7,96-8,10. Prema ukupnoj tvrdoći (190-240 mg CaCO₃, odnosno 10,63-13,43 °dH), voda je na granici između srednje tvrdih i dosta tvrdih voda.

Prema rezultatima provedenih analiza, zabilježen je značajno povećan utrošak KMnO₄ od 8,08 mg O₂/l i koncentracija slobodnog amonijaka od čak 4,57 mg/l, što je daleko iznad vrijednosti propisanih prema Pravilniku o opasnim i štetnim materijama u vodama (0,50 mg/l). Ova dva parametra očigledan su pokazatelj organskog opterećenja ovog vodotoka. Pored toga, zabilježene su i dosta visoke vrijednosti za mutnoću, koje su iznosile 16,1 NTU. Analize također pokazuju da dolazi do primjetnog povećanja koncentracije nitrita, koje dostižu 0,135 mg/l, što je pet puta više od MDK vrijednosti sa stanovišta Uredbe o kategorizaciji vodotoka (RBIH, 1994) i ukazuje na veoma visok stepen zagađenja organskom materijom najvjerojatnije antropogenog porijekla. Rezultat mjerenja saturacije kisikom od 39,3% pokazuje da je na ovom lokalitetu ona izuzetno niska gotovo tri puta niža od uobičajene prosječne saturacije vodotoka, što ide u prilog tvrdnji o prisustvu organskog opterećenja jer ukazuje na visok stepen biorazgradnje. Iako je u periodu velikih voda zabilježeno poboljšanje stanja rijeke Dobrinje na lokalitetu Stup, koncentracije navedenih parametara još uvijek prelaze MDK i pokazatelj su konstantnosti organskog opterećenja ovog vodotoka. U periodu malih voda zabilježena je i dosta visoka koncentracija olova od 11 µg/l što nije neočekivano s obzirom na ostale pokazatelje zagađenja i stepen naseljenosti i saobraćaj urbanog dijela naselja Stup u neposrednoj blizini rijeke Dobrinje. Iako navedeni parametri dosta ugrožavaju kvalitet ovog vodnog toka, historijski podaci nisu pokazali veći uticaj na kvalitet vode izvorišta Stup.

12.2.4.2 REZULTATI BAKTERIOLOŠKIH ANALIZA

Bakteriološke analize rijeke Dobrinje obuhvataju analize u sklopu ovoga projekta zaštite na lokalitetu Stup u svim vodnim periodima, kao i dostupne rezultate za period od 2007.-2009. godine rađene isključivo u periodu malih voda. Sva ispitivanja tokom spomenutog perioda pokazuju veliku bakteriološku opterećenost ovog vodotoka. Broj ukupnih koliformnih bakterija veoma je visok i kreće se od 7500 do 10⁷ u periodima malih voda, dok je analizama rađenim 02.11.2010. godine ustanovljen broj od 10⁶ koliformnih bakterija. Broj svih živih klica u 1 ml vode na temperaturama od 22°C i 37°C kretao se čak od 10³ do 10⁶ što je izuzetno visoko, ali ne i neočekivano s obzirom na rezultate fizičko-hemijskih analiza a posebno saturacije kisikom koja je 02.10.2010. godine iznosila svega 39,3% na lokalitetu Stup. Prema indeksu saprobnosti kao i spomenutim fizičko-hemijskim karakteristikama skupa sa bakteriološkom slikom svrstavaju ovaj vodotok u IV klasu prema Uredbi o kategorizaciji vodotoka („Službeni list RBIH“, broj 2/92).

12.2.4.3 KLASIFIKACIJA VODA

Na osnovu fizičko-hemijskih analiza provedenih u okviru ovog projekta, dobivene su vrijednosti ključnih parametara za ocjenu boniteta vode rijeke Dobrinje, koja je rubni vodotok izvorišne zone Stup. Vrijednosti spomenutih parametara prikazane su u narednoj tabeli.

Tabela 12.2.13. Hemijski i fizikalno hemijski elementi kvaliteta vode rijeke Dobrinje

Profil (2007)	Zaht. klasa Uredba FBiH	HEMIJSKI I FIZIKALNO-HEMIJSKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI OPŠTI ELEMENTI KVALITETA												
		Temp. režim	Režim kisika				pX	Nutrijenti						Konačna klasa
		Temp.	Otopljeni kisik	Zasićenje kisikom	BPK ₅	HPK KMnO ₄		NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Ukupni azot	Ukupni fosfor	
Dobrinja – Lukavica	2		2	3	1	1	1	1	1	1	3	-	1	3
Dobrinja – Stup	2													

Profil (2010/2011)	Zaht. klasa Uredba FBiH	HEMIJSKI I FIZIKALNO-HEMIJSKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI OPŠTI ELEMENTI KVALITETA												
		Temp. režim	Režim kisika				pX	Nutrijenti						Konačna klasa
		Temp.	Otopljeni kisik	Zasićenje kisikom	BPK ₅	HPK KMnO ₄		NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Ukupni azot	Ukupni fosfor	
Dobrinja – Lukavica	2		1	1	1	-	1	3	3	1	1	-	3	3
Dobrinja – Stup	2		4	4	3	1	3	4	3	3	3	-	3	4

Tabela 12.2.14. Prioritetne supstance u vodi rijeke Dobrinje

Profil (2007)	Zaht. klasa Uredba FBiH	HEMIJSKI I FIZIKALNO-HEMIJSKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI							
		PRIORITETNE SUPSTANCE – TEŠKI METALI							
		Opasne tvari			Štetne tvari				Konačna klasa
		Hg	Pb	Cd	Cu	Ni	Zn	Cr	
Dobrinja – Lukavica	2	-	3	1	1	1	1	1	3
Dobrinja – Stup	2								

Profil (2010/2011)	Zaht. klasa Uredba FBiH	HEMIJSKI I FIZIKALNO-HEMIJSKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI							
		PRIORITETNE SUPSTANCE – TEŠKI METALI							
		Opasne tvari			Štetne tvari				Konačna klasa
		Hg	Pb	Cd	Cu	Ni	Zn	Cr	
Dobrinja – Lukavica	2	-	3	3	1	1	1	1	3
Dobrinja – Stup	2	-	3	3	1	1	1	1	3

Tabela 12.2.15. Biološki elementi kvaliteta-bakteriologija u vodi rijeke Dobrinje

Profil (2010/2011)	Zaht. klasa Uredba FBiH	BIOLOŠKI ELEMENTI KVALITETA – VODOTOCI		
		BAKTERIOLOGIJA		
		Najvjerojatniji broj koliformnih klica(#/l)	Klasa	Konačna klasa
Dobrinja – Lukavica	2	1500-4500	2	2
Dobrinja – Stup	2	106-107	4	4

Na osnovu veoma niskog stepena saturacije, i visoke vrijednosti BPK₅ može se zaključiti da se radi o rijeci koja se svrstava u oligosaprobne. Ovakve vodotoke smatramo zagađenim prema Uredbi o klasifikaciji vodotoka. Već izrazito niske vrijednosti zasićenja kisikom svrstavaju vodu oba profila u III/IV klasu. Prema stepenu biološke potrošnje kisika, na lokalitetu Stup voda prelazi iz I u II kategoriju, dok za ovaj parametar na lokalitetu Lukavica voda prelazi u III klasu boniteta. Visoka koncentracija ukupnih suspendovanih materija za profil Stup svrstava vode na ovoj dionici u II/III klasu, dok na osnovu izuzetno velikog broja koliformnih bakterija voda prelazi u IV klasu. Na osnovu izmjerenih vrijednosti u sklopu ovog dijela istražnih radova, može se zaključiti da na lokalitetu Lukavica voda spada u II/III dok se na profilu Stup svrstava u III/IV kategoriju.

S obzirom na stanje rijeke Dobrinje kada se radi o ključnim parametrima za ocjenu boniteta, rezultati analiza ukazuju na mogućnost opterećenosti ovog vodotoka zagađenjem komunalnog porijekla. U skladu s tim, ova

voda može se koristiti za navodnjavanje, a samo nakon odgovarajuće obrade-kondicioniranja i u industrijske svrhe, ali ne i za prehrambenu industriju.

12.3 GENERALNO STANJE KVALITETA VODE NA ISTRAŽIVANIM VODOTOCIMA

Posmatrajući generalno stanje svih rubnih vodotoka koji prihranjuju izvorišne zone Sarajevskog polja, može se zaključiti da je svaki od navedenih vodotoka izložen pojačanom antropogenom uticaju. Navedeni uticaj očituje se u većoj mjeri preko opterećenja azotnim jedinjenjima, koji ukazuju na neadekvatnost sistema za odvodnju komunalnih otpadnih voda naseljenih područja na ovom području. Česta detekcija amonijaka u pratnji nitrita konstatovana je u najvećem broju mjerenja u okviru ovoga Projekta na profilima rijeke Željeznice i to Sokolović kolonija-blizina bunara SKB i naselja Vojkovići, iznad kanala FAMOS-a, a u velikom dijelu na profilu Most Alije Izetbegovića, te se navedeni uticaj u velikoj mjeri očituje na profilu ušće u rijeku Bosnu.

Rijeka Dobrinja se cijelim tokom nalazi u neposrednoj blizini gusto naseljenih područja, te se upravo parametri nutrijenata (u velikoj mjeri amonijak i nitriti) na svim profilima gotovo konstantno nalaze izvan MDK vrijednosti prema Pravilniku o opasnim i štetnim materijama u vodama.

I rijeka Željeznica i rijeka Dobrinja, su i po pitanju mikrobiološkog stanja opterećena uglavnom koliformnim bakterijama fekalnog porijekla. Ovaj uticaj je u korelaciji sa parametrima nutrijenata, a posebno potrošnje kisika. Indikatori najsvježijih zagađenja poput amonijaka i nitrita mjereni na ušću Dobrinje koreliraju sa izuzetno visokim brojem koliformnih klica, dok područje oko izvorišne zone Sokolović kolonija novijim analizama pokazuje gotovo stalnu prisutnost *clostridium species* što je u skladu sa analizama koje pokazuju i konstantno povećanje koliformnih klica, ali i koncentracija nitrata tokom razmatranog perioda od 20 godina.

Konstatovano je prisustvo olova na svim profilima vodotoka. Koncentracije prelaze MDK vrijednosti za propisanu kategoriju vodotoka, a nepostojanje velikih razlika u koncentracijama u vodi ovih lokaliteta ne ukazuje jasno na porijeklo od napr. emisija u zrak, odnosno produkata sagorijevanja, obzirom da su frekvencije saobraćaja na ovim lokalitetima veoma različite.

Jedini vodotok za koji svi prethodno spomenuti uticaji nisu uobičajeni je razmatrana dionica rijeke Bosne, posebno profil Vrelo Bosne. Koncentracija olova, nutrijenata, koliformnih klica, a posebno prisustvo soja *escherichia coli* koja je detektovana u vodi tokom ispitivanja u ovom projektu, najvjerojatnija je posljedica navedenog kvara na kanalizacionoj mreži planinskih područja.

Navedeni uticaji za sve rubne vodotoke u dosta velikoj mjeri su međusobno povezani, i svi u velikoj mjeri mogu ukazivati na povećavanje antropogenih uticaja, a naročito na konstantnost problema vezanih za odvodnju komunalnih otpadnih voda naseljenih područja. Ovo je bitno istaknuti jer se ovaj uticaj u najvećoj mjeri očituje na stanje rubnih vodotoka, koji u najvećoj mjeri prihranjuju ovo izvorište te mogu imati veći uticaj na kvalitet podzemnih voda.

Zbog toga se u program mjera uvodi kontinualni monitoring rubnih vodotoka Sarajevskog polja.

12.4 VRELA

U sklopu ovog istraživanja obuhvaćene su pored Vrela Bosne i izvorske vode šireg planinskog područja Igmana i Bjelašnice, kako bi se dobila što potpunija slika o kvalitetu vode koja izvire iz krečnjačkog masiva. Detaljne fizičko-hemijske analize rađene su na uzorcima izvorske vode vrela Buničkog potoka i vrela Stojčevac.

12.4.1 BUNIČKI POTOK IZVOR

Prema mineraloškom sastavu, ove vode se svrstavaju u trokomponentne, dominantno bikarbonatno-kalcijsko-magnezijskog tipa. Udio magnezijuma je dosta nizak u odnosu na kalcijum i takav omjer je povoljan sa stanovišta kvaliteta vode za piće.

Ova voda ima pH vrijednost 7,67 i spada u slabo alkalne vode. Ukupna tvrdoća iznosi 226 mg CaCO₃/l (12,64 °dH) i svrstava se u srednje tvrde vode.

Vrijednosti nutrijenata, poput koncentracija amonijaka, nitrata, nitrita, fosfata, i organskih materija izraženih preko utroška KMnO₄ ne prelaze MDK prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (BiH, 2010). Analizama teških metala ustanovljena je izuzetno visoka koncentracija olova koja je 24.05.2011. godine iznosila 12,3 µg/l, što je neuobičajeno za planinska vrela. Ova vrijednost prelazi koncentracije propisane spomenutim Pravilnikom, i ukazuje na mogućnost antropogenog zagađenja sličnog porijekla kao i na većem dijelu izvorišta. Ostali teški metali su u koncentracijama koji su na granici detekcije.

Mikrobiološke analize nisu pokazale prisustvo koliformnih bakterija kao ni prisustvo drugih ispitivanih vrsta, te je stoga voda sa navedenog izvorišta mikrobiološki ispravna.

12.4.2 VRELO STOJČEVAC

Rezultati fizičko-hemijskih ispitivanja za ovaj profil pokazuju da se radi o trokomponentnoj vodi bikarbonatno-kalcijsko-magnezijskog tipa. I ovdje je od dominantnih kationa najzastupljeniji kalcijum, dok je udio magnezijuma znatno niži. Budući da se radi o širem planinskom području, treba spomenuti da je sličan omjer ovih kationa zastupljen i u vodi sa izvora rijeke Večerice.

pH vrijednost vode iznosi 7,82 i prema tome spada u blago alkalne vode. Ukupna tvrdoća iznosi 202 mg CaCO₃/l (11,30 °dH) i svrstava se u srednje tvrde vode.

Kada se radi o koncentracijama azotnih jedinjenja, izmjerene vrijednosti za nitrata su relativno niske prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, i iznosile su svega 4,1 mg NO₃⁻/l u periodu srednjih voda, dok su vrijednosti za amonijak ispod granica detekcije. Također su izmjerene veoma niske koncentracije nitrita i utroška KMnO₄ kao pokazatelja organskog opterećenja. Koncentracije mikrozagađivača, poput teških metala, su ispod vrijednosti propisanih Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (BiH, 2010). Međutim, i ovdje je primijećeno prisustvo olova u koncentraciji od 9,0 µg/l i dominira u odnosu na druge teške metale, poput bakra i nikla, koji su u granicama detekcije.

Mikrobiološke analize rađene 04.01.2011. godine na ovom vrelu pokazale su prisustvo ukupnih koliformnih klica, kao i fekalnih streptokoka dok *Clostridium species* nisu detektovane, što može ukazivati na mogući kontakt sa zagađenjem najvjerovatnije komunalnog porijekla.

Na osnovu svih provedenih analiza, može se generalno zaključiti da je izvorska voda planinske zone Igmana i Bjelašnice dobrog kvaliteta, ali da su u određenoj mjeri i u ovom dijelu izvorišta Sarajevsko polje primjetni antropogeni uticaji.

12.5 IZVORIŠTE SARAJEVSKO POLJE

U ovoj tački projekta dat je prikaz kvaliteta vode na izvorištu Sarajevsko polje. S obzirom da se izvorišne zone Konaci, Bačevo, Sokolović kolonija i Stup mogu odvojeno posmatrati, prikaz kvaliteta vode za ove izvorišne zone dat je u zasebnim tačkama u nastavku.

12.5.1 IZVORIŠNA ZONA KONACI

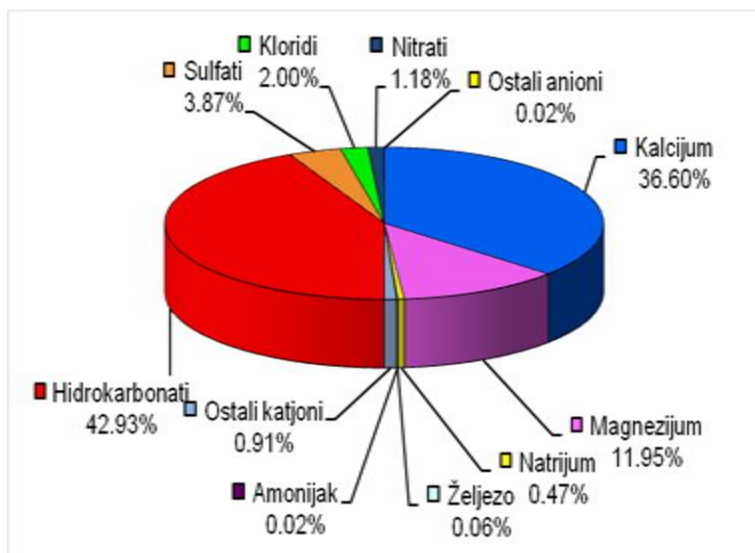
Područje izvorišne zone Konaci nalazi se uz tok rijeke Bosne na dionici od Vrela Bosne do lokaliteta Rimski most. Na području izvorišne zone Konaci u sklopu ovog dijela istraživanja obuhvaćeni su bunari KB2, KB4 i KB10.

S obzirom na ranije opisane probleme vezane za infiltraciju iz perioda 1990. godine, u prethodnim istražnim radovima (ZHGF, 1990) dosta pažnje posvećeno je upravo području direktno oko infiltracione zone Konaci.

12.5.1.1 REZULTATI FIZIČKO-HEMIJSKIH ANALIZA PROVEDENIH U OKVIRU OVOG PROJEKTA

Prema rezultatima fizičko-hemijskih analiza, kada se radi o ukupnoj mineralizaciji vode ovog dijela izvorišta može se vidjeti da je riječ o trokomponentnoj vodi hidrokarbonatno-kalcijsko-magnezijskog tipa. pH vrijednost vode kreće se od 7,67 do 7,87, tako da voda spada u grupu blago alkalnih voda. Tvrdoca vode iznosi 170-196 mg CaCO₃/l (9,51-10,96 °dH), što znači da se svrstava u srednje tvrde vode.

Ni na jednom od ispitivanih bunara na izvorišnoj zoni Konaci nisu zabilježena prekoračenja MDK vrijednosti, kako za nutrijente, poput azotnih jedinjenja, i organske supstance (utrošak KMnO₄), tako ni za koncentracije mikrozagađivača, prvenstveno teških metala. Posebno interesantan podatak je da na bunaru KB2 nije zabilježeno primjetnije organsko opterećenje za razliku od ranije spomenutog perioda 1990. godine. Utrošak KMnO₄ za ovaj profil iznosio je 0,95 mg O₂/l.



Slika 135. Opšti hemizam vode izvorišne zone Konaci izražen preko jonskog sastava

Iako svi profili bilježe manje koncentracije olova, kada se radi o profilu Vrelo Bosne koji je uključen u ovaj dio analiza situacija se dosta razlikuje. U vodi uzorka vrelo Bosne izmjerena je koncentracija olova od 14,8 µg/l, što je višestruko iznad vrijednosti propisanih Uredbom o kategorizaciji vodotoka („Službeni list SR BiH“ broj 42/67). Prema istom pravilniku, na ovom profilu bilježe se prekoračenja koncentracija nitrata i željeza, kao i količina amonijaka koja je iznad propisane za vodotoke koji se svrstavaju u prvu kategoriju. Pošto su se i u prethodnim periodima javljale povišene koncentracije azotnih jedinjenja, mogući uzrok može biti lokacija Vrelo Bosne koje se nalazi na šumskom tlu često kontaminiranom izmetom ptica, zbog čega je mogući razlog i pojava većeg broja koliformnih bakterija prema rezultatima mikrobioloških analiza s početka 2010. godine. Nađene koncentracije teških metala, prvenstveno olova i željeza nisu uobičajene za ovaj dio izvorišta. Ovako visoka koncentracija olova koja je izmjerena 21.03.2011. godine najvjerojatnije je posljedica nedavnog kvara kanalizacione mreže na planinskoj oblasti u blizini skijališta.

12.5.1.2 REZULTATI BAKTERIOLOŠKIH ANALIZA

Rezultati svih analiza iz perioda 2010/2011. godine pokazuju potpunu zdravstvenu ispravnost vode svih posmatranih bunara. Prema dostupnim historijskim podacima iz 1986. godine, na svim bunarima zabilježen je manji broj ukupnih živih klica na 22°C i 37°C. U vodi bunara KB4 (prijašnji naziv NB-9) ustanovljen je i povećan broj ukupnih koliformnih klica. Svi ostali bunari bili su negativni na broj ukupnih koliformnih klica, a patogeni sojevi nisu pronađeni ni u jednom od ispitivanih uzoraka. Najnovije analize iz perioda 2010/2011. godine pokazuju potpunu mikrobiološku ispravnost svih ispitivanih uzoraka.

12.5.2 IZVORIŠNA ZONA BAČEVO

Za dobivanje što potpunije slike o stanju kvaliteta vode na izvorišnoj zoni Bačevo, posmatrani su rezultati fizičko-hemijskih analiza koje obuhvataju period od 2000-2010. godine. Radi se o analizama koje redovno vrši KJKP „Vodovod i kanalizacija“ Sarajevo za potrebe praćenja kvaliteta vode na izvorištima. U cilju definiranja kvaliteta vode posmatrani su bunari AB1, AB2, AB3, AB4, AB5 i IB1, kao i pijezometri P217, P285 i PSKO, koji su locirani u blizini naselja Kovači kod Glavogodine.

Laboratorijske analize fizičko-hemijskih parametara u okviru ovog projekta rađene su na uzorcima bunara AB1, AB4, MB5 i MB8.

12.5.2.1 OSVRT NA RANIJE ISTRAŽNE RADOVE

Na osnovu raspoloživih historijskih podataka dobivenih od KJKP „Vodovod i kanalizacija“ Sarajevo, može se reći da na području izvorišne zone Bačevo nema značajnijih indikacija prisustva azotnih jedinjenja, koja su većinom ispod granice detekcije kada se radi o sadržaju amonijaka i nitrita. Ranijim analizama zabilježene su dosta niske vrijednosti utroška KMnO_4 , koje se kreću od 0,63-1,21 mg O_2/l .

Rezultati analiza sadržaja teških metala pokazuju oscilacije tokom prethodnog perioda, tako da se povremeno bilježe povećane koncentracije ovih mikroelemenata. Jedan od takvih slučajeva, koji je bitan sa stanovišta kvaliteta, je koncentracija žive koja je 08.01.2004. godine iznosila 0,03 $\mu\text{g/l}$ u uzorku iz bunara IB1. Mada nema podataka o mjerenjima kvaliteta vode udaljenijih pijezometara P285 i PSKO za isti dan, 06.02.2005. godine upravo na tim pijezometrima zabilježena je koncentracija žive od 0,04 $\mu\text{g/l}$ u uzorku pijezometra P285 i čak 0,14 $\mu\text{g/l}$ u vodi pijezometra PSKO. To su dosta visoke koncentracije, a posljednja za pijezometar PSKO prelazi MDK vrijednosti propisane Uredbom o opasnim i štetnim materijama u vodama („Službene novine Federacije BiH“, broj 43/07; FBiH, 2007). Fizičko-hemijske analize uzorka pijezometra P285 za isti dan pokazuju i prisustvo mangana u koncentraciji od 19,8 $\mu\text{g/l}$. Iz rezultata navedenih analiza moguće je zaključiti da se radi o antropogenim uzrocima, prvenstveno otpadnim vodama komunalnog porijekla. U prilog ovoj činjenici idu i podaci analiza uzoraka vode bunara AB4 i AB5, u kojima je zabilježena koncentracija olova od 6,58-6,94 $\mu\text{g/l}$. Bunar AB1 u navedenom periodu bilježio je povećanje koncentracije arsena, koja je iznosila 0,004 $\mu\text{g/l}$, dok je na bunaru AB4 zabilježena relativno visoka koncentracija cinka od 515 $\mu\text{g/l}$.

12.5.2.2 REZULTATI FIZIČKO-HEMIJSKIH ANALIZA

Rezultati provedenih ispitivanja u okviru ovog projekta ukazuju da se u području izvorišne zone Bačevo zahvata trokomponentna voda, hidrokarbonatno-kalcijsko-magnezijskog tipa. Količina azotnih jedinjenja, iako nešto viša nego u drugim izvorišnim zonama, ni na jednom profilu ne prelazi MDK vrijednosti prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (BiH, 2010). Od ostalih nutrijenata, koncentracija fosfata je veoma niska, kao i utrošak KMnO_4 , i oba parametra su u granicama detekcije.

Slično kao i za sve izvorišne zone, pH vrijednost je ujednačena i kreće se od 7,42-7,73, po čemu voda spada u blago alkalne vode. Ukupna tvrdoća iznosi između 206-298 mg CaCO_3/l (11,52-16,67 °dH) i ova voda svrstava se u dosta tvrde vode (po Klutu).

Kada se radi o mikrozagađivačima, konkretno teškim metalima, i ovdje se uočava određeni sadržaj olova koji je detektiran u svim uzorcima, ali koji ne prelazi dozvoljene koncentracije prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (BiH, 2010.). U uzorku vode iz bunara MB5 zabilježena je koncentracija olova od 8,60 $\mu\text{g/l}$, što je veoma blizu MDK, koja za olovo iznosi 10 $\mu\text{g/l}$ prema navedenom Pravilniku. Kada se radi o izvorišnoj zoni Bačevo, i ranijim istraživanjima bilježene su primjetnije koncentracije teških metala. Ovim ispitivanjem utvrđeno je da su ostali mikroelementi zastupljeni u dosta nižim koncentracijama nego u periodu od posljednjih 10 godina. Bakar i nikel su u manjim koncentracijama nađeni u uzorcima bunara AB1, gdje je u spomenutim ranijim istražnim radovima bilježeno prisustvo teških metala. Važno je spomenuti da su ovi bunari bliže široj gradskoj zoni, i da se antropogeni uticaj ipak očituje u nešto manjoj mjeri nego ranije. Povećane koncentracije olova mogle bi biti posljedica saobraćaja vezano za blizinu gradske zone, budući da je gorivo sa sadržajem olova još u širokoj upotrebi. Treba naglasiti da se njegovo prisustvo može vezivati i za neke druge uzroke, kao napr. geološka građa, odnosno u ovom trenutku nedefiniran uticaj.

12.5.2.3 REZULTATI BAKTERIOLOŠKIH ANALIZA

Prema rezultatima bakterioloških analiza, profili AB2, AB3, AB4 i AB5 pokazuju veoma mali broj svih živih klica, pa se može reći da se radi o bakteriološki ispravnoj vodi za piće. Izuzetak je bunar AB1, gdje je zabilježen dosta veliki broj svih živih bakterija, uglavnom fekalnih streptokoka i *aeromonas* vrste kao i manje povećan broj ukupnih koliformnih bakterija (JKP ViK, 2011). Prema najnovijim analizama rađenim 25.03.2011. godine svi ispitivani uzorci bili su potpuno bakteriološki ispravni i negativni na sve prethodno navedene vrste.

12.5.3 IZVORIŠNA ZONA SOKOLOVIĆ KOLONIJA

Historijski podaci o kvalitetu vode na području ove izvorišne zone, koji su dobiveni od JKJ „Vodovod i kanalizacija“ Sarajevo za period 1998-2010. godina (JKP ViK, 2011), omogućuju procjenu stanja izvorišta kao i eventualnih promjena kvaliteta vode tokom navedenog perioda. Prezentacija rezultata bazirana je na podacima o kvalitetu vode sa bunara SB2, SB3, SB4 i SB5. Fizičko-hemijskom analizom obuhvaćeni su parametri koji karakteriziraju promjene prirodnog sastava vode, prvenstveno sadržaj azotnih jedinjenja, utrošak KMnO_4 i sadržaj željeza, kao i prisustvo mikrozagađivača, u najvećoj mjeri bakra, olova i ostalih teških metala.

U okviru ovog projekta izvršeno je odgovarajuće ispitivanje uzoraka uzetih na bunarima SKB2, SKB3 i SKB5.

12.5.3.1 OSVRT NA RANIJE ISTRAŽNE RADOVE

Raspoloživi podaci ispitivanja u periodu 1998-2010. godina pokazuju da je tokom spomenutog perioda dolazilo do primjetnih oscilacija sadržaja mikrozagađivača. Klasični parametri, kao što su utrošak KMnO_4 i koncentracije azotnih jedinjenja, pokazivali su dosta niske vrijednosti. Utrošak KMnO_4 kretalo se od 0,65-0,95 mg O_2/l , dok su vrijednosti za amonijak i nitrite uglavnom bile na nuli i rijetko su bilježene vrijednosti iznad granica detekcije.

Koncentracije teških metala pokazivale su konstantne oscilacije u vrijednostima u proteklih dvanaest godina, a najveća prekoračenja Pravilnikom (BiH, 2010) propisanih vrijednosti mikrozagađivača zabilježena su u periodu od 05.08.2003. do 09.01.2004. godine. Te vrijednosti odnose se na koncentracije olova, koje su prema mjerenjima od 05.08.-04.09.2003. godine iznosila 8,3 $\mu\text{g/l}$ za bunar SB2, i čak 12,2 $\mu\text{g/l}$ za bunar SB5, što je iznad MDK vrijednosti za pitke vode. Treba spomenuti i prisustvo bakra u uzorcima vode uzetim iz bunara SB3 i SB4 od 3,4-5,8 $\mu\text{g/l}$, koje ne prelazi Pravilnikom (BiH, 2010) propisane vrijednosti, ali je primijećeno u periodu 09.01.2004. godine, nedugo nakon detekcije olova u podzemnim vodama bunara SB2 i SB5. U istim uzorcima zabilježeno je i prisustvo nikla u koncentracijama koje su iznosile od 3-9 $\mu\text{g/l}$.

12.5.3.2 REZULTATI FIZIČKO-HEMIJSKIH ANALIZA

Prema rezultatima najnovijih fizičko-hemijskih ispitivanja provedenih u okviru ovog projekta, bunari SKB2, SKB3 i SKB5 pokazuju dosta ujednačen mineraloški sastav vode, koja je bikarbonatno-kalcijsko-magnezijskog tipa. pH vrijednost vode za ovaj dio izvorišta kreće se od 7,51-7,63, tako da se svrstava u kategoriju blago alkalnih voda. Ukupna tvrdoća iznosi od 274-302 mg CaCO_3/l (15,33-16,90 °dH) i prema tome se svrstava u dosta tvrde vode.

Vrijednosti azotnih jedinjenja za uzorke ispitivanih bunara su ispod MDK vrijednosti prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (BiH, 2010), ali su ipak primjetno više u odnosu na većinu izvorišnih zona .

Ovakvi rezultati mogli bi se povezati sa stanjem rijeke Željeznice, koja infiltracijom utiče na kvalitet vode ove izvorišne zone. To potvrđuju analize uzoraka vode rijeke Željeznice kod SKB2, na kojim je ustanovljeno manje prekoračenje MDK vrijednosti azotnih jedinjenja, i to amonijaka od 0,275 mg/l, i nitrata od 5,76 mg/l, što je iznad vrijednosti za vodotoke II kategorije prema Uredbi o opasnim i štetnim materijama u vodama (FBiH, 2007). Na osnovu dostupnih historijskih podataka o kretanjima azotnih jedinjenja, može se isključiti uticaj eventualnih poljoprivrednih aktivnosti, s obzirom da su koncentracije nitrata u posljednjih 12 godina uglavnom bile dosta ispod Pravilnikom propisanih vrijednosti, a najnovije analize rađene su u zimskom periodu. Vrijednosti za utrošak KMnO_4 bile su u granicama detekcije.

Za razliku od ranijih istražnih radova, koncentracije teških metala svih ispitivanih uzoraka bile su u granicama vrijednosti propisanih Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (BiH, 2010). Međutim, i u novijim uzorcima detektirano je olovo, dok je bakar bio u granicama detekcije.

12.5.3.3 REZULTATI BAKTERIOLOŠKIH ANALIZA

Bakteriološke analize rađene su od strane Zavoda za javno zdravstvo Kantona Sarajevo u periodu od 2004-2010. godine. Rezultati analiza iz perioda 2009. godine pokazuju potpunu zdravstvenu ispravnost vode svih posmatranih bunara. Prema ostalim analizama, za cjelokupan period od šest godina nije zabilježeno prekoračenje broja svih živih klica u 1 ml vode. Izuzetak je jedan uzorak uzet sa bunara SB3, koji pokazuje broj od 1.152 klice u 1 ml uzorka, bez navoda o temperaturi na kojoj je test vršen. Najnovije analize također pokazuju potpunu mikrobiološku ispravnost vode prema svim ispitivanim sojevima.

12.5.4 IZVORIŠNA ZONA STUP

U ranijem periodu su za ocjenu kvaliteta vode na izvorišnoj zoni Stup uglavnom posmatrana dva bunara (SB1 i SB2) pojedinačno, uključujući povremeno i prateće pijezometre. Za ocjenu kvaliteta vode u sklopu ovog istraživanja ispitivani su zbirni uzorci sva tri bunara: SB1, SB2 i SB3.

12.5.4.1 OSVRT NA RANIJE ISTRAŽNE RADOVE

U sklopu programa zaštite izvorišta Stup, u toku 1978. godine izvršene su sveobuhvatne analize kvaliteta podzemne vode na ovom prostoru (ZHGF, 1978). Analizama je obuhvaćeno ispitivanje kvaliteta vode na dva bunara koja su u to vrijeme bili u upotrebi, SB1 i SB2. Rezultati tih analiza prikazani su u prilogu. Fizičko-hemijskim analizama obuhvaćeni su parametri koji karakteriziraju prirodni sastav vode, tj. ukupna mineralizacija i promjene prirodnog sastava praćene preko indikatora zagađenja, i to sadržaj azotnih jedinjenja, utrošak KMnO_4 i sadržaj željeza.

Podzemna voda sa lokaliteta Stup prema sadržaju otopljenih soli od 400-740 mg CaCO_3 /l spada u vrlo tvrde vode. Po ovom, kao i nekim drugim parametrima, uočava se bitna razlika između kvaliteta podzemne vode sa područja Stup i rijeke Dobrinje. Naime, stepen tvrdoće rijeke Dobrinje znatno je niži, i iznosi 250 mg CaCO_3 /l, što je svrstava u srednje tvrde vode.

Vrlo visoki udio mineralizacije podzemnih voda pripada nekarbonatnoj tvrdoći, koju uglavnom sačinjavaju sulfati i hloridi. Iako pijezometri u zonama ispitivanih bunara pokazuju znatno viši udio sulfata i hlorida, na bazi tadašnjih ispitivanja pojedinih parametara zaključeno je da oni nisu posljedica antropogenog zagađenja, nego predstavljaju prirodni sastav podzemnih voda ovog područja, uzimajući u obzir blizinu busovačkog rasjeda i geotermalne izvore na širem prostoru Ilidže.

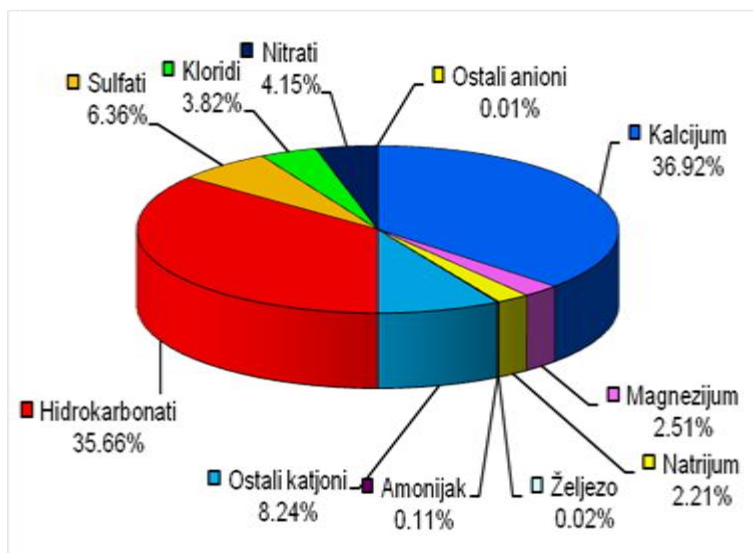
Kada se radi o prilikom komunalnog zagađenja oko zone bunara BS2, svi uzorci su bilježili povećan udio azotnih jedinjenja. Pijezometar P-11, pored povećanja azotnih jedinjenja, bilježio je i povećanje koncentracije željeza od 0,70 mg/l, što je čak tri puta više od dopuštenih.

Mada su ovi rezultati doveli u sumnju porijeklo azotnih jedinjenja, bakteriološke analize su pokazale prisustvo koliformnih i manjeg broja saprobnih bakterija, kao i prisustvo patogenih *Clostridium perfringens*, koje ukazuju na svježe, ali i veoma staro žarište fekalnog zagađenja. Nije primijećena bitna razlika između grupe pijezometara oba ispitivana profila, jer je ustanovljen i povećan udio azotnih jedinjenja koji gravitiraju prema bunaru SB1. Iako je tada postojala mogućnost direktne povezanosti ciklusa azota i starih žarišta fekalnih zagađenja, nije se mogla sa sigurnošću potvrditi, s obzirom da nije utvrđeno prisustvo većeg broja saprobnih bakterija.

12.5.4.2 REZULTATI FIZIČKO-HEMIJSKIH ANALIZA

Fizičko-hemijske analize spomenutih zbirnih uzoraka vode bunara SB1, SB2 i SB3 pokazali su da se radi o trokomponentnoj vodi hidrokarbonatno-sulfatno-kalcijskog tipa. Najnovije analize pokazuju relativno ujednačen mineraloški sastav, za koji je karakteristična dosta visoka koncentracija kalcijuma (141,88 mg/l). Od dominantnih aniona, pored bikarbonata, izmjerena je i relativno visoka koncentracija sulfata (58,56 mg/l), kao i povećan udio hlorida u odnosu na ostale izvorišne zone Sarajevskog polja. Kako su pokazali prethodni istražni radovi na području izvorišta Stup (ZHGF, 1978), a poredeći ih sa novim analizama, može se zaključiti da nema većih promjena mineraloškog sastava vode posmatrajući vremenski period od 33 godine. To dodatno potvrđuje da su sulfatni i hloridni anioni isključivo autohtonog porijekla, i nisu posljedica eventualnih komunalnih zagađenja.

pH vrijednost vode iznosi 7,25, na osnovu čega spada u grupu blago alkalnih voda. Ukupna tvrdoća vode iznosi 375 mg CaCO₃/l (20,98 °dH). Ovo je dosta visoka vrijednost, ali očekivana za ovaj dio izvorišta, i prema tome voda spada u veoma tvrde vode. Sulfatni anion zastupljen je oko 15% od ukupne anionske mineralizacije, i čini nekarbonatnu tvrdoću vode.



Slika 136. Opšti hemizam vode izvorišne zone Stup izražen preko jonskog sastava

Iako su prema rezultatima provedenih analiza svi parametri u okviru dozvoljenih koncentracija prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (BiH, 2010), primijećeno je da je koncentracija nitrata od 49,33 mg/l na samoj granici MDK vrijednosti, koja iznosi 50 mg/l. Udio azotnih jedinjenja u ovim koncentracijama znatno je viši u poređenju sa drugim izvorišnim zonama. Kada su u pitanju ostali parametri, za razliku od prethodnih istražnih radova nove analize nisu pokazale povećane koncentracije željeza, kao ni indikatore organskog opterećenja, poput koncentracija nitrita, fosfata i utroška KMnO_4 .

Treba naglasiti da je u ovim uzorcima detektirano prisustvo olova u koncentraciji od 1,76 $\mu\text{g/l}$. Ovo je bitno uzeti u obzir, pošto je olovo nađeno u uzorcima svih izvorišnih zona Sarajevskog polja, bez obzira što su koncentracije uglavnom ispod MDK vrijednosti. Rezultati analiza teških metala mogli bi ukazivati na opasnost od komunalnog zagađenja, vezanog za povećano naseljavanje u posljednjih 30 godina.

12.5.4.3 REZULTATI BAKTERIOLOŠKIH ANALIZA

Prema bakteriološkim analizama provedenim 25.03.2011. godine na zbirnom uzorku bunara SB1, SB2 i SB3 nije ustanovljeno prisustvo ni jednog od ispitivanih mikroorganizama, te je stoga voda sa prostora izvorišta Stup mikrobiološki ispravna.

12.6 UTICAJ KVALITETA VODA RUBNIH VODOTOKA KOJI PRIHRANJUJU IZVORIŠTE NA KVALITET VODE NA ZAHVATNIM OBJEKTIMA

12.6.1 UTICAJ KVALITETA VODOTOKA NA STANJE PODZEMNIH VODA

Kvalitet vode rubnih vodotoka koji prihranjuju izvorište Sarajevsko polje mogu imati uticaj na kvalitet podzemnih voda. Ovaj uticaj se u najvećoj mjeri može očitovati kroz fizičko-hemijsko stanje kvaliteta.

U okviru ovoga Projekta prilikom analiza stanja kvaliteta rubnih vodotoka i podzemne vode koja se zahvata, istaknute su razlike između graničnih vrijednosti za vodotoke i vode za piće.

Statičke rezerve podzemnih voda imaju tendenciju akumulacije rastvorenih soli koje mogu dospjeti infiltracijom, što objašnjava dosta povišene koncentracije nutrijenata u podzemnim vodama, ali koje su u okviru MDK vrijednosti.

Kada se radi o mikrobiološkom stanju, podzemne vode su u svim provedenim analizama bile mikrobiološki ispravne. Takvi rezultati su i očekivani, budući da mikroorganizmi ne mogu preživjeti uslove koji vladaju u podzemlju. To ne znači da bakteriološko stanje vodotoka nema uticaj, jer koliformne bakterije učestvuju u procesima razgradnje organskih jedinjenja koja sadrže azot i mogu bitno uticati na balans toksičnih jedinjenja azota kao što su amonijak i nitriti.

Mikroorganizmi su se pojavljivali u analizama iz 1977. godine u podzemnoj vodi, ali treba napomenuti da je tada određen broj sadašnjih bunara tada postojao samo kao bušotine, i voda nije bila u tim prelaznim periodima adekvatno zaštićena od ovakvih uticaja.

Najvažniji uticaj koji se pokazao tokom analiza u okviru ovoga Projekta je koncentracija teških metala, u najvećem broju slučaja olova i kadmijuma. Mogući izvor navedenih metala su emisije u zrak.

Mada olovo koje završi u tlu može sa promjenom pH vrijednosti dospjeti u podzemlje, analize tla izvorišnih zona pokazale su da ovaj uticaj nije u značajnijoj mjeri zastupljen.

Budući da je olovo veoma toksičan metal, ovaj uticaj je bitno uzeti u obzir jer je u podzemnim vodama registrirana koncentracija ovog metala, iako uglavnom ispod MDK vrijednosti.

Prisustvo olova u vodotocima može imati bitan uticaj na kvalitet podzemnih voda zbog njihove tendencije da akumuliraju rastvorene soli koje mogu dospjeti kontaktom vodotoka tokom procesa infiltracije.

Poredeći granične vrijednosti vodotoka i podzemnih voda, može se primijetiti međusobna povezanost kao što je u slučaju koncentracija nutrijenata.

13.1 POSTOJEĆI I POTENCIJALNI ZAGAĐIVAČI

Postojeći i potencijalni zagađivači su obrađeni u formi pogodnoj za proračun (procjenu) tereta zagađenja. Generalno su podijeljeni u dvije grupe: tačkasti i rasuti. U narednim poglavljima je dat prikaz svih identificiranih zagađivača.

U skladu sa pravilnikom o uspostavi zaštitnih zona izvorišta, obzirom da su svi zagađivači prostorno locirani, biti će propisane mjere, u skladu sa zahtijevanim režimom zaštite i vrstom djelatnosti za sve koji se nalaze u zaštitnim zonama izvorišta.

13.1.1 STANOVNIŠTVO-UTICAJ OTPADNIH VODA STANOVNIŠTVA

Uticaj otpadnih voda stanovništva je podijeljen na dvije grupe: stanovništvo priključeno na septičke jame, koje se tretiralo kao rasuto zagađenje i stanovništvo koje je priključeno na kanalizaciju.

13.1.1.1 SEPTIČKE JAME

Podaci o septičkim jama su prikupljeni iz dva izvora. Pored dokumenta „Strategija razvoja općine Ilidža“, korišteni su podaci o septičkim jamama koje posjeduje JKP“ViK“, Sarajevo.

Na osnovu tabelarnog prikaza sa imenima ulica, u saradnji sa predstavnicima mjesnih zajednica izvršena je inventarizacija i ucrtavanje ovih objekata.

Tabela 13.1.1. Podaci općina Ilidža

Mjesne zajednice Ilidža	Površina km ²	Broj stanovnika	Broj septičkih jama	Broj stanovnika priključenih na septičke jame	Broj stanovnika priključenih na kanalizaciju
BUTMIR	4,8	3738	6	24	3714
DONJI KOTORAC	1,27	318	0	0	318
SOKOLOVIĆ KOLONIJA	1,69	6475	28	112	6363
HRASNICA I	36,88	5421	0	0	5421
HRASNICA II	20,48	7104	9	36	7068
ILIDŽA CENTAR	0,76	4816	0	0	4816
LUŽANI	4,07	2924	17	68	2856
VREOCA	1,4	465	9	36	429
VRELO BOSNE	9,15	285	23	92	193
STUP	5,22	1152	143	572	580
STUP II	1,52	449	0	0	449
STUPSKO BRDO	0,58	141	0	0	141
UKUPNO	141,08	33288	235	940	32348

Tabela 13.1.2. Podaci KJKP „VIK“

Ilidža	Površina km ²	Broj stanovnika	Broj septičkih jama	Broj stanovnika priključenih na septičke jame	Broj stanovnika priključenih na kanalizaciju
MZ					
BUTMIR	4,8	3738	55	220	3518
DONJI KOTORAC	1,27	318	1	4	314
SOKOLOVIĆ KOLONIJA	1,69	6475	43	172	6303
HRASNICA I	36,88	5421	1	4	5417
HRASNICA II	20,48	7104	18	72	7032
ILIDŽA CENTAR	0,76	4816	0	0	4816
LUŽANI	4,07	2924	17	68	2856
VREOCA	1,4	465	59	236	229
VRELO BOSNE	9,15	285	37	148	137
STUP	5,22	1152	200	800	352
STUP II	1,52	449	0	0	449
STUPSKO BRDO	0,58	141	1	4	137
UKUPNO	141,08	33288	432	1728	31560

Preklapanjem karte zaštitnih zona iz 1987. godine i karte sa ucrtanim septičkim jamama, definiran je broj septičkih jama po sanitarnim zonama zaštite.

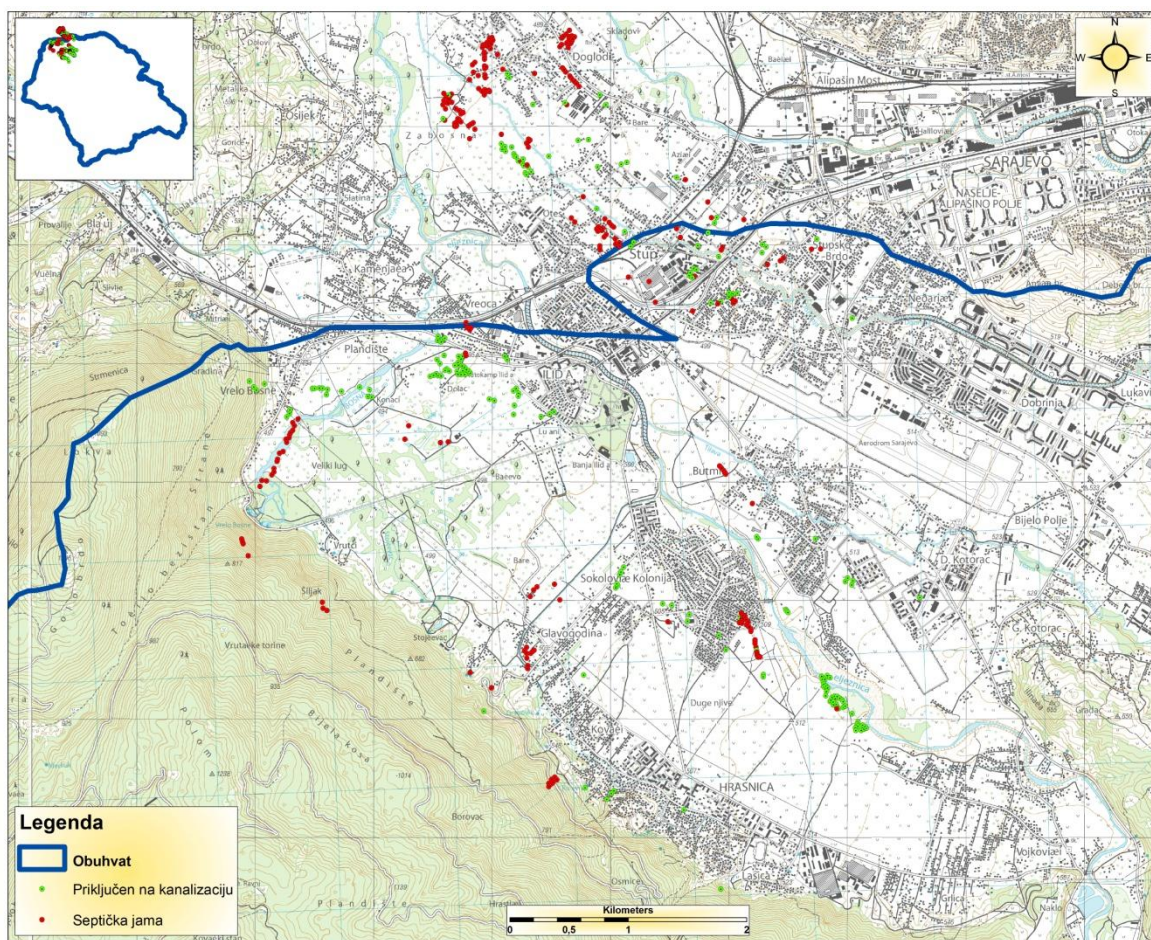
Tabela 13.1.3. Podaci općina Ilidža

Ilidža	Broj septičkih jama u zaštitnim zonama		
	I	II	III
Bačevo	24	0	52
Sokolovići	10	0	
Stup	0	0	9
UKUPNO	34	0	61

Tabela 13.1.4. Podaci VIK

Ilidža	Broj septičkih jama u zaštitnim zonama		
	I	II	III
Bačevo	28	7	126
Sokolovići	13	0	
Stup	0	0	59
UKUPNO	41	7	185

Na narednoj slici prikazane su lokacije septičkih jama.



Slika 137. Septičke jame

Veličina septičke jame se može proračunati u odnosu na potrošnju vode u domaćinstvu. Može se pronaći podatak da član domaćinstva u prosjeku dnevno potroši oko 150 litara vode, te bi to značilo da će jedan član za mjesec dana napuniti 4,5 kubnih metara. Naravno to je pod uslovom da ne postoji upojni bunar. Inače kod gradnje se poštuje pravilo da se kao najmanja zapremina projektuje 3 kubna metra za kuće do 5 prostorija, i da se za svaku narednu prostoriju zapremina jame povećava za 1 kubni metar. U nekim zemljama postoji zakonski minimum od 10 kubnih metara. Također upojni bunar može biti izrađen kao uzdužni drenažni kanali.

Razlog brzog punjenja septičke jame mogu biti podzemne vode ili vode koje nastaju poslije obilnih kiša ili topljenja snijega (upravo zbog toga nije preporučljivo uvoditi kišnicu sa krovova u septičku jamu).

Septičke jame su sistemi za anaerobnu razgradnju organske materije. Najveću sanitarnu opasnost od septičkih jama za podzemne vode predstavljaju azotna jedinjenja (nastala razgradnjom ili metabolizmom proteina) i prisutne koliformne bakterije. Jedinjenja azota javljaju se u najvećoj mjeri u obliku uree, a odrasla osoba dnevno izluči oko 12 g azota u ovom obliku. Urea se brzo razgrađuje do amonijaka, a zatim sekvencionom mikrobiološki katalizovanom oksidacijom do nitrita, a zatim nitrata. Budući da su septičke jame zatvoreni sistemi, važno je da se omogući dovoljno brz proces mikrobiološke nitrifikacije amonijaka do nitrata (amonijak je toksičan i njegova MDK iznosi 0,5 mg/l dok MDK za nitrata iznosi 50 mg/l prema Pravilniku koji se odnosi na vode za piće). Budući da je u ruralnim područjima u BiH kanizacioni sistem još uvijek nedovoljno razvijen, važno je osigurati redovno i propisno pražnjenje septičkih jama.

Procjena očekivane koncentracije nitrata koji potiču iz septičkih jama može se jednostavno proračunati na osnovu spomenutih podataka ako je poznata gustina naseljenosti područja koja koriste ove sanitarne sisteme za odvodnju. Proračun balansa koncentracije NO₃- u mg/l izračunava se na sljedeći način:

$$C=1000*a*A*f/0,365*A*U+10*I$$

a – količina N koju godišnje izluči odrasla osoba (mg N/osoba/god.), A – gustoća naseljenosti (osoba/ha), f – dio izlučenog N koji iscuri u podzemne vode (zavisí od oba faktora, uslova toaleta i ranjivosti podzemlja na curenje azota), U – nekonzumabilni dio ukupno potrošene vode u l/osobi/dan, I – prirodni stepen infiltracije za dato područje u mm/a.

Proračun koncentracije nitrata za septičke jame

$$C = 0,093 \text{ mg/l N} = 0,411 \text{ mg/l NO}_3^-$$

13.1.1.2 STANOVNIŠTVO KOJE JE PRIKLJUČENO NA KANALIZACIJU

Na području Sarajevskog polja izgrađena su četiri kolektora: Hrasnički, Butmirski, Lukavički i kolektor koji otpadnu vodu sa Olimpijskih planina odvodi u pravcu Hadžića.

Ne postoji tačan podatak o broju stanovnika priključenih na kanalizaciju.

U ovom projektu izvršena je procjena na osnovu ukupnog broja stanovnika i broja septičkih jama koje koriste stanovnici.

U narednoj tabeli prikazani su osnovni podaci o kolektorima i sekundarnoj mreži.

Tabela 13.1.5. Podaci o kanalizacionim kolektorima i sekundarnoj mreži

Kolektor	Dužina kolektora (km)	Vrsta materijala	Dužina sekundarne mreže (km)				Ukupna dužina kanalizacije (km)
			Atmosferska	Fekalna	Mješovita	Nepoznato	
Hrasnički	5,47	AC	21,448	38,416	8,119	2,349	70,332
Butmirski	3,21	AC	4,42	12,581	147	1,013	165,014
Lukavički	5,88	AC	43,868	42,722	3,019	1,612	235,346
Olimpijske planine (dionica koja prolazi kroz zaštitne zone)	12,75	AC+PL	-				15,681

Kolektor koji odvodi otpadne vode sa Igmana i Bjelašnice je rađen 1982. godine za potrebe Zimske olimpijade. Cijevni materijal od kojeg je izgrađen kolektor je polietilen. Radove na izgradnji spomenutog kolektora su izvodili razni izvođači kao i omladinske brigade Postoji program rekonstrukcije kolektora koji je uradilo KJKP „ViK“ Sarajevo još 2003. godine. Ovim programom je predviđena rekonstrukcija cijele dionice od 18 km, a troškovi su procijenjeni na oko 5 miliona KM.

Ukupna dužina opomenutog kolektora je 18.734 m koja se može podijeliti na sljedeće dionice:

- Hadžići - Kamenolom - Radava Voda, dionica dužine 6.634 metra,
- Radava voda - Mrazište, dužina dionice 4.550 metara,

- Mrazište - Grkarica, dužina dionice 2.900 metara,
- Grkarica - Babin Do, dužina dionice 4.650 metara.

U dosadašnjem periodu vršene su rekonstrukcije spomenutog kolektora na pojedinim dionicama koje su bile najurgentnije. Potreba za rekonstrukcijom fekalnog kolektora Bjelašnica - Hadžići je veoma izražena. Potrebno je napomenuti više faktora koji zahtijevaju rekonstrukciju ovog kolektora. Prvi od faktora koji zahtijeva rekonstrukciju ovog kolektora je starost i fizička oštećenja samog cjevovoda zbog neadekvatne podloge na kojoj je polagan ovaj cjevovod od polietilena. Tehnički uslovi su da se cjevovod polaže na posteljicu od pijeska, a spomenuti je djelomično polagan na dno rova na kome je oštar stjenoviti materijal. Ovakav materijal je izazvao oštećenja cjevovoda sa donje strane što za posljedicu ima isticanje otpadnih voda. Prilikom izvođenja fekalnog kolektora Bjelašnica - Hadžići iskope rova za polaganje cjevovoda su vršile omladinske brigade koje nisu raspolagale sa adekvatnim mehaničkim sredstvima za iskop u stijenskoj masi te je nerijetko cjevovod polagan na neravnu niveletu, što je za posljedicu imalo pojavu dionica fekalnog kolektora sa kontra padovima. Kote dna revizionih okana su pratile konstantan pad dok su nivelete između okana odstupale od projektovanih vrijednosti i to na onu nepovoljniju stranu tj ostajale su pliće u odnosu na reviziona okna. Ovako izgrađen kolektor je imao dionice koje su uvijek potopljene te je sam tok vode u istom bio pod pritiskom, a ne sa slobodnom površinom kao što je normalan tok u kanalizacionoj mreži. Slijedeći od razloga koji zahtijevaju rekonstrukciju istog je izuzetno povećano hidrauličko opterećenje ovog kolektora izgradnjom značajnog broja objekata ne Igmansko -Bjelašničkom području. U prethodnom periodu prije 1992. godine veličina profila ovog kolektora je omogućavala kakvo takvo funkcioniranje i prevazilaženje naprijed navedenih tehničkih nedostataka. Povećanjem hidrauličkog opterećenja ovog kolektora ovi nedostaci su izazvali probleme u funkcioniranju istog te se i krenulo sa djelomičnim rekonstrukcijama kolektora sukladno raspoloživim finansijskim sredstvima.

Polazeći od najuzvodnije tačke kolektora u nastavku je dana hronologija provođenja radova na rekonstrukciji fekalnog kolektora Bjelašnica - Hadžići.

Dionica Babin Do- Grkarica

Dionica je ukupne dužine 4 650 metara od čega je do sada rekonstruirano 1.280 metara kolektora. Preostala dužina rekonstrukcije ovog dijela kolektora je 3 370 metara. Rekonstrukcija ove dionice je u drugom prioritetu.

Dionica Grkarica - Mrazište

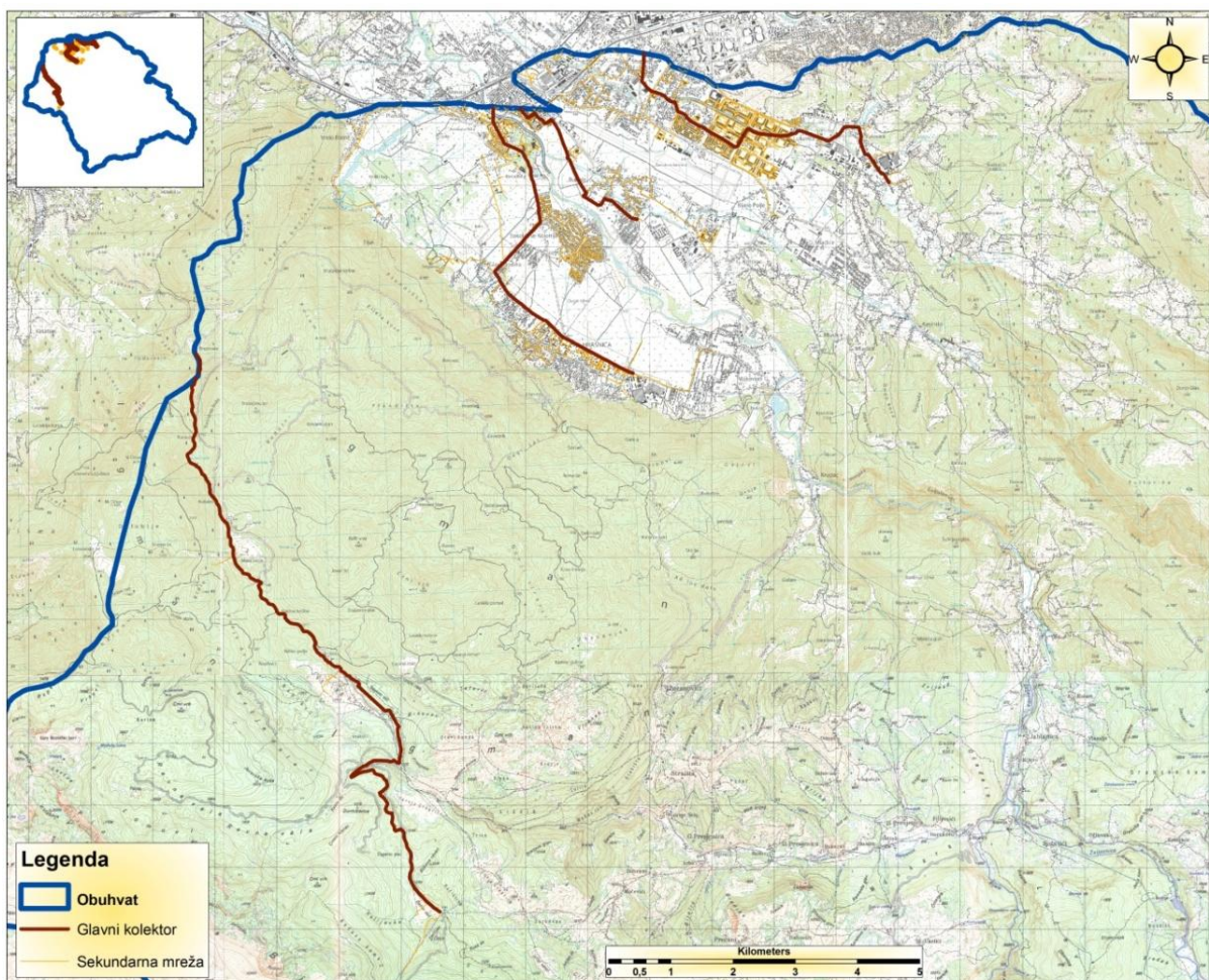
Dionica je ukupne dužine 2.900 metara od čega je do sada rekonstruirano 2.060 metara kolektora. Kao što je vidljivo ova dionica je bila u prvom prioritetu rekonstrukcije. Preostalu dužinu od 840 metara je potrebno rekonstruirati u drugom prioritetu.

Dionica Mrazište - Radava Voda

Dionica je ukupne dužine 4.550 metara od čega je do sada rekonstruirano samo 570 metara kolektora. Potreba za rekonstrukcijom ove dionice je u prvom prioritetu te je za istu napravljena projekta dokumentacija. Dionica je podijeljena na dva dijela i to Mrazište - Kabalovo dužine 2.695 metara i Kabalovo - Radava Voda dužine 1.855 metara. Ova dionica Kabalovo - Radava Voda je pripremljena i u fazi realizacije iz sredstava kredita Svjetske banke dok bi drugu dionicu trebalo rekonstruirati korištenjem finansijskih sredstava iz nekih drugih izvora.

Dionica Radava Voda - Kamenolom - Hadžići

Dionica je ukupne dužine 6.634 metra i nije vršena značajnija rekonstrukcija, izuzev pojedinačnih tačkastih popravki kolektora. Također rekonstrukcija ove dionice se može svrstati u drugi prioritet radova na rekonstrukciji fekalnog kolektora Bjelašnica – Hadžići. Ova dionica je skoro u cjelini izvan sliva izvorišta.



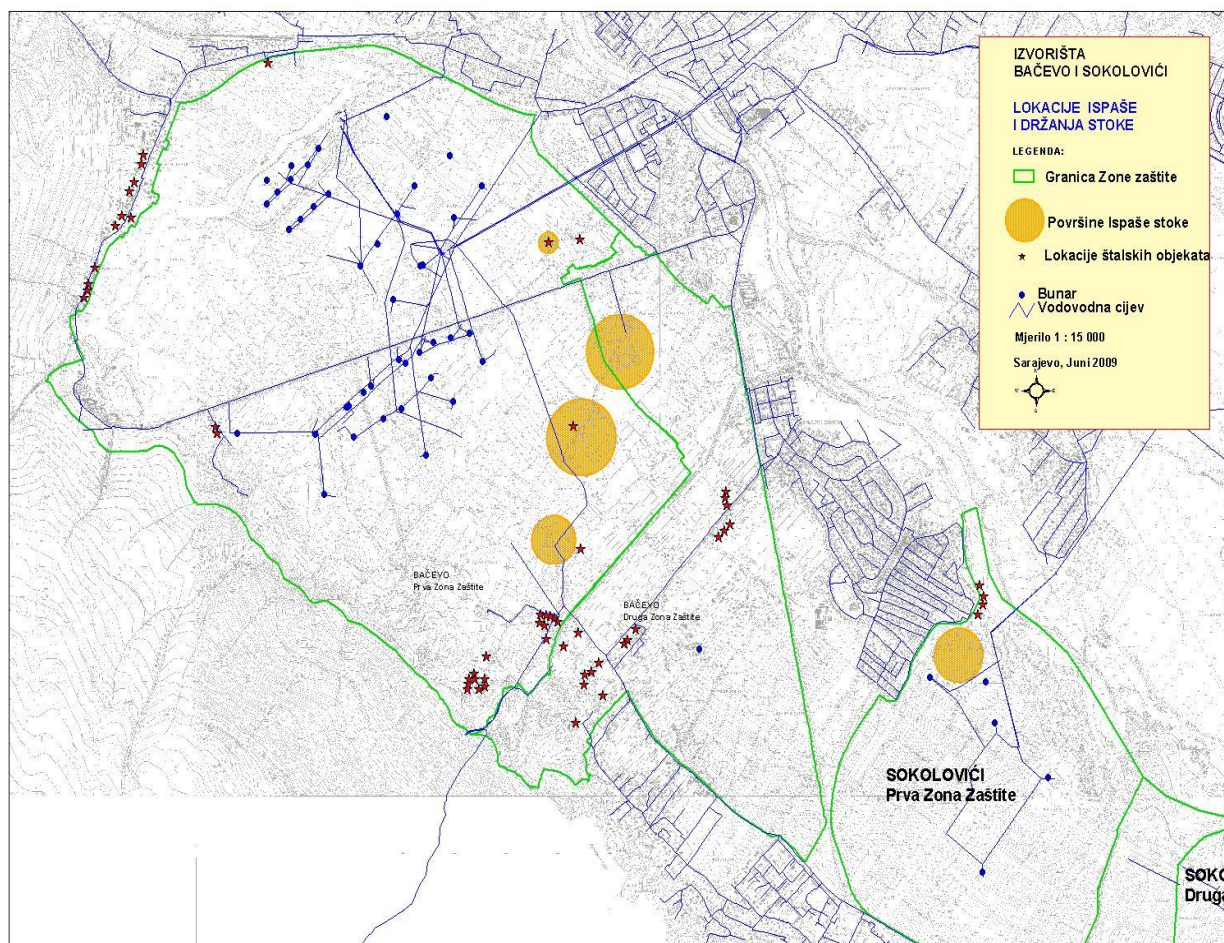
Slika 138 Kolektori i sekundarna mreža

13.1.2 STOČARSTVO

Na osnovu podataka općine Ilidža i općine Trnovo pripremljene su tabele sa brojem i vrstom stoke. Za općinu Ilidža obzirom da je područje višeg stepena osjetljivosti prikazan je broj stoke u odnosu na mjesne zajednice.

Tabela 13.1.6. Broj stoke po MZ u općini Ilidža

Općina Ilidža						
MZ	ovce	konji	perad	svinje	goveda	koze
Lužani	106	40	30	4		
Vrelo Bosne	15	13	138	18	18	
Sokolović kolonija	85	6	75		19	19
Hrasnica II		2	20		9	
Ukupno	206	15	263	22	46	19



Slika 139 Površine ispaše stoke i lokacije štalskih objekata³¹

Tabela 13.1.7. Broj stoke u općini Trnovo

Općina Trnovo					
ovce	konji	perad	svinje	goveda	koze
7985	40	1075	4	510	

³¹ Podaci općine Ilidža

13.1.3 INDUSTRIJA

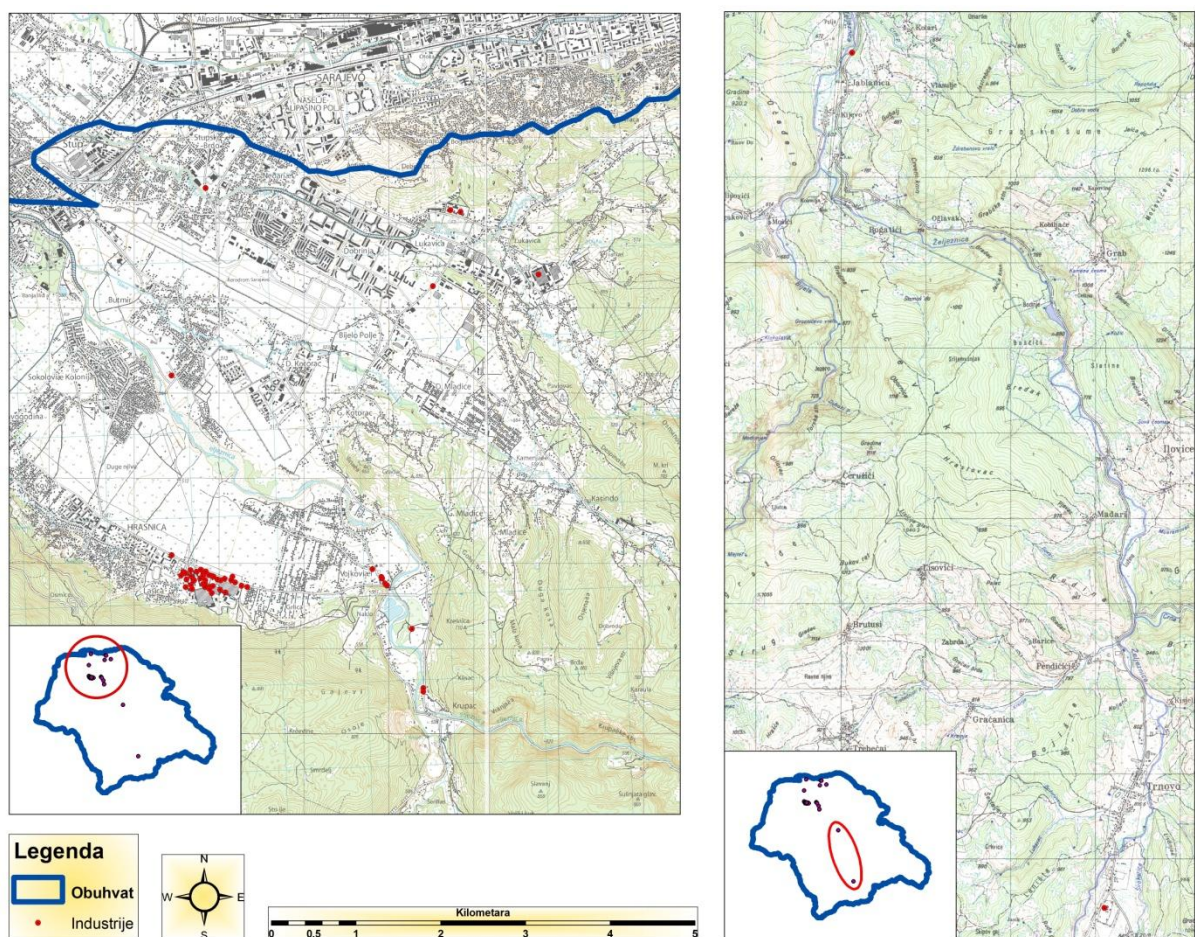
U ovom poglavlju prikazani su svi industrijski objekti identificirani u slivu. Radi se uglavnom o malim industrijskim i/ili zanatskim pogonima. Svi objekti sa osnovnim podacima (djelatnost, lokacija i dr.) uneseni su u bazu podataka i prikazani na karti, čija slika je data u nastavku teksta. Najveća koncentracija ovih pogona je u privrednoj zoni Hrasnica, što je sa aspekta zaštita (potencijalnog uticaja na izvorište) povoljno, jer se otpadne vode (tehnološke i oborinske) mogu nakon odgovarajućeg tretmana upustiti u Hrasnički kolektor.

Tabela 13.1.8. Industrijski objekti

R.br	Naziv privrednog subjekta	Djelatnost	Lokacija/Općina	Komentar
1	PRESJENICA	Obrada drveta	Trnovo (RS)	
2	ŠAMONI	Obrada drveta	Istočna Ilidža (RS)	
3	DRVOPROMET	Obrada drveta		
4	ILIDŽA PUTEVI	Asfaltna baza		
5	UNIGRAD	Betonara		
6	FEROTOM	Skladište plina	Ilidža (FBiH)	Pogon se nalazi u privrednoj zoni Hrasnica, posjeduje okolinsku dozvolu
7	ALTERNATIVA	Proizvodnja profilisanih limova i sendvič panela		
8	DALLAS	Tvornica za proizvodnju namještaja		
9	STRAUSS DONCAFE	Pržionica kafe		
10	STILLES	Proizvodnja pločastog namještaja		
11	FAMOS ADI - DTS ŠPED	Proizvodnja i skladištenje auto dijelova sa tehnologijom prerade metala		Pogon se nalazi u privrednoj zoni Hrasnica. Proces proizvodnje je zaokružen, otpad se reciklira. Posjeduje vodoprivrednu saglasnost.
12	STROJAL	Prerada metala, rezanje i zavarivanje		Pogon se nalazi u privrednoj zoni Hrasnica.
13	ALBERA	Proizvodnja metalnih konstrukcija		Pogon se nalazi u privrednoj zoni Hrasnica, posjeduje okolinsku dozvolu
14	BRAVARIJA HAMAG	Izrada metalnih konstrukcija		Pogon se nalazi u privrednoj zoni Hrasnica.
15	HADŽIABULIĆ	Prerada drveta, skladištenje, rezana građa		
16	Tkaonica Čilima d.d.	Teftovanje i tkanje tepiha i čilima		
17	SIGMA HIDROGRADNJA	Proizvodnja građevinskih materijala		
18	PRAKTIK	Bravarska djelatnost		
19	SZR KOVANA BRAVARIJA	Izrada kovane i ostale bravarije		
20	ALU CO d.o.o.	Proizvodnja metalnih konstrukcija od čelika i aluminija. Izrada saobraćajnih znakova i putnih ograda.		Posjeduje kabine sa suhim filtriranjem.
21	ECN d.o.o.	Trgovina boje i lakovi. Pogon za pakovanje (pretakanje) i distribuciju autokozmetike		
22	MPAC	Metalna ambalaža		
23	ARKA PRES d.o.o.	Grafička djelatnost		

R.br	Naziv privrednog subjekta	Djelatnost	Lokacija/Općina	Komentar
24	M-STEEL d.o.o.	Proizvodnja hladno valjanih limova za građevinarstvo. Proizvodnja limenih krovova i limova za oblaganje.		
25	MEDIXON d.o.o.	Proizvodnja betonskog crijeva i betonske galanterije. Vršiti se prodaja gotovih proizvoda		Trenutno je pogon u mirovanju.
26	SOR ORKA	Mehanički obrada metala, bravarija i limarija		Objekat površine cca 200m ² - zakup prostora. Operator je dostavio kopiju katastarskog plana, dozvolu za obavljanje djelatnosti, građevinsku dozvolu.
27	TAMEL COM d.o.o.	Bravarska radionica za izradu proizvoda od metala		
28	QVINTRADE	Pločasti namještaj		Objekat u izgradnji
29	BOS IN	Limarska radionica		
30	SOR BOSLIM - PLOSKIĆ	Proizvodnja limarskih proizvoda		
31	GREEN PROJEKT	Proizvodnja građevinske stolarije, restoran, skladište		Posjeduje odobrenje za rad
32	METAL PRODUKT d.o.o.	Bravarsko - metalostrugarska djelatnost. Prerada metala sječenjem, zavarivanjem (mehanička obrada) i dijelom lakiranje		
33	Sagramat	Prerada drveta.		Rezanje građe na otvorenom
34	INOX ENTERIJERI	Ograde i rukohvati od inox-a		
35	ELOX BH d.o.o.	Proizvodnja aluminijske stolarije		
36	PINJO LINEA D.O.O.	Proizvodnja odjevnih tekstilnih proizvoda		
37	FAMOS	Metalna industrija - tvornica motora	Istočno Novo Sarajevo (RS)	Lokacija na mjestu bivše kasarne
38	TAT	Metalna industrija - proizvodnja industrijskih rezervoara		Lokacija na mjestu bivše kasarne
39	Gradska toplana	Proizvodnja i distribucija toplotne energije		
40	RAOP - Energoinvest	Izrada prekidača, trafostanica i mjernih transformatora i obrada porculana za izolatore		
41	UNIS LASTA	Tvornica bicikla		Lokacija na mjestu bivše kasarne
42	BETONARA TBG	Proizvodnja betona	Ilidža (FBiH)	Pogon posjeduje okolinsku dozvolu.
43	Bemust	Štamparija		
44	Sinkro	Namještaj		
45	Zakir komerc			
46	Arit			
47	Tuš	Hipermarket		
48	Interex	Hipermarket		
49	Fabolux	Boje i lakovi		
50	CH d.o.o.			
51	Adix			
52	Golubovic d.o.o.			
53	Graniti i mermeri	Izrada spomenika		
54	Nekropoling	Izrada spomenika		
55	Kamenmont	Izrada spomenika		
56	Poljoprom			
57	Cibos	Reciklaža metalnog otpada		

R.br	Naziv privrednog subjekta	Djelatnost	Lokacija/Općina	Komentar
58	Enisar	Zavarivanje		
59	Kula			
60	Admer			
61	Unioninvest AD			



Slika 140. Industrijski objekti

13.1.4 TRAFOSTANICE I TRANSFORMATORSKE STANICE

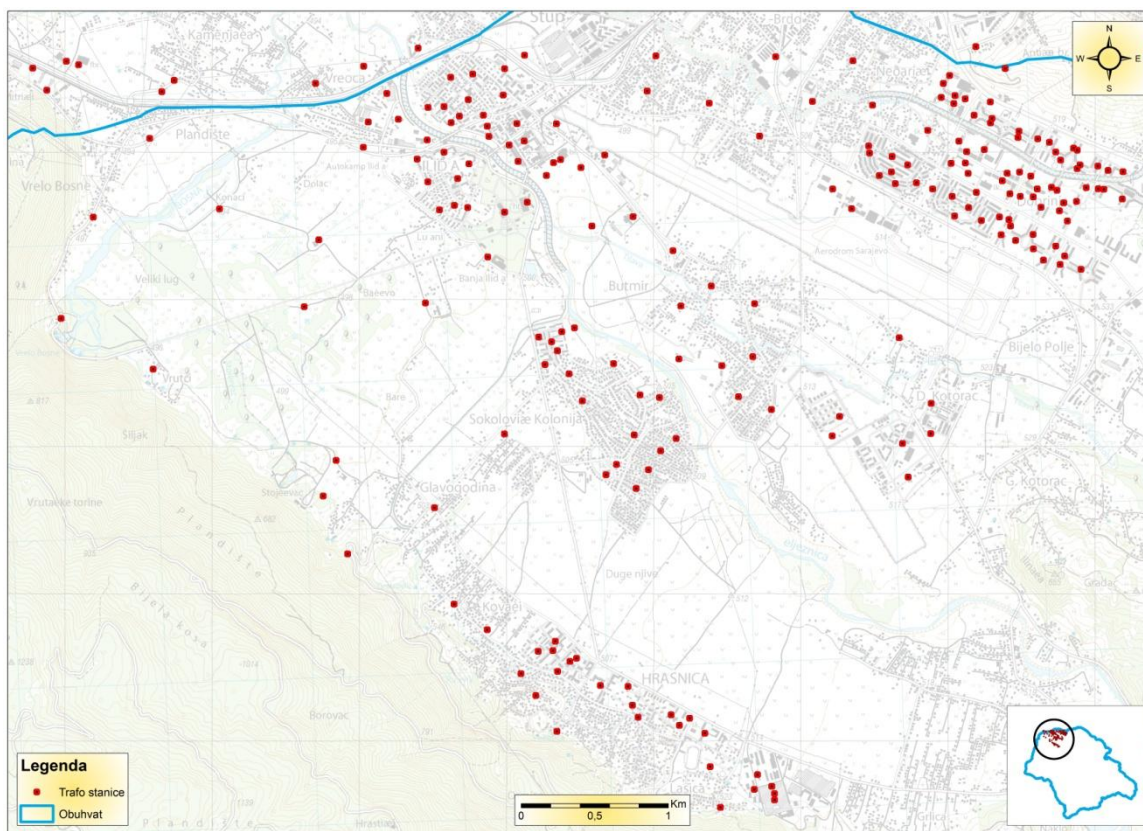
13.1.4.1 TRAFOSTANICE

JP „Elektroprivreda BiH“ -Elektro distribucija Sarajevo, je dostavila podatke o broju i prostornom rasporedu trafostanica na području izvorišta. Podatci su dostavljeni u atributnoj tabeli sa slojnicom koja prikazuje prostorni raspored. Dostavljeni su podaci o količini ulja koja se koristi u trafoima. Na narednoj slici je prikaz

Tabela 13.1.9. Broja trafostanica u zaštitnim zonama po odluci iz 1987. godine

Ilidža	Broj trafostanica u zaštitnim zonama		
Zaštitna zona	I	II	III
Bačevo	8	4	132
Sokolovići	0	0	

Ilidža	Broj trafostanica u zaštitnim zonama		
Zaštitna zona	I	II	III
Stup	1	0	
UKUPNO	9	4	132



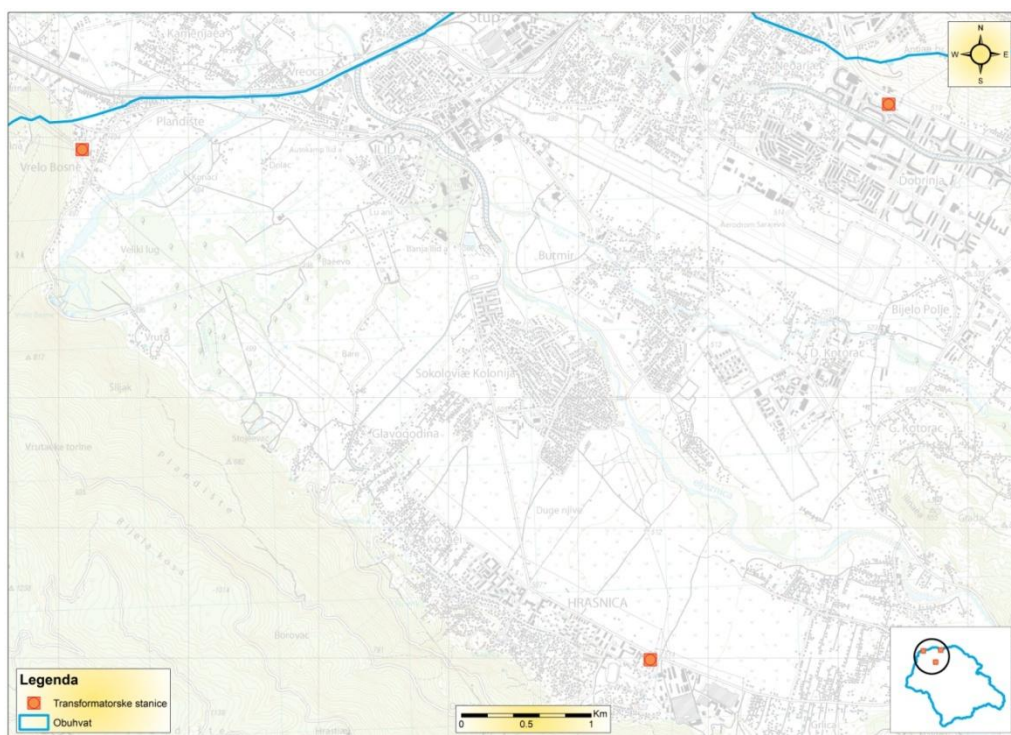
Slika 141. Trafostanice

13.1.4.2 TRANSFORMATORSKE STANICE

Prema podacima „Elektroprijenosa BiH, Operativno područje Sarajevo, u prostornom obuhvatu nalaze se tri transformatorske stanice:

- TS 110/35/10kV Sarajevo 1,
- TS 110/35/10 kV Sarajevo 18 i
- TS 110/35/10 kV Sarajevo 15.

U njima se ne vrši skladištenje otpadnog ulja i repromaterijala. Deponovanje novog i starog transformatorskog ulja se vrši u centralnom skladištu Reljevo, a sve u skladu sa preporukama proizvođača i važećim FBiH propisima.



Slika 142. Transformatorske stanice

13.1.5 DEPONIJE

Količina i kvalitet filtrata sa deponije ovisi o mnogo faktora, od kojih su neki: vrsta otpada, starost deponije, klimatski uvjeti i upravljanje deponijom.

Većina deponija u BiH nisu sanitarne deponije, tako da se o faktoru upravljanja deponijama, skoro da ne može ni govoriti. Vjerojatno je sarajevska deponija jedina koja ima uređaj za tretman otpadnih voda i primjenjuje adekvatan način odlaganja.

Zbog gore navedenih uvjeta, nema podataka o teretu zagađenja sa deponija, tako da su korišteni tipični literaturni podaci, kako bi se izvršila procjena tereta zagađenja sa deponija.

Protok: procijenjen je na osnovu površine deponije i prosječnih padavina, uz koeficijent infiltracije 1. On može biti manji od 100% zbog površinskog oticanja i evapotranspiracije. Ipak uzimajući u obzir veoma nizak standard upravljanja deponijom (nedostatak pokrova i izolacije od padavina na dijelu deponije koji se ne koristi....) pretpostavka je da će ukupna količina padavina infiltrirati kroz otpad i pojaviti se kao filtrat. Tamo gdje nisu postojali podaci o površini deponije pretpostavljena je površina od 10000 m².

Kvalitet: Sastav filtrata varira u širokom dijapazonu. Za potrebe proračuna korišten je tipičan sastav filtrata koji je prezentiran u "Guidance for the Treatment of Landfill Leachate (IPPC) - 2007"³², uz izuzetke u nekoliko slučajeva. Također su korišteni podaci o prosječnim godišnjim vrijednostima za jednu deponiju u BiH. Usporedni rezultati (iz priručnika i BiH deponija) prikazani su u narednoj tabeli. Vrijednosti su osrednjene i onda korištene za proračun u ovom projektu.

³² (www.environment-agency.gov.uk).

Tabela 13.1.10. Vrijednosti parametara filtrata iz deponija

Suspendovane materije (mg/l)	Literatura	Podaci sa jedne BiH deponije	Srednja vrijednost
		744	744
HPK (mg/l)	4253	3620	3937
BPK ₅ (mg/l)	1382	2038	1710
TN (mg/l)	1116	449	783
TP (mg/l)		4,0	4,0
Cr (mg/l)	0,090	0,235	0,163
Ni (mg/l)	0,180	0,115	0,148
Cu (mg/l)	0,070	0,020	0,045
Zn (mg/l)	3,800	0,040	1,920
Cd (mg/l)	0,010	0,010	0,010
Pb (mg/l)	0,210	0,235	0,223
Hg (mg/l)		0,630	0,630

Teret je proračunat kao proizvod prosječnog protoka i prosječnog sastava, sa izuzetkom za sarajevsku deponiju, gdje postoje mjereni podaci.

Treba naglasiti da se ovim proračunom ne uzima u obzir tretman filtrata.

Tabela 13.1.11. Lokacije deponija i površina

Zagađivač	Lokacija	X	Y	Površina (m ²)
D1	Pored vodozaštitne zone	6527031	4850947	102,12
D2	Vojkovići	6527295	4851182	6170,70
D3	Ul. Suvada Džulimana	6526439	4849834	86,97
D4	Iza FAMOS-a	6527117	4849457	429,69
D5	Kasarna Nedžarići	6527040	4854616	493,19
D6	Ul. Željeznička	6524519	4854629	92,42
D7	Jasike	6524499	4852977	456,69
D8	Ul. Plandište	6523095	4854265	860,85
D9	Ul. Zeleni put	6525179	4851970	106,45
D10	Vodozaštitna zona	6526856	4850478	93,27
D11	Put prema Krupcu	6529348	4848229	930,09
D12	Krupac	6531887	4847589	60054,21

Tabela 13.1.12. Procjena tereta zagađenja nutrijentima

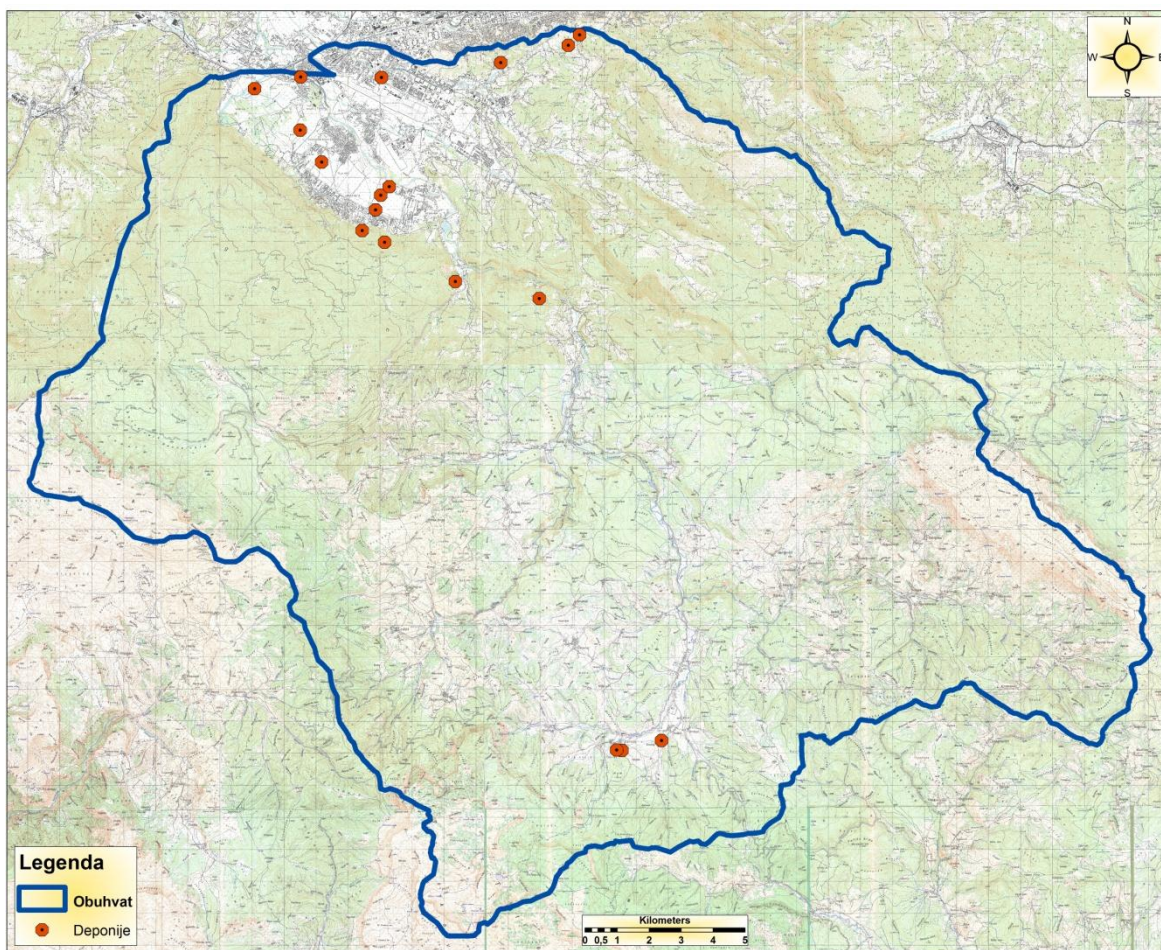
Zagađivač	SS(kg/d)	HPK(kg/d)	BPK ₅ (kg/d)	TN(kg/d)	TP(kg/d)
D1	0,2	1,1	0,4	0,3	0,0011
D2	11,8	67,7	22,0	17,8	0,0637
D3	0,2	1,0	0,3	0,3	0,0009
D4	0,8	4,7	1,5	1,2	0,0044
D5	0,9	5,4	1,8	1,4	0,0051
D6	0,2	1,0	0,3	0,3	0,0010
D7	0,9	5,0	1,6	1,3	0,0047
D8	1,7	9,4	3,1	2,5	0,0089
D9	0,2	1,2	0,4	0,3	0,0011
D10	0,2	1,0	0,3	0,3	0,0010
D11	1,8	10,2	3,3	2,7	0,0096
D12	115,3	659,2	214,3	173,0	0,6200

Tabela 13.1.13. Procjena tereta zagađenja teškim metalima-prioritetne supstance

Zagađivač	Cr(kg/d)	Ni(kg/d)	Cu(kg/d)	Zn(kg/d)	Cd(kg/d)	Pb(kg/d)	Hg(kg/d)
D1	0,00002	0,00005	0,00002	0,0010	0,000003	0,00006	0,00017
D2	0,00143	0,00287	0,00111	0,0605	0,000159	0,00334	0,01003
D3	0,00002	0,00004	0,00002	0,0009	0,000002	0,00005	0,00014
D4	0,00010	0,00020	0,00008	0,0042	0,000011	0,00023	0,00070
D5	0,00011	0,00023	0,00009	0,0048	0,000013	0,00027	0,00080
D6	0,00002	0,00004	0,00002	0,0009	0,000002	0,00005	0,00015
D7	0,00011	0,00021	0,00008	0,0045	0,000012	0,00025	0,00074
D8	0,00020	0,00040	0,00016	0,0084	0,000022	0,00047	0,00140
D9	0,00002	0,00005	0,00002	0,0010	0,000003	0,00006	0,00017
D10	0,00002	0,00004	0,00002	0,0009	0,000002	0,00005	0,00015
D11	0,00022	0,00043	0,00017	0,0091	0,000024	0,00050	0,00151
D12	0,01395	0,02790	0,01085	0,5890	0,001550	0,03255	0,09764

13.1.5.1 DEPONIIJA KRUPAC

Zbog neposredne blizine vodotoka Željeznice, u sklopu istražnih radova vezanih za kvalitet urađena je i analiza procjedne vode sa deponije Krupačke stijene. Na osnovu količine nutrijenata i teških metala može se procijeniti starost deponije i veličina uticaja na vodotoke. Deponije obično prolaze kroz pet ključnih faza: aerobna razgradnja, hidroliza i fermentacija, stvaranje kiselina (acetogeneza), metanogeneza i na kraju oksidacija. Pored očekivanih veoma visokih vrijednosti azotnih nutrijenata, interesantan podatak je pH vrijednost koja iznosi 7,79. Anaerobna razgradnja i fermentacija traju veoma kratko, svega par mjeseci i u toj fazi pH obično iznosi 4 ili niže. Nađena vrijednost pH koja iznosi 7,79 dakle slabo bazna dostiže se u fazi metanogeneze za koju je potrebno najmanje 15 godina, što može biti dobar pokazatelj starosti ove deponije. Za vrijeme metanogeneze koncentracija organskih kiselina značajnije se smanjuje, i tada je i vrijednost BPK₅ niska. BPK₅ procjednih voda deponije Krupac iznosi 3,03 mg O₂/l, dakle to je i ovdje slučaj. Velike količine amonijaka nastaju tokom perioda fermentacije i acetogeneze prvenstveno raspadom proteina i aminokiselina. U ovim anaerobnim stadijima dolazi do značajnog nakupljanja amonijaka u vodi. Razlog je aktivnost anaerobnih metanogenih bakterija koje troše velike količine ugljenika dok se amonijak nagomilava i ostaje u procjednim vodama godinama. Faza oksidacije traje veoma dugo, i u relativno maloj mjeri obuhvata amonijak koji uglavnom velikim dijelom odlazi sa procjednim vodama. Analizama rađenim 21.03.2011. godine ustanovljena je koncentracija amonijaka od čak 29,58 mg/l što je veoma visoka vrijednost. Koncentracija nitrata iznosila je 84,96 mg/l dok je koncentracija nitrita iznosila svega 0,016 mg/l. Svi rezultati ukazuju na to da se ova deponija trenutno nalazi u oksidacionoj fazi što ukazuje da je starost ove deponije više od 15 godina. Utrošak KMnO₄ iznosi 11,83 mg O₂/l, što je očekivano s obzirom na priliv nove organske materije i ukazuje da je deponija i dalje aktivna. Od teških metala dominira olovo koje se nalazi u koncentraciji od 77,37 mg/l. Od ostalih teških metala nađene su i značajnije količine bakra, kadmijuma i ukupnog hroma. Koncentracije cinka su veoma niske i u granicama su detekcije. Visoke koncentracije olova i bakra u svim fazama razgradnje organske materije mogu biti opasne za vodotok Željeznice, jer se u prvim stadijima sa sniženjem pH vrijednosti znatno povećava rastvorljivost olova a samim tim i pokretljivost. I u kasnijim stadijima moguće je povećanje pokretljivosti svih teških metala preko formiranja organokompleksa koji u anaerobnim uslovima pokazuju povećanu stabilnost. U ovom obliku povećava se i rastvorljivost u ovakvim vodama (mogućnost stvaranja i amino kompleksa) te stoga deponije uslijed padavina i stvaranja procjednih voda predstavljaju konstantnu opasnost za vodne tokove koji su locirani u njihovoj neposrednoj blizini.



Slika 143. Karta deponija u slivu

13.1.6 KAMENOLOMI I DRUGA POZAJMIŠTA MATERIJALA

Na širem području Sarajevskog polja vrši se eksploatacija dolomita, krečnjaka, te šljunka u koritu rijeke Željeznice u Butmiru.

Eksploatacija kamena može imati značajne negativne uticaje na kvalitet površinskih i podzemnih voda. Naime, aktivnosti kao što su miniranje, transport i utovar kamenog materijala na području eksploatacije u vrijeme padavina izaziva produkciju suspendovanih materija. Ukoliko se kamenolom nalazi u slivu kraškog vrela, bez sumnje doprinosi značajno njegovom zamućenju.

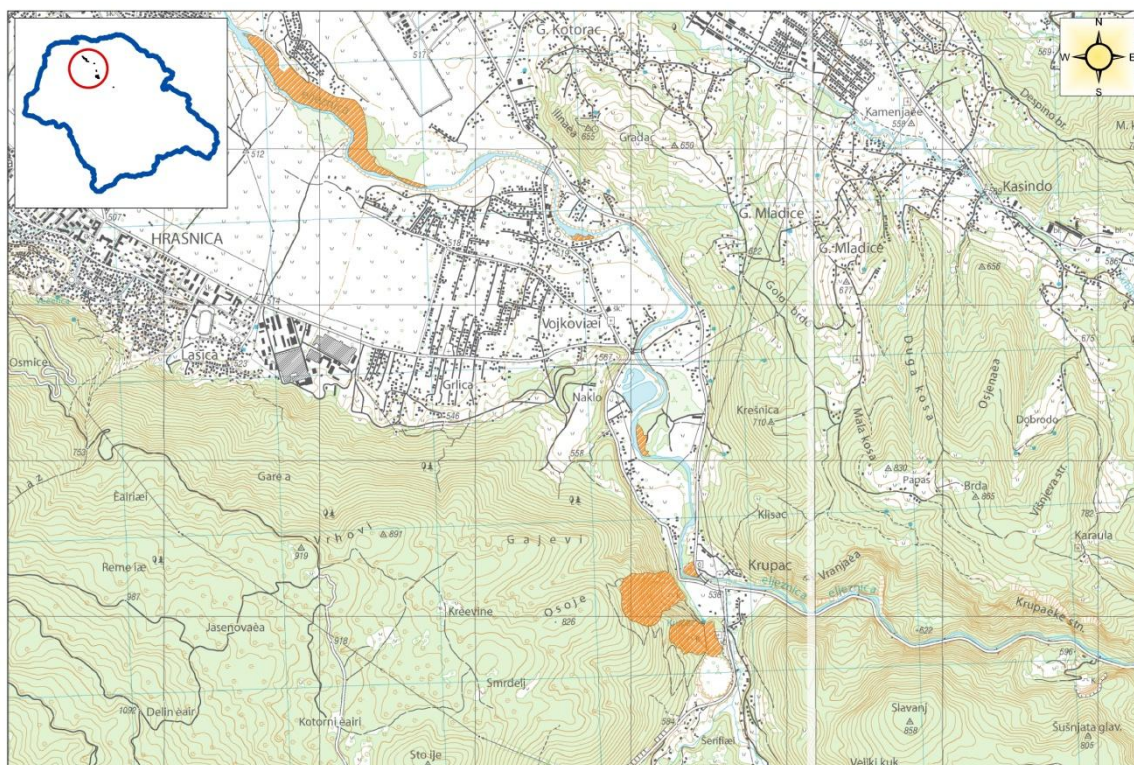
Ovdje treba istaći da kamenolomi locirani u slivu Sarajevskog polja nemaju direktan uticaj na podzemne vode iz aluviona, obzirom da se filtracijom vode kroz naslage šljunka sprječava pronos suspendovanih materija, već isključivo mogu ugroziti kraška vrela, među kojima je i vrelo Bosne.

U slivu vrela Bosne nema aktivnih kamenoloma, međutim uzrok njegovog povremenog slabijeg zamućenja, posljedica je drugih antropogenih aktivnosti, kao što je sječa šume i izvlačenje stabala, te drugih nekontroliranih aktivnosti.

Uticaj kamenoloma na površinske vode može u određenim elementima biti značajan ukoliko se oborinske vode sa prostora kamenoloma bez tretmana ulijevaju u vodotok, odnosno u podzemni kraški akvifer.

Ukupan uticaj kamenoloma na površinske vode treba analizirati kroz odnos površina i koeficijenta erozije koji važe za prostor kamenoloma i koeficijenta erozije koji važi za cijeli sliv vodotoka na kontaktu sa kamenolomom.

Produkcija nanosa na kamenolomu može kratkoročno povećati koncentraciju suspendovanih materija u vodotoku, međutim u ukupnom bilansu lebdećeg nanosa, doprinos kamenoloma je ograničen s obzirom da se produkcija vrši na znatno manjoj površini u odnosu na ukupnu slivnu površinu predmetnog vodotoka. Pri tome treba naglasiti da se unos suspendovanih materija odvija na cijeloj slivnoj površini.



Slika 144. Karta pozajmišta materijala

13.1.7 TURIZAM

13.1.7.1 HOTELSKI KAPACITETI

Značajan potencijalni izvor zagađivanja po izvorišta Sarajevskog polja mogu biti i turistički kapaciteti locirani u širem slivnom području izvorišta.

Na području općine Ilidža ima 13 hotela. U narednoj tabeli su prikazani osnovni podaci o ovim objektima.

Tabela 13.1.14. Hotelski kapaciteti

R.b r.	Naziv	Adresa	zaposleni ci	Djelatnost	Sadržaji
1	Hoteli Ilidža	Hrasnička cesta 14	117	Hotelsko banjsko rekreaciona	390 ležaja, restoran: 390, kongresna dvorana: 300, bazen 2x, wellnes centar 2x, parking 6.000 m ²
2	Hotelsko naselje Oaza	IV Viteške brigade 3		Ugostiteljstvo (auto camp)	ležaja: 110, restoran: 150, zelena površina 40.000 m ² ,
3	Hotel Hollywood	Dr.Mustafe Pintola 23	30	Ugostiteljstvo Turizam	ležaja: 456, restoran: 13000, kongresne sale 5x, svečani saloni 3x, svečani saloni 3x, zatvoreni bazen 25x16m, kuglana 20x6m, wellnes centar, bilijar club, sportska dvorana 25x12m, parking 1.500 m ²
4	Termalna rivijera Ilidža	Butmirska cesta bb	-	Ugostiteljstvo, turizam, rekreacija	restoran 240, ljetna bašta 100, unutrašnji bazen 1140m ² -1500 kupača, vanjski bazen 4900m ² -4000 kupača, parking
5	Hotel Casa Grande	Velika Aleja 2		Hotelska	ležaja 35, restoran, parking
6	Hotel Green	Ustanička bb	14	Hotelsko Rekreativna	ležaja:64, restoran 60, velika sala 150, mala sala 60,
7	Hotel Delminijum	Džemala Bijedića 18	-	Hotelska	restoran, kongresna dvorana sa 400 mjesta 2x, rotirajući restoran, fitness i wellnes centar, shopping centar
8	Hotel Rimski most	Blažujski drum 82	12	Ugostiteljska	ležaja 50, restoran 200, sala za prezentacije 100, kamin sala 30, vanjska bašta 200 mjesta, teniski teren 2x, padok za rekreaciono jahanje, parking 2.400m ²
9	Hotel Una	Stupska 2	-	Hotelsko Ugostiteljska Sportsko Rekreativna	ležaja 25, restoran 150, nogometno igralište sa umjetnom travom 19x36 m, bazen 15x8m, sala za sastanke 150m ² , vanjska terasa 200 mjesta, parking 1.500m ²
10	Hotel Brass	Džemala Bijedića bb	13	Ugostiteljska	ležaja 128, restoran:140 mjesta 2x, parking
11	Hotel Bosna	Butmirska cesta 8	15	Turističko Ugostiteljska	ležaja:49, restoran 200 mjesta, sala za seminare 50-80 mjesta, parking 400 m ²
12	Hotel Imzit	IV Viteške brigade 1	14	Hotelijerstvo	ležaja:41, restoran:64 mjesta, kongresna sala, parking 800m ²
13	Hotel Braća Mujić	Džemala Bijedića 212	9	Hotelijerstvo	ležaja:51, restoran:70, parking 400m ²

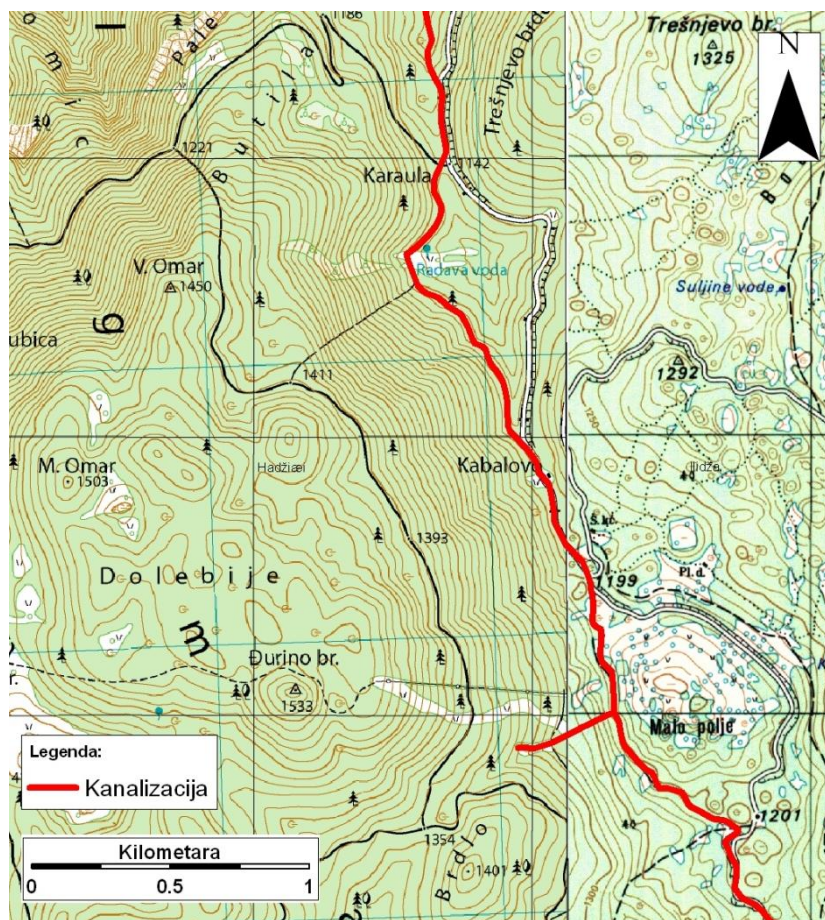
13.1.7.2 OLIMPIJSKE PLANINE BJELAŠNICA-IGMAN

Na području Igmana i Bjelašnice su tri osnovna područja na kojima su skoncentrirane turističke aktivnosti kao i smještajni kapaciteti.

Kanalizacijski sistem na području olimpijskih planina Igman i Bjelašnica izgrađen je u period do 1984 godine. U njegovom obuhvatu se nalaze objekti KJP „ZOI 84“ kao i drugi objekti u prostornom obuhvatu Bjelašnice i Igmana a koji su locirani u blizini trase glavnog kolektora od Štinjeg dola do Hadžića.

Malo polje

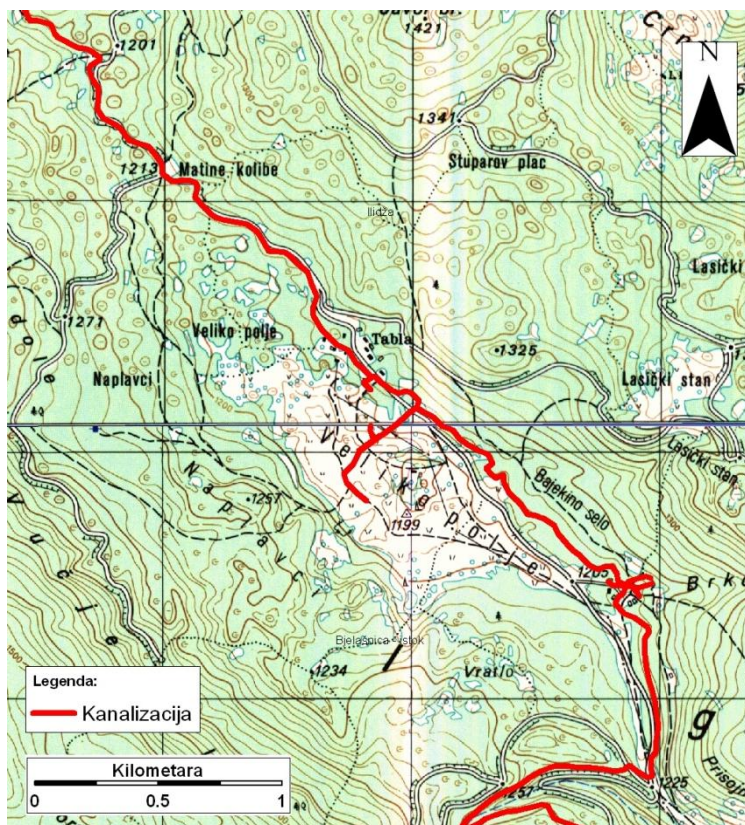
Na lokaciji Malog polja nalazi se više objekata koji direktno ili indirektno predstavljaju infrastrukturu za turističke aktivnosti na ovom području. U odnosu na period 1984 – 1992 godina. odvodnja otpadnih voda sa ovog područja odvija se u izmijenjenom režimu. Ovdje je bitno napomenuti da Malo polje predstavlja prirodnu depresiju i odvodnja otpadnih voda je do 1992. godine sa ovog lokaliteta obavljana tako da su se otpadne vode prikupljale sekundarnom mrežom do sabirnog šahta i odatle prepumpavane do glavnog kolektora Šinji do – Hadžići putem kojeg je vršena njihova dispozicija prema postrojenju za prečišćavanje u Butilama. Ovdje je značajno naglasiti da lokalitet Malog polja predstavlja prirodnu depresiju. Trenutno se otpadne vode prikupljaju u septičkoj jamu koja je testirana na vododrživost. Pražnjenje septičke jame se obavlja redovno uz odgovarajuće mjere održavanja.



Slika 145. Lokacija Malog polja sa prikazom dijela trase kolektora Šinji do-Hadžići

Veliko polje

Prostor Velikog polja obuhvata relativno veću površinu na kojoj postoje određene turističke aktivnosti. Centralno mjesto na ovom prostoru odnosi se na lokaciju hotela „Feri“ i parking plato ispred hotela. Trenutno se otpadne vode iz hotela „Feri“ putem tlačnog cjevovoda prepumpavaju do kolektora Šinji do – Hadžići. Pumpna stanica se nalazi u nadležnosti hotela „Feri“ koji je preuzeo njeno održavanje.



Slika 146. Lokacija Velikog polja sa prikazom dijela trase kolektora Štinji do-Hadžići

Babin do

Babin do predstavlja središte turističkih aktivnosti na olimpijskim planinama Igman i Bjelašnica, obzirom da je na ovoj lokaciji većina smještajnih kapaciteta kao i najizraženije turističke aktivnosti, što se vidi iz podataka prikazanih u narednoj tabeli.

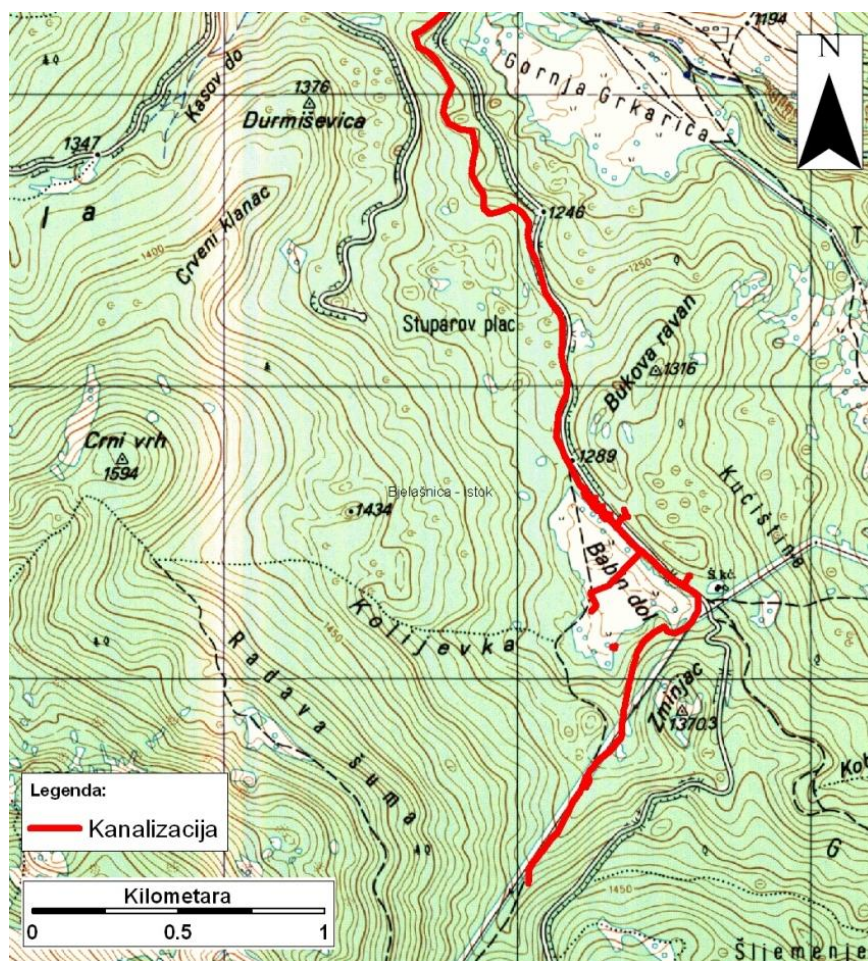
Tabela 13.1.15. Prikaz broja posjetitelja prema podacima KJP ZOI 84

	Sezona	Babin do	Malo polje	Veliko polje	Neregistrirani posjetioci (procjena)	Ukupno
Ski karte	2008/2009	29247	5304		15000	49551
	2009/2010	24271	6520		15000	45791
	2010/2011	19950	7083	197	15000	42230
Parking	2008/2009	18078	4924	1150	4800	28952
	2009/2010	16621	2087		3800	22508
	2010/2011	8096	2745		2200	13041

Odvodnja otpadnih voda izvedena je slično sistemima na Malom polju i Velikom polju, odnosno sakupljanjem otpadnih voda iz objekata koji se nalaze u samoj depresiji obavlja se putem sekundarne mreže. Vodonepropusnost ove mreže je od ključne važnosti obzirom na direktnu vezu ovog prostora sa izvorom Vrelo Bosne. Sama funkcionalnost sistema za prepumpavanje je upitna.

Na samom obodu Babinog dol, na sjeveroistočnoj strani, u poslijeratnom periodu izgrađen je veći broj objekata koji imaju relativno vrlo povoljne predispozicije za priključenje na kolektor Štinji do – Hadžići. Kvaliteta izvedenih priključaka na ovaj kolektor jako je bitna.

Na lokalitetu Babin do još od 1984 godine postoji sustav za vještačko osnježavanje. Ovaj sustav je bio u funkciji sve do 1992. godine, kada je tokom ratnih dešavanja uništena oprema i veći dio podzemnih instalacija. U periodu 2008. godine KJP „ZOI 84“ je pristupilo obnovi ovog sistema u skladu sa *Masterplan 1998 Bjelašnica*. Obnovom akumulacija za smještaj vode za sustav osnježavanja koje su izgrađene za vrijeme zimskih olimpijskih igara kao i nešto izmijenjenom koncepcijom sustava obezbijeđen je mnogo funkcionalniji sistem koji može funkcionirati i neovisno od gradske mreže. Ovaj sustav je izgrađen tako da prikupljanje voda koje se uslijed topljenja snijega nakupljaju u depresiji Babin do te se potom ista voda nakon prolaska kroz filterski uređaj prepumpava u akumulacije i ponovo koristi za osnježavanje. Sistem za vještačko osnježavanje kompanije „Wintertechink“ Austrija (topovi za snijeg) ne zahtjeva upotrebu nikakvih aditiva prilikom proizvodnje snijega.



Slika 147. Lokacija Babinog dola sa prikazom dijela trase kolektora Štinji do-Hadžići

Na prostoru Babino do, nalazi se i Benzinska postaja koja je koristilo JKP ZOI 84, ova pumpna stanica opremljena je separatorom masti i ulja. Posude za smještaj goriva se sastoje iz takozvanih dvostrukih tankova.

Otpadne vode sa parking prostora na Babinom dolu, se skupljaju i prije nego se ispuste u upojni bunar prolaze kroz separatore ulja i masti. Na dijelu prostora koji se koristi za parking (posebno u zimskim mjesecima) nije postavljen asfalt. Ovakvo stanje dovodi da se masnoće i ulja mogu direktno infiltrirati u zemljište. Obzirom da je ovaj prostor u suštini predstavlja, kao što je već rečeno, prirodnu depresiju iz koje se vode ocjeđuju putem

ponora koji je u direktnoj vezi za izvorištem rijeke Bosne, to se ovaj problem mora adekvatno tretirati. Prijedlog potrebnih mjera biti će dat u nastavku ovog projekta (poglavlje: Tehničke mjere zaštite).

13.1.8 BENZINSKE PUMPE I AUTOPRAONICE

Na osnovu terenskih istraživanja, identificirano je 18 benzinskih pumpi.

Benzinske pumpe koje su izgrađene po propisima i čije su otpadne vode sakupljene i tretirane na propisan način ne predstavljaju prijetnju za površinske i/ili podzemne vode, osim u slučajevima kada dođe do havarije (curenje tankova i sl.). Sve benzinske pumpe imaju vodne dozvole i njihove otpadne vode idu u kanalizaciju.

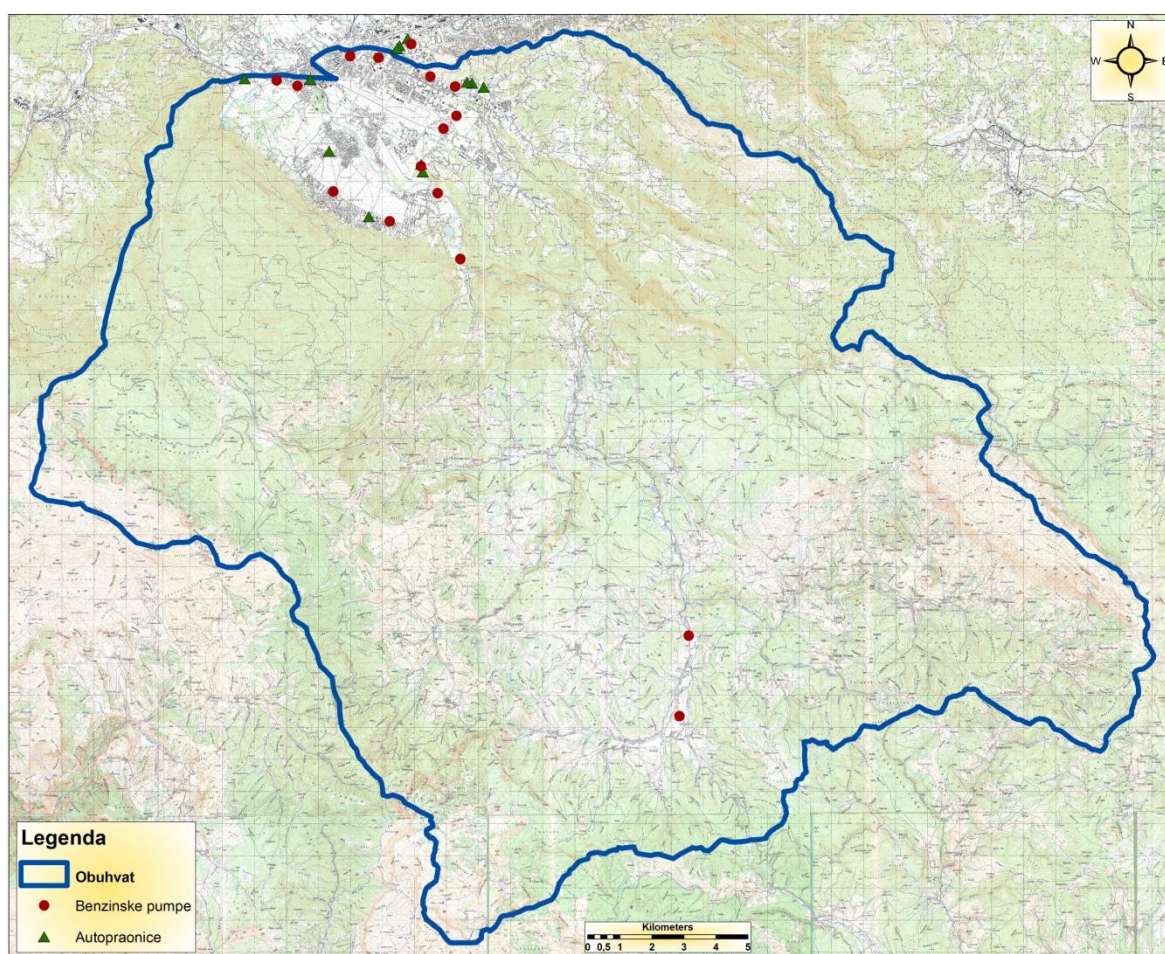
Sve benzinske pumpe u vodnim dozvolama koje izdaje Agencija za vodno područje slivova rijeke Save, imaju obavezu, između ostalog, da redovno vode dnevnik o pražnjenju i odvozu sadržaja taložnika i separatora ulja i masti, izdvojenim naftnim derivatima i talogu iz taložnika i separatora ulja i masti.

Također su u obavezi da tokom godine osiguraju minimalno četiri uzorkovanja otpadnih voda, shodno članu 9. i 11. Pravilnika o graničnim vrijednostima opasnih i štetnih materija za tehnološke otpadne vode prije njihovog ispuštanja u sistem javne kanalizacije, odnosno drugi prijemnik («Službene novine Federacije BiH», broj 50/07) i sačine završni (godišnji) elaborat o ispitivanju kvalitativnih i kvantitativnih karakteristika efluenta sa programom praćenja stanja voda (monitoringa) i rezultatima monitoringa. Isti mora biti urađen u skladu sa Pravilnikom o graničnim vrijednostima opasnih i štetnih materija za tehnološke otpadne vode prije njihovog ispuštanja u sistem javne kanalizacije odnosno drugi prijemnik. Ova ispitivanja mogu vršiti samo ovlaštene laboratorije.

Tabela 13.1.16. Benzinske pumpe

R.B r.	Ime pumpe	Općina	X	Y	VT_ID	CODE
1	Benzinska pumpa	Ilidža	6524416	4854974	104019	G52486
2	Proming	Ilidža	6524289	4854008	406019	G52486
3	Benzinska pumpa	Ilidža	6525762	4854623	104019	G52486
4	Stanić benzinska pumpa	Ilidža	6526093	4854937	104019	G52486
5	Imzit	Novi Grad	6528385	4854357	104019	G52486
6	OMV	Ilidža	6526634	4855327	0	G52486
7	EP Trnovo	Trnovo RS	6536256	4834427	406022	G52486
8	BM Trnovo	Trnovo FBiH	6536609	4836697	406022	G52486
9	Benzinska pumpa	Istočna Ilidža	6529391	4848460	406019	G52486
10	Benzinska pumpa	Istočna Ilidža	6528735	4850612	406019	G52486
11	Benzinska pumpa	Istočna Ilidža	6528176	4851498	406019	G52486

R.B r.	Ime pumpe	Općina	X	Y	VT_ID	CODE
12	Benzinska pumpa	Ilidža	6527276	4849799	406019	G52486
13	Benzinska pumpa	Ilidža	6525435	4850739	104019	G52486
14	Energopetrol-Rimski most	Ilidža	6523584	4854250	104019	G52486
15	Terex	Novo Sarajevo	6529280	4853908	104019	G52486
16	Benzinska pumpa	Istočno Novo Sarajevo	6530434	4853738	104019	G52486
17	Mandić petrol	Istočno Novo Sarajevo	6529345	4853054	104019	G52486
18	Energopetrol-Stupsko brdo	Ilidža	6526847	4854935	104019	G52486



Slika 148. Lokacije benzinskih pumpi i autopraonica

Dodatni zahtjevi po pitanju monitoringa uticaja benzinskih pumpi na podzemne vode, biće predloženi u poglavlju kojim se propisuju mjere zaštite izvorišta.

13.1.9 GROBLJA

Većina postojećih groblja su locirana bez razmišljanja o potencijalnim rizicima za okolinu i lokalnu zajednicu. Radi religijskih ili kulturoloških okolnosti, najčešće se smještaju u blizini naselja.

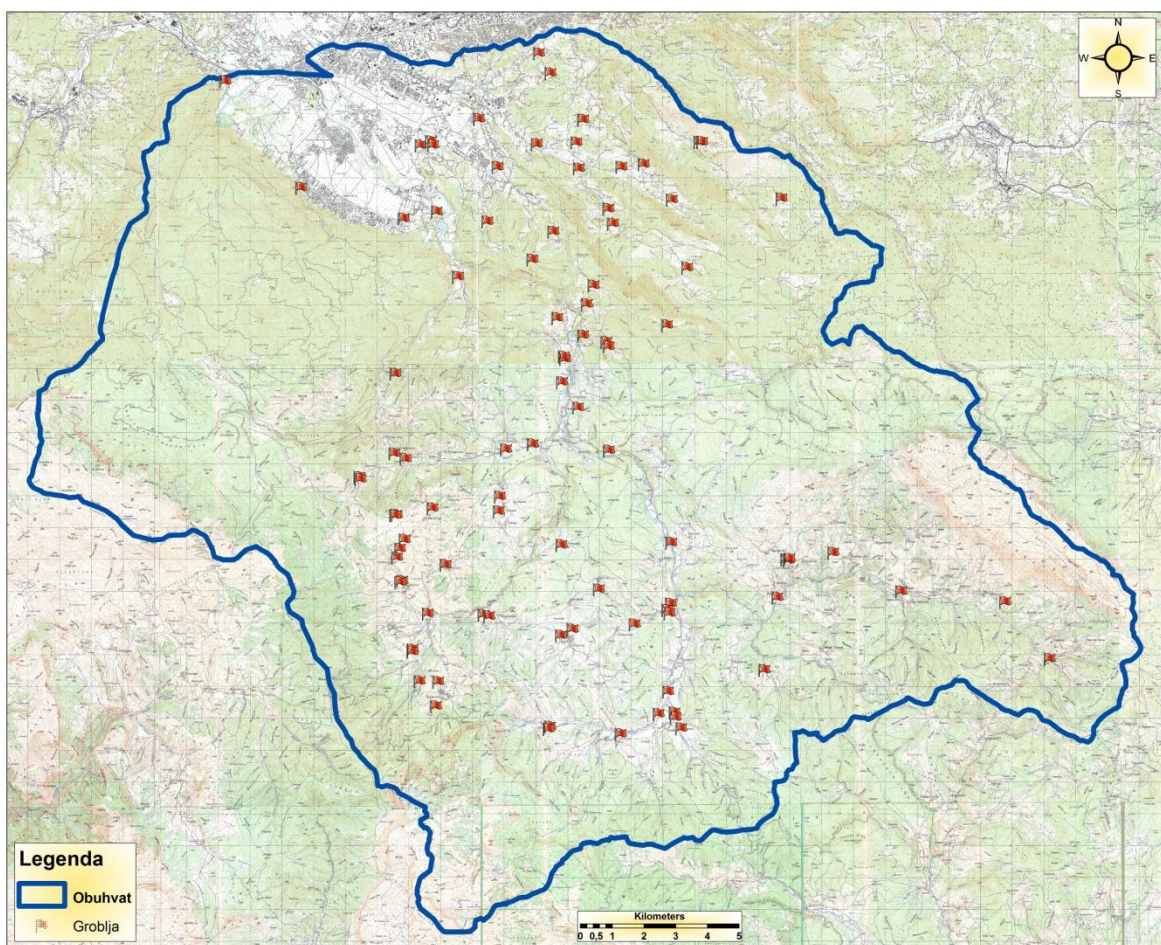
Na širem području Sarajevskog polja locirano je 91 groblje. Na užem području nalazi se 11 groblja koja su smještena u III vodozaštitnoj zoni (po odluci o zaštiti iz 1987. godine). Najveće groblje u užem području Sarajevskog polja je groblje „Kovači“ koje pokriva 3 mjesne zajednice MZ Hrasnica 1 i 2 i MZ Sokolović Kolonija. Budući da ima još oko 1100 slobodnih mjesta, predviđa se da će groblje ostati aktivno narednih 5-8 godina.

Pri procjeni tereta zagađenja groblja se mogu promatrati kao poseban tip deponije³³.

Tabela 13.1.17. Procjena tereta zagađenja od groblja

ID	X	Y	Površina (m ²)	Padavine (mm)	Qsr (m ³ /d)	SS (kg/d)	HPK (kg/d)	BPK ₅ (kg/d)	TN (kg/d)	TP (kg/d)
G1	6531699,4	4833880,61	2073,45	492	6,98	5,2	29,7	9,6	7,8	0,0279
G2	6531744,87	4835653,05	800,18	492	2,07	1,5	8,8	2,9	2,3	0,0083
G3	6520959,83	4842170,77	4523,6	492	11,80	8,8	50,2	16,3	13,2	0,0472
G4	6500877,17	4846407,55	29082,67	492	75,06	55,8	319,2	103,8	83,8	0,3002
G5	6486372,82	4861646,26	5102,25	492	13,17	9,8	56,0	18,2	14,7	0,0527
G6	6524178,78	4852662,68	12713,23	492	32,81	24,4	139,6	45,4	36,6	0,1312
G7	6526863,27	4852534,17	3121,5	492	8,06	6,0	34,3	11,1	9,0	0,0322
G8	6527418,59	4843014,25	912,78	492	2,36	1,8	10,0	3,3	2,6	0,0094
G9	6526494,69	4853133,46	1122,57	492	2,90	2,2	12,3	4,0	3,2	0,0116
G10	6513330,23	4859267,71	10184,89	492	26,29	19,5	111,8	36,3	29,3	0,1051
G11	6511918,3	4857426,1	2108,99	492	5,44	4,0	23,2	7,5	6,1	0,0218

³³ THE IMPACT OF CEMETERIES ON THE ENVIRONMENT AND PUBLIC HEALTH, 1998 EUR/HFA target 23.



Slika 149. Karta groblja u slivu

13.1.10 NAČIN KORIŠTENJA ZEMLJIŠTA

Područje sliva je klasificirano u odnosu na način korištenja zemljišta.

Klasifikacija korištenja zemljišta je:

1. Poljoprivredno:
 - a. njive,
 - b. voćnjaci,
 - c. livade,
 - d. pašnjaci.
2. Šumsko zemljište i
3. Urbana područja
4. Ostalo

Ne postoje prostorni podaci o količini i vrsti primijenjenog đubriva i pesticida.

Na osnovu procjena koje se mogu naći u Federalnoj strategiji razvoja poljoprivrede, zatim literaturnoj građi i dr. pretpostavljene količine primijenjenog đubriva su:

1. NPK 15:15:15 i 7:20:30,
2. KAN.

Za definiranje veličine pritiska od poljoprivrede, u proračunima su korištene slijedeće pretpostavke:

1. Bez obzira na uzgojnu kulturu aplicira se konstantna količina đubriva u odnosu na površinu (kg/ha/god), i to:
 - a. oranice – njive: 140 kg/ha NPK i 100 kg/ha KAN đubriva,
 - b. livade 60 kg/ha KAN đubrivo.
2. Pesticidi se NE apliciraju.

Količinu apliciranih pesticida nije moguće procijeniti. Jedini podaci koji postoje za BiH su količina pesticida koji se uvezu na godišnjoj osnovi. Količina značajno varira po godinama, što vjerojatno znači da se u godini sa malom uvezenom količinom koristila zaliha prethodnih godina. Zbog toga u ovom proračunu nisu mogli biti korišteni podaci o količini apliciranih pesticida.

Na području slivova Željeznice i Dobrinje oko 94% površine pripada šumskom zemljištu, 4,1% su urbana i ostala područja i oko 2,0% je poljoprivredno zemljište.

Proračun unosa azota i fosfora (t/god) je urađen je prikazan u narednoj tabeli.

Tabela 13.1.18. Procjena produkcije ukupnog azota i fosfora

Blok	površina pripadajućeg sliva vodnog tijela	Klasa korištenja	Površina		Količina u odnosu na klasu korištenja		Ukupno pripadajućem dijelu sliva	
			km ²	%	N (t/god)	P(t/god)	N (t/god)	P(t/god)
Sarajevsko polje	28,24	Urbanizovane površine	9,75	34,53	6,44	0,98		
		Površine pod usjevima	18,4	65,16	14,72	1,84		
		Pašnjaci	0	0,00	0,00	0,00		
		Šume	0,09	0,32	0,01	0,00		
		Ostalo	0	0,00	0,00	0,00	21,16	2,82
Planinski masiv	119,04	Urbanizovane površine	2,21	1,86	1,46	0,22		
		Površine pod usjevima	1,21	1,02	0,97	0,12		
		Pašnjaci	0,1	0,08	0,02	0,00		
		Šume	114,97	96,58	12,65	0,69		
		Ostalo	0,55	0,46	0,00	0,00	15,10	1,03
Željeznica	349,67	Urbanizovane površine	0,47	0,13	0,31	0,05		
		Površine pod usjevima	27,77	7,94	22,22	2,78		
		Pašnjaci	23,75	6,79	5,23	0,24		
		Šume	292,9	83,76	32,22	1,76		
		Ostalo	4,78	1,37	0,00	0,00	59,97	4,82
Dobrinja	66,77	Urbanizovane površine	4,74	7,10	3,13	0,47		
		Površine pod usjevima	14,30	21,41	11,44	1,43		
		Pašnjaci	1,43	2,14	0,31	0,01		
		Šume	46,31	69,35	5,09	0,28		
		Ostalo	0,00	0,00	0,00	0,00	19,97	2,20

13.1.11 MINSKA PODRUČJA

Način na koji mina uzrokuju degradaciju zemljišta se svrstavaju u pet skupina: nemogućnost pristupa, gubitak biološke raznolikosti, poremećaji mikro-reljefa, kemijska kontaminacija, i gubitak produktivnosti.

Zemljišni sistem služi kao geokemijski upijač za kontaminante (npr. tlo djeluje kao prirodni tampon za kontrolu razmjene elemenata između atmosfere, hidrosfera i biote). Ovisno o gustoći mina po jedinici površine, tipa i sastava mina, dužine, količine i stupnja izloženosti minskih sredstava, mine mogu predstavljati ozbiljnu prijetnju zagađenju, uslijed nakupljanja nebiorazgradivih toksičnih materija kao što su otpad kućišta ili NUS ostaci (vidi Gray, 1997).

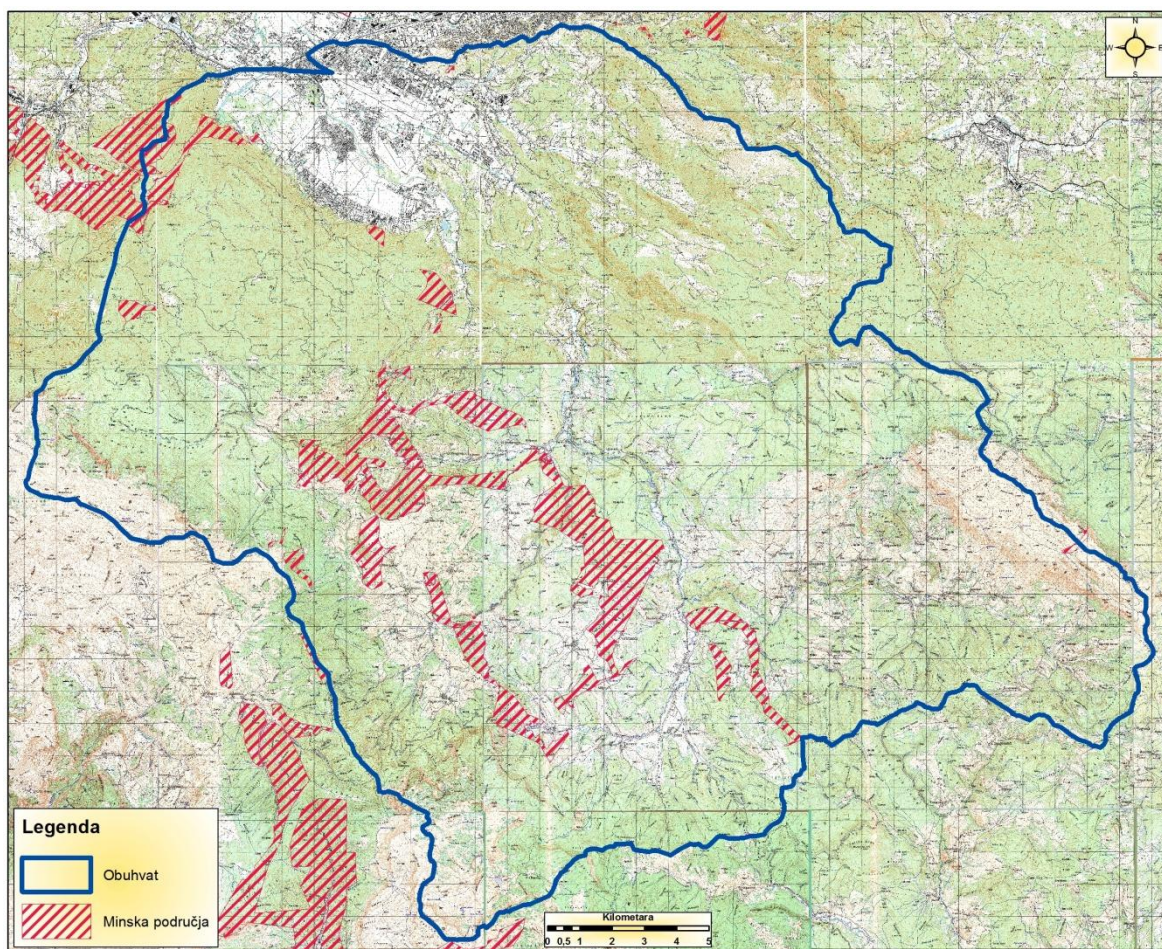
Kućišta mina su izrađene od metala, drva ili plastike i ispunjene su 2,4,6-Trinitrotoluenom (TNT), hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazinskih (RDX ili Cyclonite) ili tetrylom. Mine također mogu sadržavati druge nebiorazgradivih supstance, kao što je osiromašeni uran. Ovi spojevi se mogu procijediti u tlo i podzemne vode kao rezultat dezintegracije mina (Gray, 1997). Mine, u manjoj mjeri, također mogu sadržavati i dodatne tvari, uključujući željezo, mangan, cink, krom, kadmij, nikal, bakar, olovo i živu.

Mnogi od organskih i anorganskih tvari i spojeva koji su izvedeni iz eksploziva su dugotrajni, topivi u vodi i toksični čak i u malim količinama. Kontaminirati se može izravno ili neizravno u tlo, vode, biljke i dr.

Također su se tokom rata na području Igmana i Bjelašnice nalazile vojne jedinice i značajan broj artiljerijskog i drugog naoružanja i municije.

Iako ne postoje dokazi o negativnom uticaju NUSa na tlo, vode i biljni i životinjski svijet, potrebno ukazati da potencijalna opasnost od zagađenja postoji, sve dok se ovo područje ne „očisti“.

Karta minskih područja je pripremljena na osnovu MAK-ovih podataka (2007. godina) i može se smatrati samo orijentacionim pokazateljem rasporeda minskih polja na prostoru sliva.



Slika 150. Karta minskih područja

13.1.12 PROMETNO ZAGAĐENJE

Motorna vozila i saobraćajnice su rasprostranjeni potencijalni izvor kontaminacije podzemnih voda. Ubrzani urbanistički rast dovodi do rapidnog povećanja motorizacije i pratećeg povećanja zagađenja. Operacije i objekti vezani za saobraćaj koji su ključni u procjeni situacije su putevi, aerodromi, pruge, prijevoz unutrašnjim plovnim putevima (rijeke, jezera, kanali) gdje površinske vode snažno utiču na podzemne vode, kao i cjevovodi za naftu i naftne derivate.

Čitav niz emisija organskih i neorganskih supstanci koje potiču od saobraćaja mogu dosegnuti tlo, ili površinske vode preko i vode i zraka. Dodatno, objekti uz saobraćajnice kao linearni izvori emisija, pogotovo benzinske pumpe, autobusne stanice, aerodromi, željezničke stanice, luke, odlagališta auto otpada mogu biti značajne tačke zagađenja podzemnih voda.

Obim saobraćaja očigledno ima značajan uticaj na količinu i tip zagađenja. Prosječni dnevni promet je pogodan kriterij za klasifikaciju prometnica sa različitim stepenom potencijalnog rizika od zagađenja. Golwer (1991) predlaže klasifikaciju rizika rangiranu od niskog (manje od 2000 vozila dnevno) do visokog (preko 15000 vozila dnevno). Grupa supstanci vezanih za saobraćaj koje najčešće zagađuju podzemne vode su mineralna ulja (uključujući aditive gorivima kao što je metil terc-butil etar MTBE).

Dospijeće otopljenih mineralnih ulja i produkata njihove razgradnje u podzemne vode zavisi od biološkog poluživota pojedinih supstanci koje ulaze u sastav goriva kao i od klimatskih uslova i godišnjih doba. Zimi na

prometnim cestama u područjima gdje nezasićena zona tla pruža relativno malu zaštitu, mineralna ulja u znatnoj mjeri zagađuju podzemne vode.

Dodatni uticaj na podzemne vode pored derivata goriva imaju i aditivi poput antidetonatora, prije svega tetraetil olova koje je čest uzrok detekcije olova u podzemnim vodama. Bezolovna zamjena MTBE zbog veoma visoke rastvorljivosti u vodi također je čest izvor kontaminacije podzemnih voda pogotovo u blizini benzinskih pumpi. Oba parametra markeri su zagađenja koje je direktno vezano uz saobraćaj.

Od drugih zagađivača vezanih za saobraćaj, veliki uticaj imaju sredstva za snižavanje tačke topljenja snijega kojim se posipaju saobraćajnice u zimskom periodu. Najviše upotrebljavano sredstvo natrijum hlorid (koji sadrži manje količine kalcijum hlorida i magnezijum hlorida) nakon topljenja snijega može bitno uticati na jonski balans podzemnih voda. Budući da hloridni jon nije štetan, njegovo znatnije prisustvo uglavnom je indikator drugih zagađenja koja dolaze od saobraćaja. Sa povećanjem koncentracije hlorida, mobilnost kadmijuma i cinka se povećava preko formacije hloro kompleksa (Bauske and Goetz, 1993).

Pored spomenutih uticaja vezanih prvenstveno za automobile i benzinske pumpe koji se očituju preko koncentracija mineralnih ulja iz goriva, olova iz aditiva i hlorida iz soli koje služe kao odleđivači važno je spomenuti i produkte porijeklom od drugih vrsta saobraćaja, a koji se mogu detektovati u podzemnim vodama. Najbitnija od njih su herbicidi koji se raspršuju u ruralnim zonama za zaštitu poljoprivrednih usjeva. Također, često se mogu naći povećane količine azotovih jedinjenja u neposrednoj blizini aerodroma koja mogu dospjeti preko emisija u zrak sporednih produkata sagorijevanja kerozina (azotovi oksidi) koji služi kao turbinsko gorivo. Ovo gorivo spada u teška mineralna ulja i također može biti detektovan u podzemnim vodama u blizini aerodroma, što uzorkovanjem tla u zoni Aerodroma Sarajevo nije bio slučaj.

13.1.12.1 UTICAJI SAOBRAĆAJNE FUNKCIJE NA VODE

Saobraćajni sistem ima direktne uticaje na vode kao posljedicu sagorijevanja pogonskih goriva, te kao posljedicu curenja ili ispuštanja tehnoloških tečnosti (benzin, diesel, motorno ulje ili tečnosti za hlađenje).

Indirektni uticaji saobraćajnog sistema su posljedica primjene sredstava za sezonsko (zimsko) održavanje saobraćajne infrastrukture (posipanje solima protiv mraza, posipanje herbicida za uništavanje korova na prugama), određenih incidentnih situacija (saobraćajne nezgode) pri kojima dolazi do vanrednih (slučajnih) zagađenja saobraćajnice, ili su ti uticaji vezani za volontarističko ponašanje korisnika saobraćajne infrastrukture (odbacivanje u toku vožnje, ilegalno istresanje raznih vrsta otpada ili zemlje u pojasu saobraćajnica).

Za obje grupe uticaja dominirajući transport zagađujućih materija, nastalih na površini saobraćajnice ili u njenoj neposrednoj blizini (ukoliko se te materije natalože) ostvaruje se spiranjem (odnošenjem) oborinskom vodom. S obzirom da je veći dio direktnih uticaja u vidu emisija zagađujućih materija gasovitog stanja, teško je pratiti njihovu realnu difuziju (distribuciju) u prostoru. Na području Kantona Sarajevo 2009/2010. i 2010/2011. godine obračunat je jedinični utrošak sredstava zimskog održavanja koji je iznosio 7500 g/m^2 u sezoni. Ova sredstva, prije svega NaCl i CaCl_2 pospješuju izdvajanje teških metala (Pb, Cd, Zn) iz emisionih jedinjenja pa se u tome sastoji glavni uticaj ovih sredstava, iako nije zanemarivo i pojačano zaslanjivanje okolnog zemljišta. Pri tome je usvojeno da 50% tih materija nekako dopijeva u vodotoke (analogno sa emisijama od kretanja vozila).

Cestovni saobraćaj

Direktne emisije zagađenja kao rezultat funkcije cestovnog saobraćajnog sistema (transport robe i ljudi) uglavnom se zasnivaju na produktima sagorijevanja naftnih derivata kao pogonskog goriva. Svaki utrošeni litar fosilnog goriva sagorijevanjem proizvede približno 100g ugljen monoksida (CO), 20g isparljivih organskih jedinjenja, 30g azotnih oksida (označenih zajednički kao NO_x), 2,5 kg ugljen dioksida (CO₂) i mnogih drugih štetnih materija kao što su jedinjenja olova, sumpora, čvrste lebdeće čestice. U najvećem broju analiza ti su produkti klasificirani prema EU modelu proračuna emisija COPERT IV (2) u sljedeće grupe, odnosno jedinjenja:

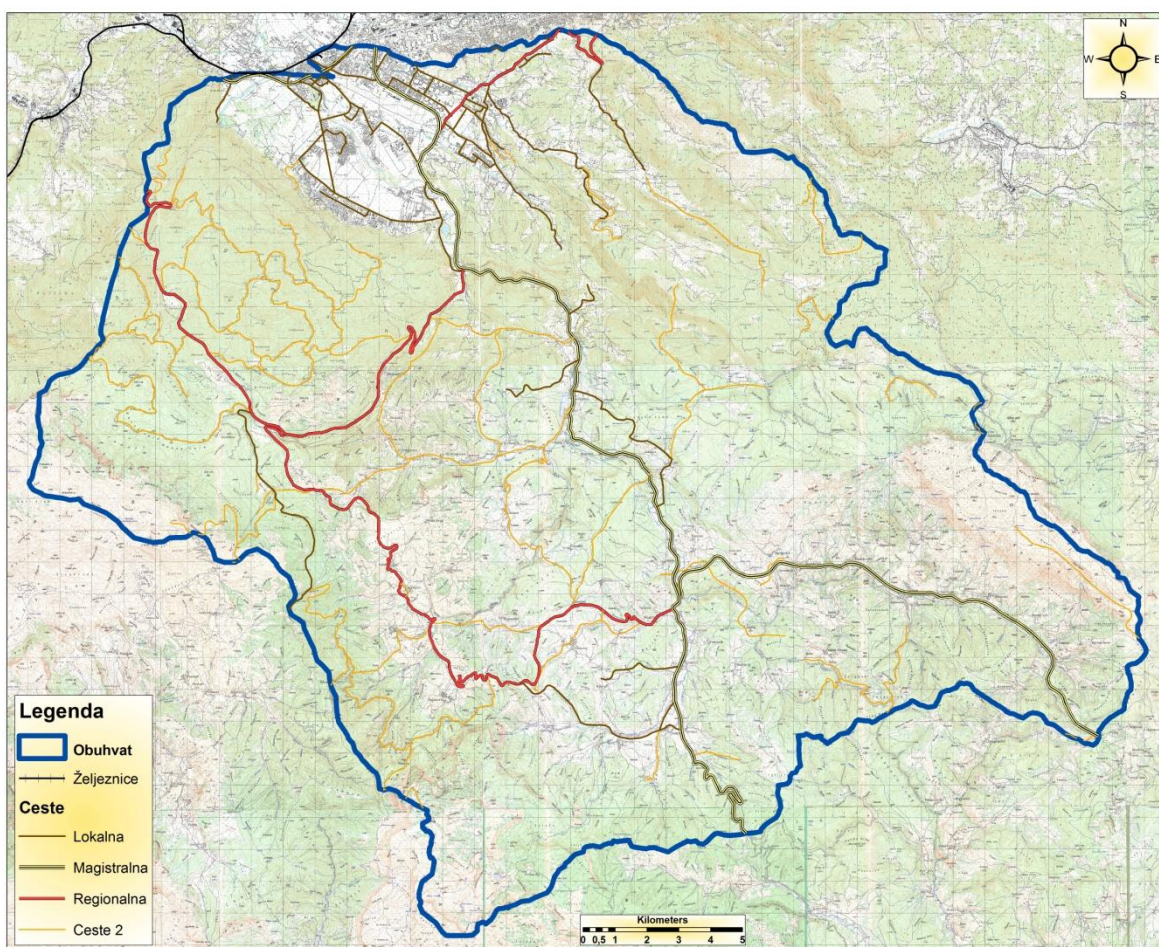
- prekursori ozona (CO, NO_x, MNVOCs)
- gasovi koji stvaraju efekat staklenika (CO₂, CH₄, N₂O)
- bazne (NH₃), odnosno kisele supstance (SO₂)
- čvrste čestice (PM 2,5/10)
- kancerogena jedinjenja: policiklični aromatski ugljovodonici (PAH) i postojani organski zagađivači (POP)
- otrovne supstance (dioksini i furani)
- teški metali (Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Se, Zn)

Kao vrlo praktična metoda za određivanje veličine direktnih uticaja zagađivača od pogonskog goriva korišten je model COPERT IV konceptualna varijanta „Tier 2“, koja za proračun emisija polutanata koristi emisione faktore svedene na jedinicu prijeđenog puta (km) svake kategorije vozila i veličini prosječnog godišnjeg prijeđenog puta vozila. Kategorija vozila odnosi se na: putničke automobile (PA), laka teretna vozila (LTV), teška teretna vozila (TTV), autobuse (BUS) i motocikle i mopede. U formiranoj bazi podataka o cestovnom saobraćajnom sistemu, kao i učestalosti pojedinih kategorija vozila figuriraju i sljedeći atributi od interesa za definiranje emisija zagađujućih materija koje imaju uticaj na vode: dužina dionice ceste (m), širina ceste (m), vrsta kolovoza i prosječni dnevni saobraćaj (PGDS) za baznu 2010. godinu (broj vozila/24 sata).

Primjenom prethodno opisane metode i korištenjem formiranog modela GIS za ceste u području obuhvaćenom analizom, utvrđen je godišnji intenzitet vodotoka za svaku subzonu (područje koje gravitira ka određenom mjernom profilu) i iskazana je **kumulativna veličina** za zagađenja za svaki relevantni mjerni profil unutar neposrednog sliva rijeka Bosne i Željeznice.

Tabela 13.1.19. Procjena tereta zagađenja od saobraćaja

Profil	COx10 ³	MNVOC X10 ³	NOX X10 ³	N2O	NH3	Pb	PM2,5 X10 ³	PAH	CO2x 10 ³	SO2	Cd	Cu	Cr	Ni	Se	Zn	Mot. Ulje	Soli (NaCl, CaCl2) x10 ³
	Kg/godinu																	
Bosna-Rimski most	1,3	1,1	0,214	0,6	0,3	0,0002	0,013	0,0005	24	4,3	0,00008	0,013	0,0004	0,0005	0,00008	0,008	23	14
Željeznica-uzvodno od kamenoloma Krupac	453	763	73	209	99	0,07	4,5	0,17	8,3	1.477	0,03	4,44	0,13	0,18	0,026	2,6	7.909	1.921
Željeznica-nizvodno od kamenoloma Krupac	473	896	77	218	103	0,07	4,7	0,18	8,6	1.543	0,03	4,64	0,14	0,19	0,027	2,7	8.265	1.943
Željeznica-Vojkovići	579	1.582	94	267	126	0,09	5,8	0,22	10,56	1.889	0,033	5,68	0,17	0,23	0,03	3,3	10.114	2.073
Željeznica-uz kanal Famos	613	1.791	99	283	133	0,09	6,1	0,23	11,17	1.998	0,036	6,01	0,18	0,25	0,035	3,5	10.698	2.130
Željeznica—ušće Tilave	188	1.007	30	86	41	0,03	1,9	0,07	3,42	612	0,011	1,84	0,05	0,07	0,011	1,1	3.277	329
Željeznica-ušće u Bosnu	1.293	7.151	210	597	281	0,2	13	0,5	23,58	4.216	0,075	12,7	0,37	0,52	0,07	7,5	22.573	3



Slika 151. Karta prometnica u slivu

13.1.13 PROCJENA STEPENA RIZIKA OD ZAGAĐENJA

Da bi se ocijenio stepen rizika zagađanja podzemnih voda od antropogenih aktivnosti, prvo je proračunat indeks opasnosti. Razmatran je cjelokupan sliv.

U prethodnom poglavlju prikazani su i opisani svi potencijalni zagađivači u slivu.

Identificirani postojeći potencijalni zagađivači u slivu: kanalizacija, septičke jame, autoprionice, benzinske pumpe, hoteli, kamenolomi, ceste, deponije, groblja i industrije korišteni su za ocjenu opasnosti (hazarda) po kvalitet vode.

Svatom zagađivaču je dodijeljena klasa indeksa opasnosti, prema slijedećoj tabeli:

Tabela 13.1.20. Klasifikacija indeksa hazarda

Indeks Opasnosti	Klasa Indeksa Opasnosti	Nivo Opasnosti	Boja
0 - 24	1	Nikakva ili veoma niska	Plava
> 24 - 48	2	Niska	Zelena
> 48 - 72	3	Srednja	Žuta
> 72 - 96	4	Visoka	Narandžasta

Indeks Opasnosti	Klasa Indeksa Opasnosti	Nivo Opasnosti	Boja
> 96 - 120	5	Veoma visoka	Crvena

Indeks opasnosti opisuje štetnost svakog pojedinog hazarda. Za proračun je korištena slijedeća formula:

$$HI = H \times Q_n \times R_f$$

gdje je HI indeks opasnosti, H težinski faktor za svaki hazard pojedinačno (vidjeti prethodnu tabelu), Q_n je faktor rangiranja (0.8 – 1.2) i R_f je faktor redukcije koji se kreće od 1 do 0.

Proračunat je indeks HI. Za sve identificirane hazarde indeks hazarda je u rasponu 24-72, što spada u klasu niskog i srednjeg hazarda. Na osnovu preporučene klasifikacije indeksa opasnosti pripremljena je karta opasnosti (hazarda) u slivu.

Sve postojeće aktivnosti u slivu su u klasi niskog i srednjeg hazarda (opasnosti). Da bi se ocijenio stvarni rizik potrebno je uspostaviti odnos ranjivosti i opasnosti, obzirom da isti nivo hazarda predstavlja veći rizik za ranjivija područja.

Rizik zagađenja podzemnih voda predstavlja „vjerovatnoću da će voda u akviferu postati zagađena do nivoa neprihvatljivosti uslijed aktivnosti na neposrednom površinskom sloju zemljišta.“

Ovo je pojednostavljen način procjene intenziteta rizika. Formira se matrica hazard-ranjivost. I u ovom projektu je procjena rizika izvršena na taj način.

Preklapanjem karte hazarda i ranjivosti, dobivena je karta intenziteta rizika.

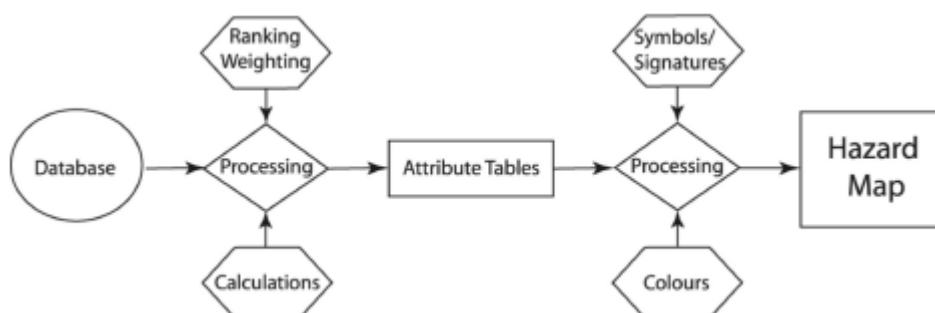
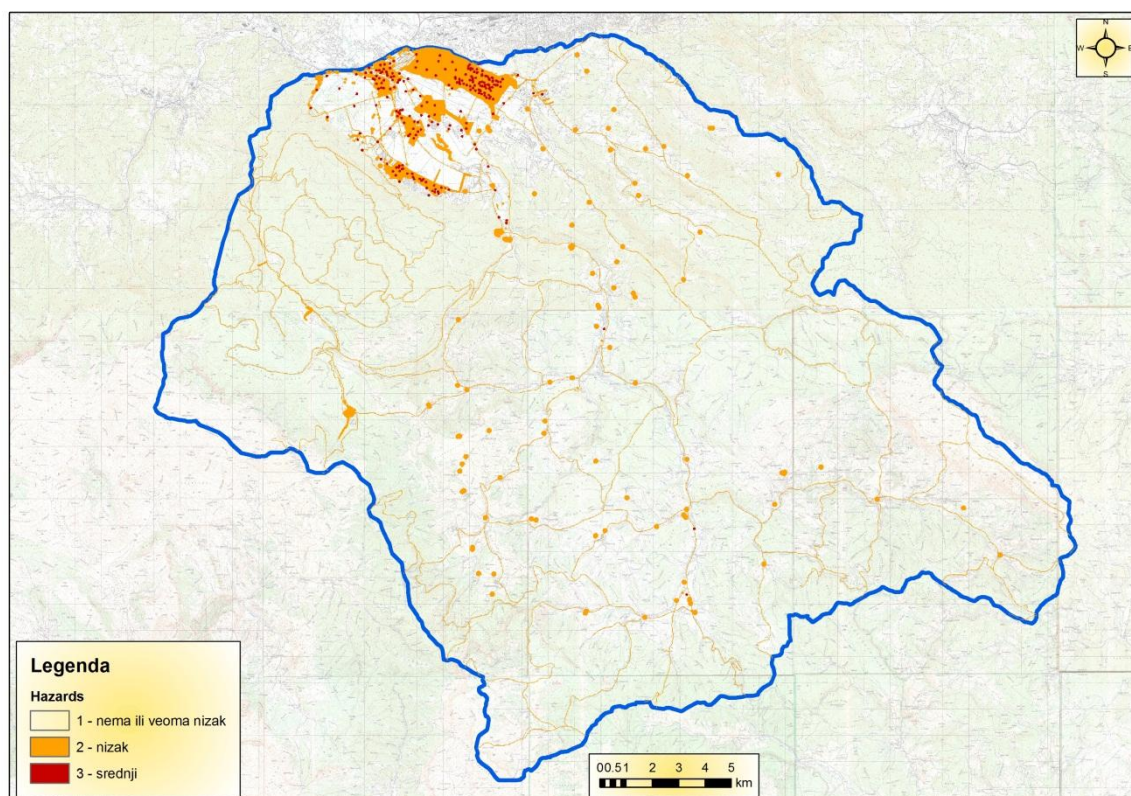


Tabela. 13.1.1. Shema model buildera za kartu opasnosti



Slika 152. Karta hazarda (opasnosti) u slivu

Rizik zagađenja podzemnih voda³⁴ predstavlja „vjerovatnoću da će voda u akviferu postati zagađena do nivoa neprihvatljivosti uslijed aktivnosti na neposrednom površinskom sloju zemljišta.“

Ovo je pojednostavljen način procjene intenziteta rizika. Formira se matrica hazard-ranjivost³⁵. I u ovom projektu je procjena rizika izvršena na taj način.

Da bi se ocijenio stvarni rizik potrebno je uspostaviti odnos ranjivosti i opasnosti, obzirom da isti nivo hazarda predstavlja veći rizik za ranjivija područja. Također je korišten model builder za proračun.

Preklapanjem karte hazarda i ranjivosti, dobivena je karta intenziteta rizika.

³⁴ MORRIS & FOSTER (2000)

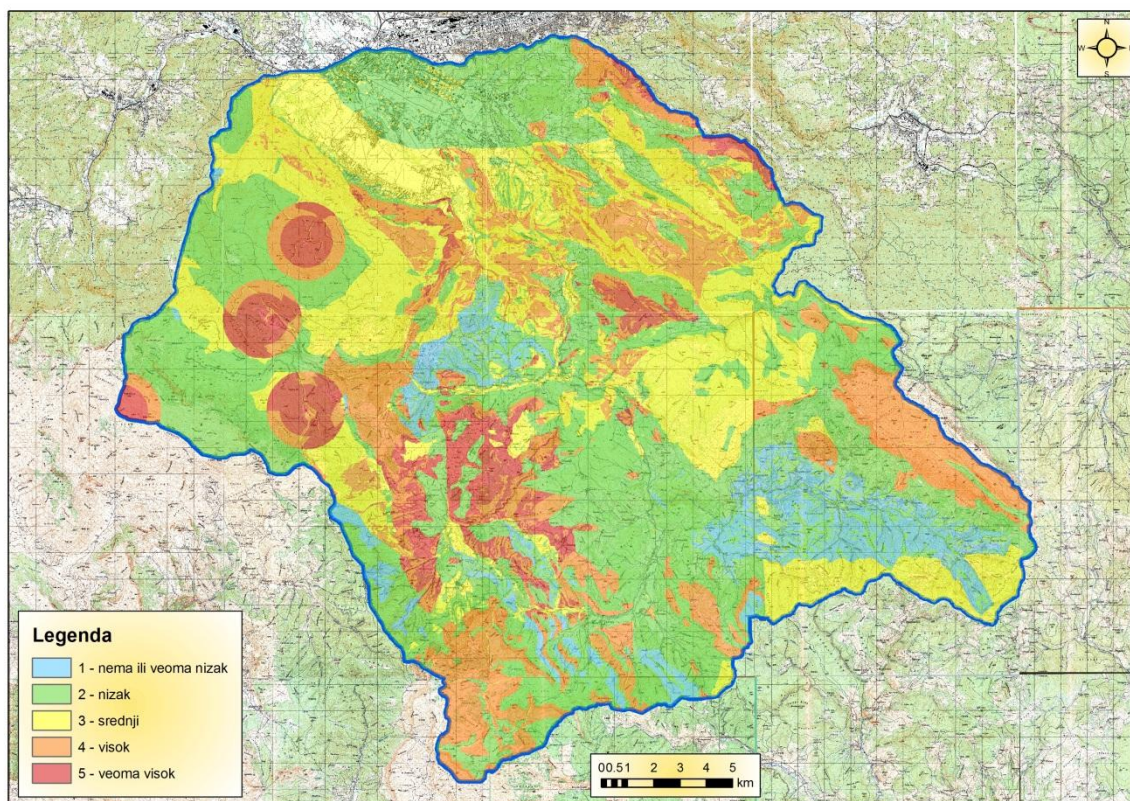
³⁵ (FOSTER 1987, MAGIERA 2002, DALY & MISSTEAR 2002)

CIVITA M. (1994): Le carte della vulnerabilità all'inquinamento: teoria e pratica, Pitagora Editor

CIVITA M., DE MAIO M. (2000): Sintacs R5, Pitagora Editor

USEPA (1998): Guidelines for ecological risk assessment

ZAVATTI A., TACCONI P. (1999): Kind of hazard sources coming from human activity – 3rd Italian Meeting on the protection of groundwater, Parma October 1999



Slika 153. Karta intenziteta rizika

Karta intenziteta rizika korištena je kao podloga pri definiranju stepena rizika od zagađenja postojećih aktivnosti u slivu, a u odnosu na propisane zabrane i ograničenja po pojedinim zonama zaštite.

13.1.14 GENERALNO STANJE ZAGAĐIVAČA U SARAJEVSKOM POLJU

U prilogu ovog izvještaja prikazana je zbirna karta potencijalnih zagađivača u slivu.

Analizom rezultata kvaliteta površinskih voda i voda na zahvatnim objektima (bunarima) determiniran je uticaj komunalnih otpadnih voda. Sistematizacija i obrada prikupljenih podataka kada su u pitanju tačkasti i disperzni zagađivači, također dodatno dokumentuje tvrdnju o dominantnom uticaju spomenutih otpadnih voda.

Najugroženija je nizvodna dionica rijeke Željeznice na dijelu od Ratnog mosta u Sokolovićima prema ušću u rijeku Bosnu, u pogledu mikrobioloških pokazatelja zagađenja. Sa aspekta kvaliteta vode kojom se prihranjuje izvorište to je povoljna situacija, jer je dionica infiltracije rijeke Željeznice uzvodno od Ratnog mosta.

U bunaru SKB5 je u periodu 2003-2004 godine registrirano olovo u koncentraciji koja prelazi dozvoljene vrijednosti Pravilnika o vodi za piće. I tokom istraživanja u okviru ovog projekta je registrirano olovo, ali u granicama dozvoljenih vrijednosti.

Nema podataka o kvalitetu vode rijeke Željeznice za 2003-2004. godinu, odnosno kontinualnog praćenja kvaliteta vode ovog vodotoka i nije moguće sa sigurnošću tvrditi šta je izvor zagađenja koje se javlja u bunaru SKB5, obzirom da su uvjeti prihranjivanja iz rijeke Željeznice iste za sve bunare u Sokolovićima.

Indikativno je da se SKB5 ne nalazi u blizini saobraćajnica, odnosno pojava olova se ne može dovesti u direktnu vezu sa uticajem saobraćaja.

S druge strane, ne može se tvrditi da je izvor olova voda rijeke Željeznice, obzirom da olovo nije pronađeno u ostalim bunarima u Sokolovićima.

Kada je u pitanju zona Konaka i Bačeva, odnosno rijeka Bosna, registrovane koncentracije teških metala na samom vrelu, se ne mogu najpouzdanije dovesti u vezu sa saobraćajnim opterećenjem, obzirom da su napr. teoretske vrijednosti količine olova od uticaja saobraćaja 1000 puta manje od onih za r. Željeznicu na ušću, a koncentracije se na oba profila (vrela Bosne i r. Željeznica ušće) ne razlikuju značajno.

U uzorcima vode sa bunara u ovoj zoni nije nađeno olovo u povećanim koncentracijama.

Sve prethodno navedeno govori da je neophodno uspostaviti redovan monitoring kvaliteta površinskih vodotoka, naročito imajući u vidu njihovu funkciju prihranjivanja izvorišta.

Program monitoringa će biti opisan u poglavlju kojim se propisuju mjere zaštite izvorišta.

14.1 OSNOVE

Za potrebe simulacije toka podzemne vode kreiran je model toka podzemne vode, a s ciljem definiranja (delineacije) zaštitnih zona izvorišta.

Rezultati su korišteni za procjenu obuhvata druge i treće zaštitne zone u skladu sa Pravilnikom o uslovima za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta voda koje se koriste ili planiraju da koriste za piće

Konceptualni model je pripremljen korištenjem raspoloživih podataka, raznih formata (hard copy, excel, word, autocad, i dr.), koji su prevedeni u zahtijevani ARCGIS format.

Korišten je Modflow program. Njegova modularna struktura omogućava korištenje tri klasična tipa granična uvjeta (ne samo za granicu domene, nego i unutar domene simulacije):

- Granični uvjet prve vrste, Dirichletov granični uvjet-konstantna vrijednost pijezometarskog nivoa.

Kod ovog uvjeta označeno polje ostaje takvo tijekom cijele simulacije - odnosno simulirani su vodotoci u direktnom kontaktu sa izdani.

- Granični uvjet druge vrste, Neumanov uvjet, tj konstantan doticaj/oticaaj sa granice ili iz modela (WEL modul).

Na ovaj način za simulaciju bunara korišten je modul WEL, gdje je ulazni podataka crpljena ili ulivena količina.

- Granični uvjet treće vrste, Cauchyjev uvjet, za simulaciju rada drenaža.

14.2 MATEMATSKI MODEL

Trodimenzionalno tečenje podzemne vode konstantne gustoće kroz porozni medij može se opisati parcijalnom diferencijalnom jednačbom:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) - W = S_s \frac{\partial h}{\partial t}$$

gdje su

K_{xx} , K_{yy} i K_{zz} vrijednosti hidrauličke provodljivosti u smjeru x, y i z koordinatnih osa za koje se pretpostavlja da su paralelne sa glavnim osama hidrauličke provodljivosti [LT-1];

h je pijezometarski nivo [L];

W je volumetrijski fluks po jediničnom volumenu i predstavlja izvor/ponor vode [T-1];

Ss je specifično uskladištenje vodonosnika [L-1]; i

Prethodna jednačina, zajedno s početnom raspodjelom nivoa podzemne vode (početni uvjet), te definiranim dotjecanjima/otjecanjima i/ili potencijalom na granicama vodonosnika (granični uvjeti) čini matematički model tečenja vode u vodonosniku.

Jedna od numeričkih metoda za rješavanje je metoda konačnih elemenata, gdje se sistem zamijeni konačnim setom diskretnih tačaka u prostoru i vremenu, a parcijalne derivacije se zamjenjuju s konačnim diferencijama.

Ovako dobiven sistem linearnih jednačina ima za rješenje pijezometarske nivoe u određenim tačkama i vremenima, odnosno to su približne vrijednosti raspodjele nivoa u odnosu na one koje bi bile dobivene analitičkim rješavanjem linearne parcijalne diferencijalne jednačine toka podzemne vode.

14.3 RAČUNARSKI MODEL

Za simulacije toka podzemne vode odabran je MODFLOW program (McDonald & Harbaugh, 1988) koji je danas prihvaćen kao međunarodni standard za matematičku simulaciju tečenja podzemne vode.

MODFLOW je skraćenica od Modularni trodimenzionalni model toka podzemnih voda. Zbog svoje sposobnosti da simulira široku paletu sistema, opsežna javno dostupna dokumentacija o modelu i rigorozne USGS recenzije, MODFLOW je postao svjetski standard modela za tok podzemnih voda. MODFLOW se koristi za simulaciju sistema za opskrbu vodom, remedijaciju i odvodnjavanje rudničkih voda. MODFLOW je priznat kao standardni model pri sudskim sporovima, koriste ga razne regulatorne agencije, univerziteti, konsultanti i industrije.

Glavni ciljevi u projektiranju MODFLOWa su bili proizvesti program, jednostavan je za korištenje i održavanje, može se koristiti na različitim računalima s minimalnim promjenama, i ima mogućnost upravljanja velikim skupovima podataka. MODFLOW upute uključuju detaljna objašnjenja fizikalnih i matematičkih pojmova na kojima se model temelji se i objašnjenje o tome kako su ti koncepti bili uključeni u modularnu strukturu računalnog programa. Modularna struktura MODFLOW se sastoji od glavnog programa i niz visoko-nezavisnih potprograma - modula. Moduli su grupirani u paketima. Svaki paket se bavi specifičnim hidrološkim sustavima koji se simuliraju, kao što su protok rijeka, dreniranje ili dr. Podjela MODFLOW u module omogućuje korisniku da ispita određene hidrološke značajke modela samostalno. To također olakšava razvoj dodatnih mogućnosti, jer novi moduli ili paketi mogu biti dodan u program bez mijenjanja postojećih. Ulazni /izlazni sistem MODFLOWa je dizajniran za optimalnu fleksibilnost.

Pri simulaciji toka podzemnih voda MODFLOW dopusta obradu raznih uticaja kao što su bunari, riječni i drugi površinski tokovi, evapotranspiracije, drenažni sistemi, horizontalne barijere i sl. MODFLOW omogućava postavljanje i editovanje modela procesa strujanja i transporta kako na konceptualnom, tako i na diskretnom nivou, na odgovarajućoj rešetki konačnih razlika. Svi parametri modela lako se definiraju i mijenjaju, a isto vazi i za definiranje graničnih (konturnih) uslova modela, sve zahvaljujući dobro riješenom interfejsu prema korisniku.

- Popularnosti programa je doprinijelo nekoliko faktora:
- Može se koristiti na različitim kompjuterskim sistemima,
- Intenzivno je testiran i dokumentovan na velikom broju primjera,
- Primjenjuje se za 1D, 2D i 3D simulacije,
- Veliki broj programa koji rade u grafičkom sučelju (Visual MODFLOW; GMS) podržavaju rad sa programom i tako je omogućena manipulacija i analiza velikog broja podataka potrebnih za modeliranje.

U ovom projektu je korišten GMS.

GMS je najsofisticiraniji i sveobuhvatni softver za modeliranje podzemnih voda. Upotrebljava se u preko 90 zemalja. Nudi alate za svaku fazu simulacije podzemnih voda, uključujući simulacije osobina prostora, razvoj modela, kalibraciju, post-procesiranje i vizualizaciju. GMS podržava i metode konačnih razlika i konačnih elemenata u 2D i 3D modelima, uključujući MODFLOW 2000, MODPATH, MT3DMS/RT3D, SEAM3D, FEMWATER, PEST, UTEXAS, MODAEM i SEEP2D.

Kada se pomoću MODFLOW izračunaju položaji nivoa podzemnih voda (strujne slike), pomoću alata MODPATH mogu se izvršiti analize transporta čestica kroz podzemne vode.

MODPATH se može iskoristiti za određivanje kritičnih zona kaptiranja za bunare kao i za procjenu vremena kretanja čestica. Početne pozicije čestica mogu se zadavati i grafički, a postoji i čitav spektar opcija za naknadno procesiranje rezultata MODPATH-a.

O ovom modelu postoji mnogo literature, a model se kao trenutno najbolji u svijetu za modeliranje tečenja podzemnih voda, spominje i u knjizi „Groundwater hydrology of springs“, dr Nevena Krešića i prof. Zorana Stevanovića, šefa odjela za Hidrogeologiju na Beogradskom univerzitetu, izdavač Elsevier, 2010. godina.

14.4 OSNOVNE POSTAVKE MODELA

14.4.1 DEFINIRANJE DOMENE MODELA

Skup vrijednosti ulaznih varijabli je određen je položajem rubnih vodotoka i planinskog masiva Igman – Bjelašnica.

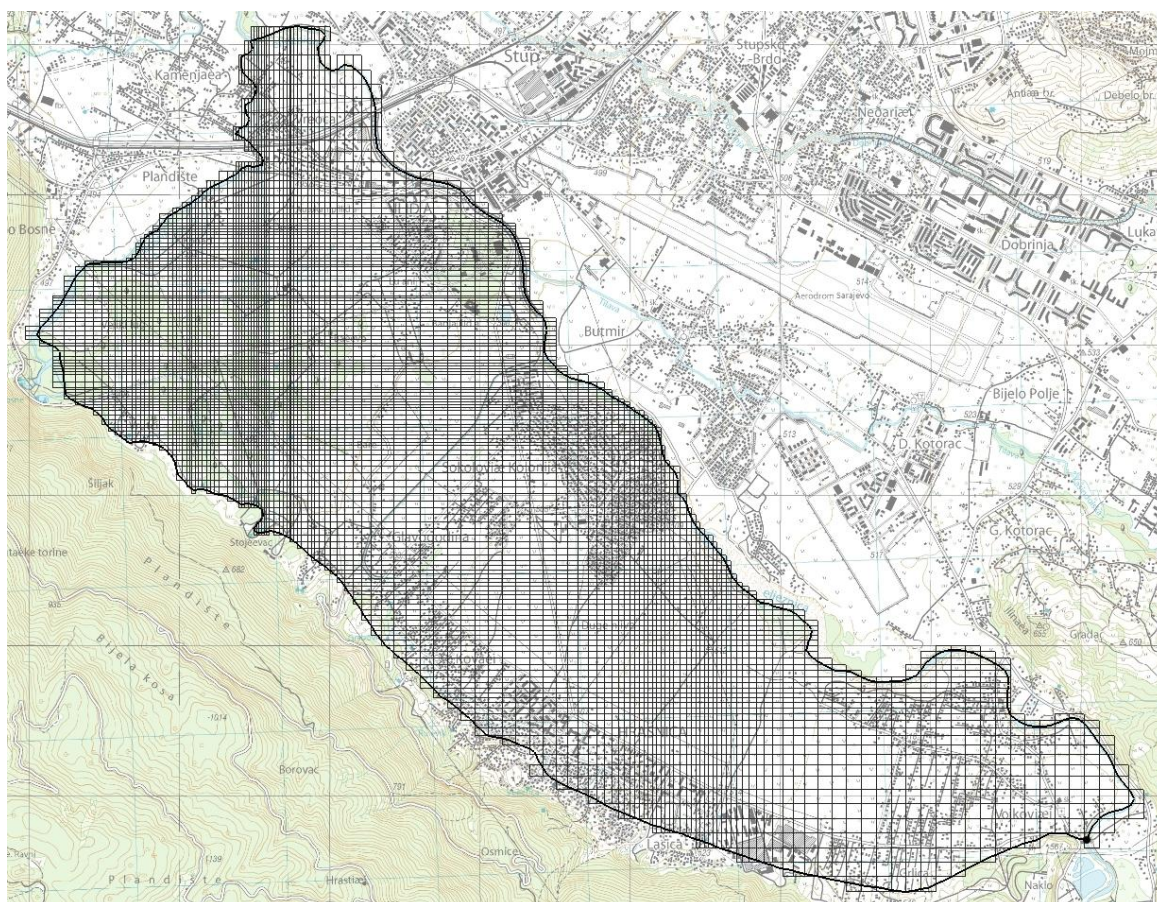
Na diskretizaciju domene modela utjecali su sljedeći faktori:

- Veličina područja
- Lokacija bunara (veća diskretizacija prostora).
- Konfiguracija odnosno brzina računara koja je utjecala na ukupan broj ćelija.

Prosječna horizontalna diskretizacija domene modela iznosila je $150\text{ m} \times 150\text{ m}$. Područja lokalno oko bunara su imala diskretizaciju $100\text{ m} \times 100\text{ m}$.

Vertikalna diskretizacija je bila uvjetovana geološkom građom, odnosno debljinom i rasporedom slojeva, koja je interpretirana na osnovu podataka o geološkim profilima bušotina i bunara na području Sarajevskog polja.

Za trodimenzionalno definiranje korištene su topografske karte 1:25.000 i digitalni model reljefa terena.



Slika 154. Domena modela

14.4.2 VRIJEME SIMULACIJE

Podaci o crpljenima na bunarima sa kojima se raspolagalo su bila na mjesečnoj bazi i zbirno za grupe bunara u odnosu na pravac crpljenja (Alipašin most, Mojnilo i dr.).

Model zahtjeva proračun stresnog perioda, tj vremenskog perioda kada su svi utjecaji (dotok i oticanje vode, količine crpljenja) na sistem koji se analizira konstantni.

Korisnik treba definirati količine crpljenja, granične uvjete (dotok i oticanje) za svaki dan i za svaki mjesec i onda je vremenska diskretizacija na dnevnoj ili mjesečnoj bazi, što znači da će jedan stresni period odgovarati vremenskom intervalu od jednog dana odnosno jednog mjeseca.

S obzirom da nema raspoloživih mjerenja vodostaja na dnevnoj bazi, o dotjecanju odnosno otjecanju na granicama te crpljenju na bunarima, vremenski interval u simulacijama od jedan dan je uzet tako da su zbirne vrijednosti crpljenja po mjesecima i baterijama bunara, preračunate na dnevnu bazu, a vodostaji uzeti konstantni, kao srednje mjesečne vrijednosti.

Program spaja sve vremenske raspone da utvrdi dužinu svakog stresnog perioda za nestacionarnu simulaciju. Zato se na broj i duljinu stresnih perioda može uticati samo indirektno, tako da se definiraju crpljene količine, granični uvjeti (dotjecanje/otjecanje) ili vodostaje npr. za svaki dan ili pak za svaki mjesec.

Na taj način će vremenska diskretizacija biti na dnevnoj odnosno mjesečnoj bazi, što znači da će jedan stresni period odgovarati vremenskom intervalu od jednog dana odnosno jednog mjeseca.

Svi pijezometri koji su aktivni u Sarajevskom polju korišteni su za kalibraciju.

14.4.3 PARAMETRI VODONOSNE SREDINE I NJIHOVA PROSTORNA RASPODJELA

Za definiranje početnih vrijednosti parametara vodonosne sredine i njihove početne prostorne raspodjele u modelu, korišteni su podaci iz elaborata čiji su istražni radovi provedeni 1966-1969. godine (ZHGF 1971), 1976-1977. godine (ZHGF, 1981) i 1996. godine (IHGF, 1996). Tamo gdje se nije raspolagalo potrebnim parametrima, izvršen je proračun za iste na osnovu dostupnih rezultata pojedinačnih crpljenja bunara.

U nastavku su prikazani rezultati analize po pojedinim karakterističnim područjima.

14.4.3.1 VRUTCI - VRELO BOSNE

Bunar MB9. Tokom istraživanja provedenih u periodu 1966-1969. godine (ZHGF, 1971) testiranje bunara MB9 vršeno je dva puta. Prvo testiranje rađeno je od 28-30.12.1968. godine, a drugo od 26.09. do 01.10.1969. godine.

Na osnovu probnog crpljenja postignuto je maksimalno sniženje od $S_{\max} = 19,5$ m pri proticaju od 184 l/s.

Također je ustanovljeno, da je vodonosni sloj u području između bunara MB9, MB10 i MB11 podijeljen u dva vodonosna horizonta, polupropusnim slojem prosječne debljine od 5-8 metara. Kao najvjerojatnija računaska šema za okolinu bunara MB9 uzeto je da prvi vodonosni sloj ima debljinu 15 m, zatim 7 metara debeo vodonepropusni sloj i 20-30 metara debeli drugi vodonosni sloj.

Bunar MB11. Tokom istraživačkih radova provedenih u periodu 1966-1969. godine (ZHGF, 1971) crpljenje na bunaru MB11 izvršeno je između 03.10. i 10.10.1969. godine. Rezultati crpljenja su sljedeći:

$Q_1 = 115,5 \text{ l/s},$	$S_1 = 24 \text{ m},$
$Q_2 = 75 \text{ l/s},$	$S_2 = 10,84 \text{ m},$
$Q_3 = 92 \text{ l/s},$	$S_3 = 16,12 \text{ m},$
$Q_4 = 116 \text{ l/s},$	$S_4 = 23,4 \text{ m},$
$Q_5 = 86 \text{ l/s},$	$S_5 = 13,07 \text{ m},$
$Q_6 = 108 \text{ l/s},$	$S_6 = 21,47 \text{ m},$
$Q_7 = 47 \text{ l/s},$	$S_7 = 6,30 \text{ m}.$

Na osnovu probnog crpljenja na bunaru MB11 konstatovano je kao i prilikom crpljenja na bunaru MB9, da se prostor između bunara MB9, MB10 i MB11 u hidrogeološkom smislu sastoji od dva vodonosna sloja koja su međusobno odvojena jednim nepropusnim slojem. Donji i gornji vodonosni sloj nisu konstantne debljine, pa je i provodljivost donjeg vodonosnog sloja različita, odnosno u okolini bunara MB11 provodljivost je $T = 1,1 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. U pravcu bunara MB9 i MB10 provodljivost se povećava i u okolini bunara MB9 je oko $1,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, odakle se znatno brže povećava prema bunaru MB8, gdje je prema ocjeni oko $8 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$.

Bunar NB-7. Crpljenje na bunaru NB-7 izvršeno je 01.10.1968. godine, u sklopu istražnih radova koji su rađeni u periodu 1966-1969 (ZHGF, 1971). Provedena su dva mjerenja, a rezultati crpljenja su sljedeći:

$Q_1 = 3,5 \text{ l/s}, S_1 = 62 \text{ cm},$
$Q_2 = 11 \text{ l/s}, S_2 = 310 \text{ cm}.$

Bunar NB-7 prolazi kroz četiri vodonosna sloja, čija međusobna veza nije u potpunosti definirana, iako se pretpostavlja da se nepropusni slojevi prostiru samo u domenu bunara i da su svi u dobroj vezi sa osnovnim vodonosnim horizontom u pravcu prema bunaru KB4. U pravcu prema Bačevu nastavlja se samo prvi vodonosni sloj, dok niži vodonosni slojevi postaju sve tanji i prelaze u vodonepropusni sloj. Pri crpljenju ustanovljeno je da najveću ulogu u snabdijevanju bunara vodom ima prvi vodonosni sloj, dok ostali slojevi imaju sekundarnu ulogu.

Provodljivost filtracione sredine oko bunara NB-7 je $5 \times 10^{-3} < T < 7 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, a koeficijent filtracije je $5 \times 10^{-4} < k < 1,2 \times 10^{-3} \text{ m/s}$. U raznim dijelovima područja različita je i provodljivost, i globalno uzevši manja je u pravcu od bunara prema rijeci Bosni, a veća u pravcu od bunara prema Bačevu.

14.4.3.2 KONACI

Bunar KB4. Crpljenje bunara KB4 rađeno je u periodu od 10-12.10.1968. godine u okviru istražnih radova provedenih u periodu 1966-1969. godine (ZHGF, 1971), kada su registrirane slijedeće količine crpljenja (Q) i sniženja nivoa podzemne vode (S):

$Q_1 = 35 \text{ l/s}, S_1 = 69 \text{ cm},$
$Q_2 = 60 \text{ l/s}, S_2 = 136 \text{ cm},$
$Q_3 = 80 \text{ l/s}, S_3 = 205 \text{ cm}.$

Maksimalna izdašnost bunara pri sniženju $S = 5 \text{ m}$ je 145 l/s .

Prema ispitivanjima „Geoistraživanja“ iz 1957 godine i na osnovu granulometrijske analize materijala izvađenog prilikom bušenja KB4, može se zaključiti da se bunar KB4 hrani iz jednog (površinskog) sloja, debljine 11-12 m. Ispod ovog vodonosnog horizonta nalazi se praktično vodonepropustan sloj velike debljine.

Transmisivnost filtracione sredine oko bunara KB4 je $T = 5,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, a koeficijent filtracije je $K = 5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$. Transmisivnost na raznim dijelovima ovog područja je približno ista, izuzev neposredne okoline (filter) bunara, gdje je provodljivost izrazito manja. Koeficijent filtracije u vodonosnom horizontu izgleda da je po dubini približno konstantan.

14.4.3.3 BAČEVO - ILIDŽA

Grupno crpljenje na bunarima MB1, AB2, AB3, AB4. Crpljenje na spomenutim bunarima, koje je rađeno od 03-06.11.1968. godine u okviru istražnih radova provedenih u periodu 1966-1969. godine (ZHGF, 1971), izvršeno je u dvije varijante sniženja. Kod prve varijante uspostavljen je približno konstantan doticaj u sva četiri bunara, koji je za čitavo vrijeme crpljenja bio $Q = 115 \text{ l/s}$ u svakom bunaru, sa varijacijama od 5% koje su nastajale uslijed pogonskih uslova vodovoda.

Kod druge varijante grupnog pumpanja održavano je konstantno sniženje u svim bunarima $S = 100 \text{ cm}$. Doticaji u pojedine bunare bili su različiti i iznosili su:

$$Q_{MB1} = 128 \text{ l/s},$$

$$Q_{AB2} = 79 \text{ l/s},$$

$$Q_{AB3} = 90 \text{ l/s},$$

$$Q_{AB4} = 100 \text{ l/s}.$$

Dubina vodonosnog horizonta na ovom prostoru je oko 30 m. Vodonosni horizont je presječen u dva sloja polupropusnim slojem prosječne debljine 5 metara, između 18. i 23. metra ispod površine terena. Vjerovatno je da bunari presijecaju vodonosni sloj, koji je nastavak donjeg vodonosnog sloja konstatiranog na bunarima MB9, AB2 i AB4, u kojem je pritisak nešto veći od pritiska u gornjem vodonosnom sloju ispitivane grupe bunara.

Uže područje ($r < 200 \text{ m}$) sistema bunara ima ujednačenu transmisivnost veličine $T = 1,5 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$, odnosno uz $H = 25 \text{ m}$, srednji koeficijent filtracije u ovom području je $K = 5,5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ (pod pretpostavkom povezanosti svih slojeva po dubini).

Bunar F-10. Probno crpljenje na bunaru F-10 izvršeno je od 01-03.07.1969. godine, u okviru istražnih radova provedenih u periodu 1966-1969. godine (ZHGF, 1971).

Q-S linija za bunar F-10 pokazuje da se doticaj u bunar od 20 l/s ostvaruje tek pri sniženju u bunaru od 4 m. Ovi otpori filtracije djelomično su posljedica nepotpunosti bunara, a djelomično posljedica slabe provodljivosti neposredne okoline bunara i filtra bunara.

Prema podacima iz elaborata „Geoistraživanja“, vodonosni horizont u ovom području sastoji se od šljunka i ima debljinu 20-25 metara.

Prosječna vrijednost transmisivnosti iz pet mjerenja je $T = 7,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, dok srednji koeficijent filtracije, uz pretpostavku da je debljina vodonosnog horizonta $H = 22 \text{ m}$, iznosi $3,4 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

Probno crpljenje na bunarima BF-6, BF-7, F-6 i MB-6. Tokom istraživanja provedenih 1976-1977. godine (ZHGF, 1981), probno crpljenje na bunarima BF-6, BF-7 i F-6 rađeno je u periodu između 03.11. i 07.11.1978. godine, a na bunaru MB-6 od 24-25.11.1978. godine. Probno crpljenje vode iz bunara BF-7 izvršeno je radi određivanja količine vode koja u bunar dotiče iz donjeg horizonta, a paralelno crpljenje vode iz bunara BF-6 i BF-7 izvršeno je da bi se odredio najpovoljniji režim eksploatacije bunara BF-6 i BF-7, s obzirom na njihovo malo rastojanje (12,5 m).

Bunarom BF-7 zahvaćena je voda iz gornjeg vodoprovodnog horizonta, na dubini između 5 i 24 metra, i voda iz donjeg vodoprovodnog horizonta, na dubini između 65 i 100 metara od površine terena.

Vodoprovodni sloj do dubine bunara MB6 od 20 metara razdijeljen je slojem zaglinjenog šljunka između 11.og i 16.og metra dubine na donji i gornji vodoprovodni sloj. Međutim, pretpostavlja se na osnovu geoloških profila okolnih bunara da je sloj zaglinjenog šljunka samo lokalno rasprostranjen, i da se gornji i donji vodoprovodni sloj napajaju iz istog zajedničkog vodoprovodnog sloja.

14.4.3.4 SOKOLOVIĆ KOLONIJA

Bunari SKB2, SKB3, SKB4, SKB5. Istražni radovi za spomenute bunare provedeni su 1996. godine (IHGF, 1996). Probno crpljenje na bunaru SKB2 obavljeno je u periodu od 04-07.05.1996 godine, na bunaru SKB3 od 08-11.05.1996 godine, na bunaru SBK4 od 30.04. do 03.05.1996 godine i bunaru SBK5 od 12.05. do 15.05.1996 godine.

Za ove bunare su se hidrogeološki parametri određivali naknadno, pošto se raspolagalo samo sa količinama crpljenja.

Pregled rezultata svih prethodno navedenih crpljenja i hidrogeoloških parametara dat je u narednim tabelama.

Tabela 14.4.1. Pregled rezultata pojedinačnih crpljenja na bunarima u Sarajevskom polju

Bunar	X	Y	Datum ispitivanja	Količina crpljenja (l/s)	Sniženje (m)
MB9	6523080,79	4852576,99	28 - 30.12.1968.	118	10,24
				141	13,46
				181	18,94
			26.09.1969 - 01.10.1969.	150	13,56
				116	9,95
				85	6,79
				181	18,03
				151	14,12
				55	4,21
				181	18,61
KB4	6523094,09	4853821,51	10 - 12.10.1968.	35	0,69
				60	1,36

Bunar	X	Y	Datum ispitivanja	Količina crpljenja (l/s)	Sniženje (m)
				80	2,05
MB1	6523885,84	4853661,54	03 - 06.11.1968.	115/128	0,97/1
AB2	6523735,84	4852994,97		115/79	1,01/1
AB3	6523653,01	4852977,30		115/90	1,02/1
AB4	6523583,46	4852933,41		115/100	1,0/1
MB11	6522702,33	4852581,27	03 - 10.10.1969.	115,5	24
				75	10,84
				92	16,12
				116	23,4
				86	13,07
				108	21,47
				47	6,3
SB1	6525130,60	4854681,61	07 - 12.10.1957.	32	0,81
				73,1	2,31
				106	4,21
				111	4,8
SB2	6525171,12	4854897,51	17 - 24.11.1969.	36	3,03
				27,6	2,53
				33	3,39
				30,6	2,26
				25,1	1,48
				33,9	2,37
SB3	6525050,23	4854808,97	27 - 28.10.1969.	19	0,72
				18,8	0,69
NB-7	6522330,80	4853221,00	01.10.1968.	3,5	0,62
				11	3,1
BF-6	6523595,40	4853313,10	12.1966	59	0,76
				100	1,92
				134,5	2,68
			07.11.1978.	120	4
BF-7	-	-	03 - 07.11.1978.	186	6,55
				149	4,6
				108	2,8
				80,5	1,7
				158	5
MB6	6523484,36	4852901,50	24 - 25.11.1978.	123	11,25
				86	5,8
				60	2,85
F-10	6523897,70	4853745,60	01 - 03.07.1969.	18,4	3,044
				16,1	1,925
				17,2	2,415
				15,2	1,574
				9,6	0,735
SKB2	6526627,22	4851080,04	04 - 07.05.1996.	48	0,82
				76,7	1,52

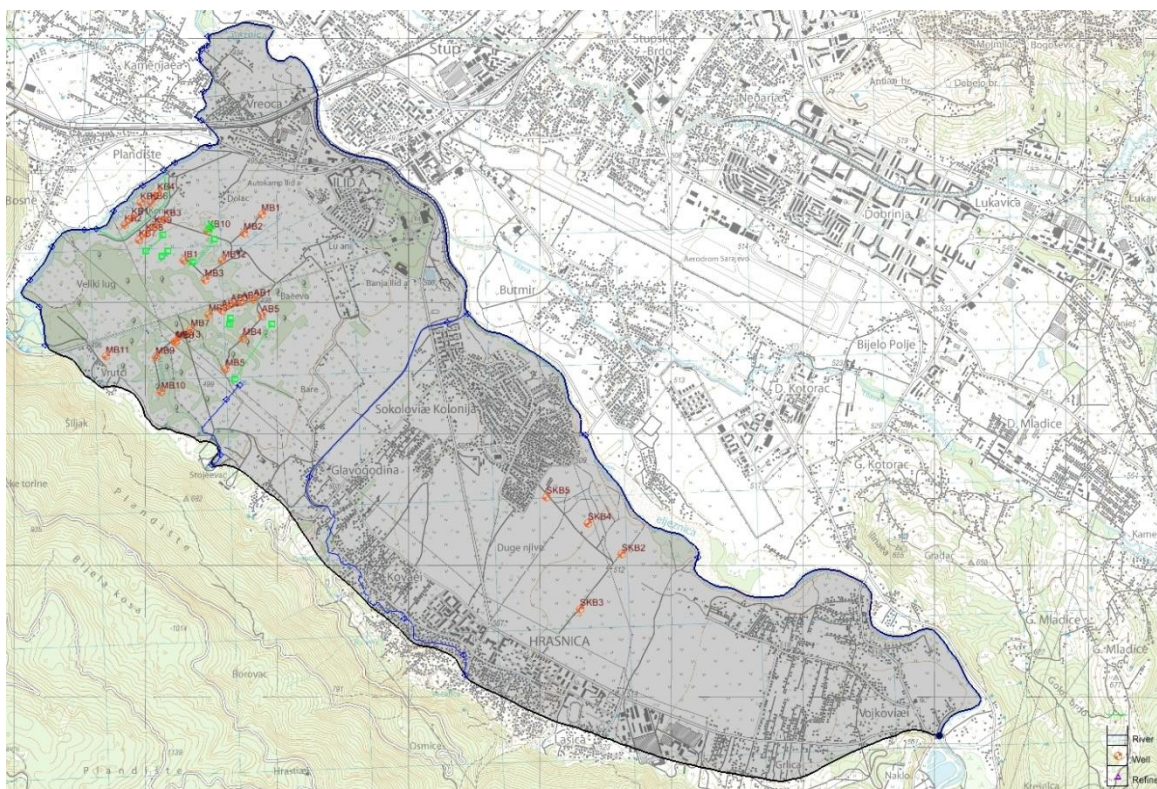
Bunar	X	Y	Datum ispitivanja	Količina crpljenja (l/s)	Sniženje (m)
				96	2,32
				115	3,015
SKB3	6526308,36	4850665,70	08 - 11.05.1996.	47,6	0,655
				79	1,305
				96,8	1,855
				116	2,57
SKB4	6526368,80	4851317,43	30.04. - 03.05.1996	50	0,78
				75	1,18
				95	1,68
				115	2,22
				119	2,27
SKB5	6526052,82	4851516,76	12 - 15.05.1996	52,6	0,67
				76,9	1,09
				96,8	1,5
				116,7	2,01

Tabela 14.4.2. Pregled hidrogeoloških parametara na bunarima u Sarajevskom polju

Bunar	Transmisivnost (m ² /s)	Koeficijent filtracije (m/s)	Radius uticaja (m)	Komentar
MB9	1,5×10 ⁻²	7,9×10 ⁻⁴	900	drugi vodonosni sloj
KB4	5,5×10 ⁻²	5×10 ⁻³	280	
MB1	15	5,5×10 ⁻³	200	
AB2				
AB3				
AB4				
MB11	1,1×10 ⁻²	0,8×10 ⁻⁴	700	donji vodonosni sloj
NB-5	1,5×10 ⁻²			
NB-2	8×10 ⁻²			
SB1	3,4×10 ⁻²	2,62×10 ⁻³	170	
SB2	2,5×10 ⁻²	2,1×10 ⁻³	280	
SB3	3×10 ⁻²	2×10 ⁻³	55	
NB-7	5×10 ⁻³ -7×10 ⁻³	0,5×10 ⁻⁴ -1,2×10 ⁻³	1600	
BF-6	7×10 ⁻²		400	donji vodonosni sloj
BF-7	1,4×10 ⁻¹		300	oba vodonosna horizonta
MB6	1,1×10 ⁻¹		500	
F-10	7,5×10 ⁻²	3,4×10 ⁻³	350	
SKB2	4,74×10 ⁻²	1,97×10 ⁻³		
SKB3	5,16×10 ⁻²	3,13×10 ⁻³		
SKB4	3,8×10 ⁻²	1,41×10 ⁻³		
SKB5	8,15×10 ⁻²	3,3×10 ⁻³		

Na osnovu probnog crpljenja opitno-strukturnih bušotina i probno-eksploatacionih bunara utvrđene su prosječne lokalne vrijednosti koeficijenta filtracije po slijedećim izvorišnim zonama:

Konaci	$1,034 \times 10^{-3}$ m/s,
Bačevo-Stojčevac	$1,13 \times 10^{-3}$ m/s,
Područje uz Večericu	$3,00 \times 10^{-3}$ m/s i
Sokolović Kolonija	$2,45 \times 10^{-3}$ m/s.



Slika 155. Bunari

14.4.4 DEFINIRANJE POČETNIH UVJETA

Početni uvjeti opisuju nivo podzemne vode za početno vrijeme simulacije.

Korišteni su podaci o nivoima u bunarima i pijezometrima. Na osnovu ovih podataka, izvršena je interpolacija, koja je provjerena na osnovu raspoloživih podataka.

Tabela 14.4.3. Osmatrani nivoi na bunarima u Sarajevskom polju za početno vrijeme simulacije

Oznaka	X	Y	Osmatrani nivoi za 2007. g.		
			juni	juli	avgust
			m.n.m	m.n.m	m.n.m
AB1	6523827,22	4853016,50	492,99	492,22	490,90
AB2	6523735,84	4852994,97	492,41	490,98	489,61

Oznaka	X	Y	Osmatrani nivoi za 2007. g.		
			juni	juli	avgust
			m.n.m	m.n.m	m.n.m
AB3	6523653,01	4852977,30	492,77	491,68	490,12
AB4	6523583,46	4852933,41	492,08	491,40	489,44
AB5	6523888,82	4852894,11	491,16	492,78	491,38
BK11	6523423,60	4853961,80	491,61	491,23	490,50
BK4	6522961,40	4853684,50	491,71	491,22	490,65
K10	6522851,70	4853663,40	491,77	491,32	490,83
KB1	6522897,69	4853632,69	489,57	490,78	490,30
KB2	6522844,28	4853580,97	491,15	489,35	488,97
KB3	6523143,01	4853623,52	489,74	490,72	489,88
KB4	6523094,09	4853821,51	489,83	489,15	488,50
KB5	6522965,24	4853747,06	490,77	489,02	488,42
KB6	6523041,75	4853751,18	492,20	490,27	489,63
KB7	6522953,33	4853467,69	492,24	491,85	491,24
KB8	6523006,19	4853511,85	491,84	491,87	491,20
KB9	6523071,06	4853567,41	492,31	491,44	490,61
MB1	6523885,84	4853661,54	493,96	490,90	490,76
MB10	6523122,75	4852311,87	493,34	492,86	491,04
MB11	6522702,33	4852581,27	491,28	492,62	491,02
MB12	6523587,56	4853308,86	491,71	490,59	488,96
MB13	6523240,89	4852700,70	492,57	490,88	488,56
MB2	6523750,88	4853520,74	491,32	490,45	489,10
MB3	6523454,77	4853164,72	492,68	490,58	488,77
MB4	6523744,44	4852718,60	493,10	492,17	490,34
MB5	6523614,80	4852484,81	491,18	493,07	491,47
MB6	6523484,36	4852901,50	490,02	490,38	488,52
MB7	6523348,04	4852787,14	492,44	489,50	486,62
MB8	6523228,26	4852694,20	492,29	491,65	489,57
MB9	6523080,79	4852576,99	496,43	491,39	489,31
SKB2	6526627,22	4851080,04	499,05	495,31	494,48
SKB3	6526308,36	4850665,70	496,72	499,30	498,80
SKB4	6526368,80	4851317,43	496,29	496,03	495,31
SKB5	6526052,82	4851516,76	491,91	495,76	495,12
Z7	6523062,80	4853680,40	491,94	491,36	490,70

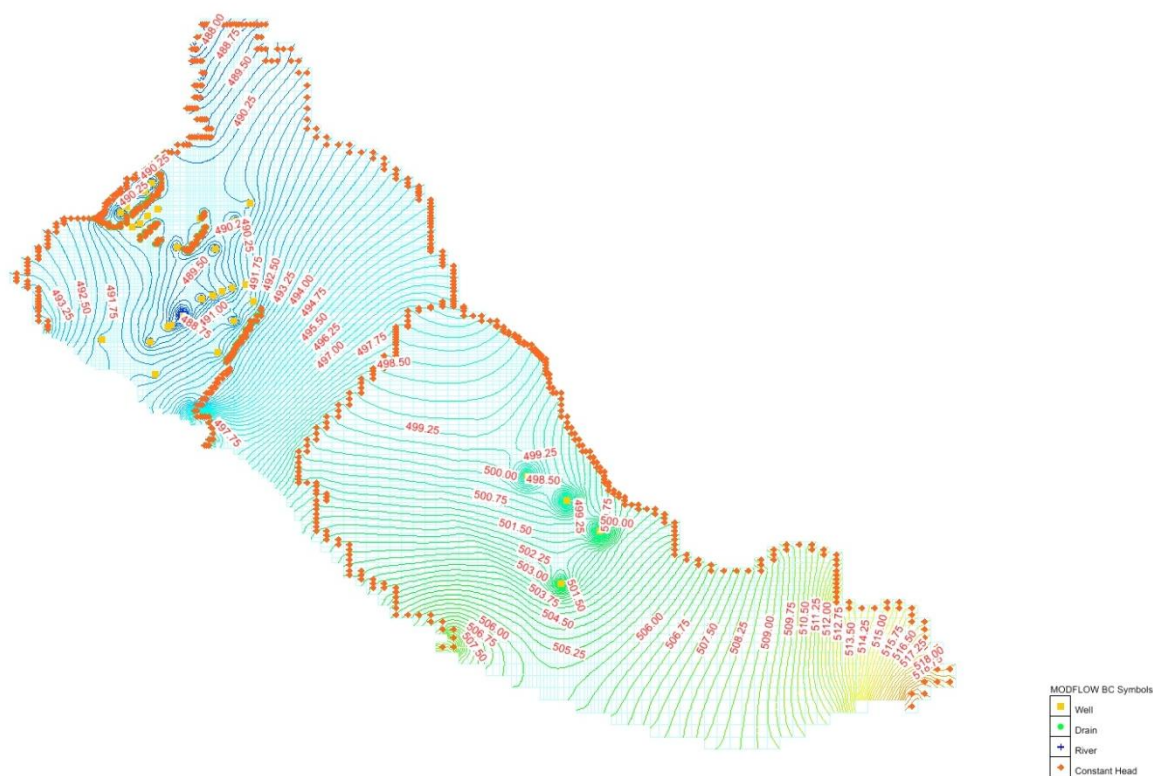
Za crpljene količine nije bilo podataka na mjesečnoj ili dnevnoj osnovi. Podaci o godišnjim količinama (baterije bunara u odnosu na pravac distribucije) su podijeljeni ravnomjerno na sve bunare u bateriji. U proračun se ušlo da se sa tih bunara crpi ista količina. Obzirom na blizinu bunara to ne utiče na rezultate modeliranja.

Tabela 14.4.4. Pregled rezultata pojedinačnih crpljenja na bunarima u Sarajevskom polju

Oznaka	X	Y	Količina crpljenja
			m ³ /d
AB1	6523827,22	4853016,50	6255,36

Oznaka	X	Y	Količina crpljenja
			m ³ /d
AB2	6523735,84	4852994,97	6255,36
AB3	6523653,01	4852977,30	6255,36
AB4	6523583,46	4852933,41	6255,36
AB5	6523888,82	4852894,11	6255,36
IB1	6523297,99	4853308,93	7257,60
KB1	6522897,69	4853632,69	2635,74
KB2	6522844,27	4853580,97	2635,74
KB3	6523143,01	4853623,52	2635,74
KB4	6523094,09	4853821,51	2635,74
KB5	6522965,24	4853747,06	2635,74
KB6	6523041,75	4853751,18	2635,74
KB7	6522953,32	4853467,69	2635,74
KB8	6523006,19	4853511,85	2635,74
KB9	6523071,06	4853567,41	2635,74
KB10	6523477,24	4853538,16	2635,74
MB1	6523885,84	4853661,54	6573,98
MB2	6523750,88	4853520,74	6573,98
MB3	6523454,77	4853164,72	6573,98
MB4	6523744,44	4852718,60	6573,98
MB5	6523614,80	4852484,81	6573,98
MB6	6523484,36	4852901,50	6573,98
MB7	6523348,04	4852787,13	6573,98
MB8	6523228,26	4852694,20	6573,98
MB9	6523080,79	4852576,99	6573,98
MB10	6523122,75	4852311,87	6573,98
MB11	6522702,33	4852581,27	6573,98
MB12	6523587,56	4853308,86	6573,98
MB13	6523240,89	4852700,70	6573,98
SKB2	6526627,22	4851080,04	5478,62
SKB3	6526308,36	4850665,70	5478,62
SKB4	6526368,80	4851317,43	5478,62
SKB5	6526052,82	4851516,76	5478,62

Definirana karta nivoa podzemne vode poslužila je za definiranje početne raspodjele nivoa podzemne vode u modelu.



Slika 156. Hidroizohipse-početni uvjeti

14.4.5 DEFINIRANJE GRANIČNIH UVJETA

Utvrđivanje rubnih graničnih uvjeta modela, te interakcije površinskih graničnih uvjeta s vodonosnim slojem je od velikog značaja za pravilnu postavku modela. Kao što je već rečeno pri opisu modela, u numeričkim matematičkim modelima koriste se tri tipa graničnih uvjeta koji se razlikuju po matematičkom opisu i fizičkom značenju: Dirichlet, Neuman) i Cauchy.

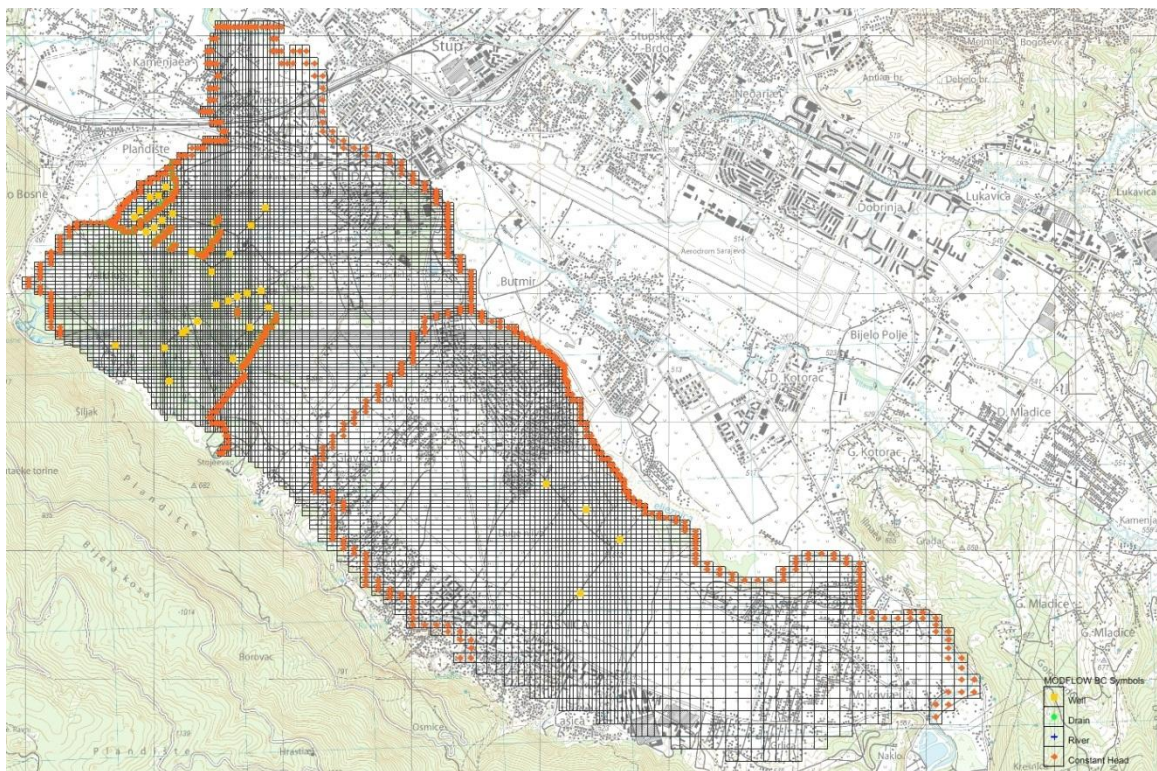
Konceptualni model rubnih granica modela opisan je u hidrauličkom smislu nepropusnom granicom (podnožje planinskog masiva), granicom dotjecanja na sjeverozapadu i granicom dotjecanja na jugoistoku.

Rijeka Željeznica i Bosna simulirane su 1. tipom graničnih uvjeta (Dirichlet) u cijeloj domeni.

Izračunate brzine vode za nivo podzemne vode u bunarima na Sokolovićima pokazale su da je komunikacija između Željeznice i bunara mnogo brža nego što je u stvarnosti, odnosno da je otpor tečenju u prirodi veći nego što je u modelu

Zato je korišten treći tip graničnih uvjeta, gdje se otpor, odnosno vodljivost se mijenjala sve dok nivoi podzemne vode u bunarima u Sokolovićima nisu dostigli mjerene vrijednosti.

Nivo vode u rijeci Željeznici je proračunat drugim programskim paketom, a korišteni su podaci o srednjim mjesečnim protocima sa stanica.



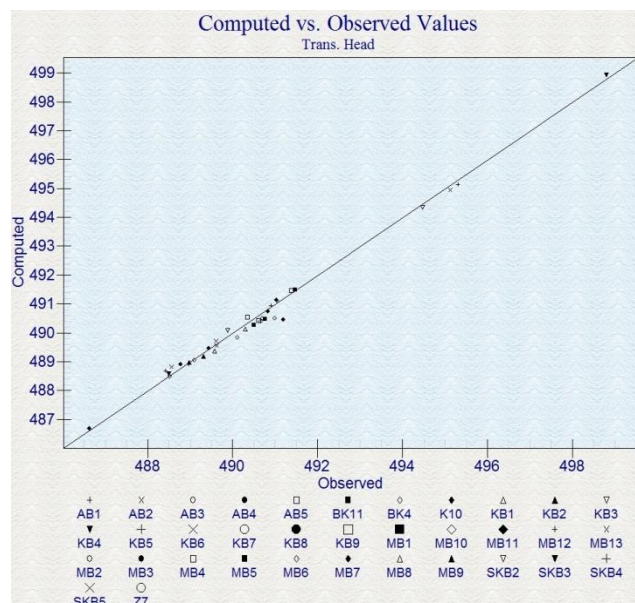
Slika 157. Granični uvjeti

14.4.6 KALIBRACIJA MODELA

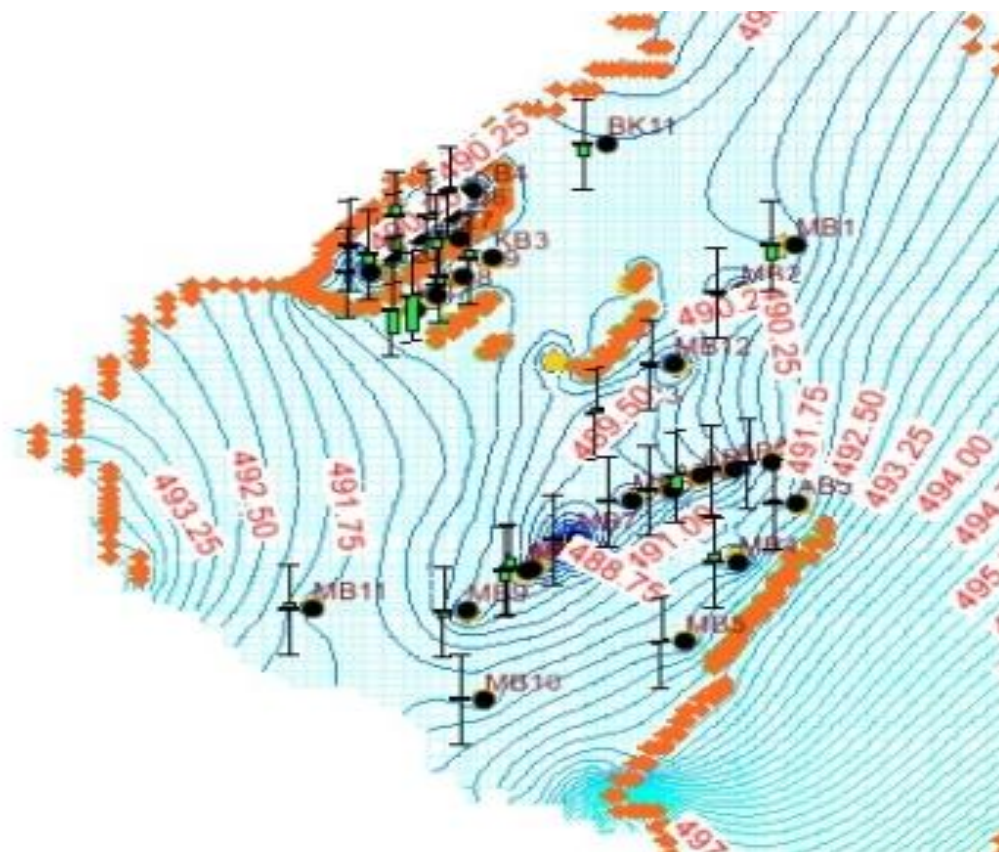
Tokom kalibracije modela je prilagođavana prostorna raspodjela parametara, kao i same vrijednosti parametara vodonosne sredine.

Obrada rezultata simulacija modela provođena je uspoređivanjem simuliranih (izračunatih) vrijednosti nivoa podzemne vode s mjerenim vrijednostima u vremenu. Odstupanja simuliranih nivoa u odnosu na izmjerene je bila maksimalno 20 cm.

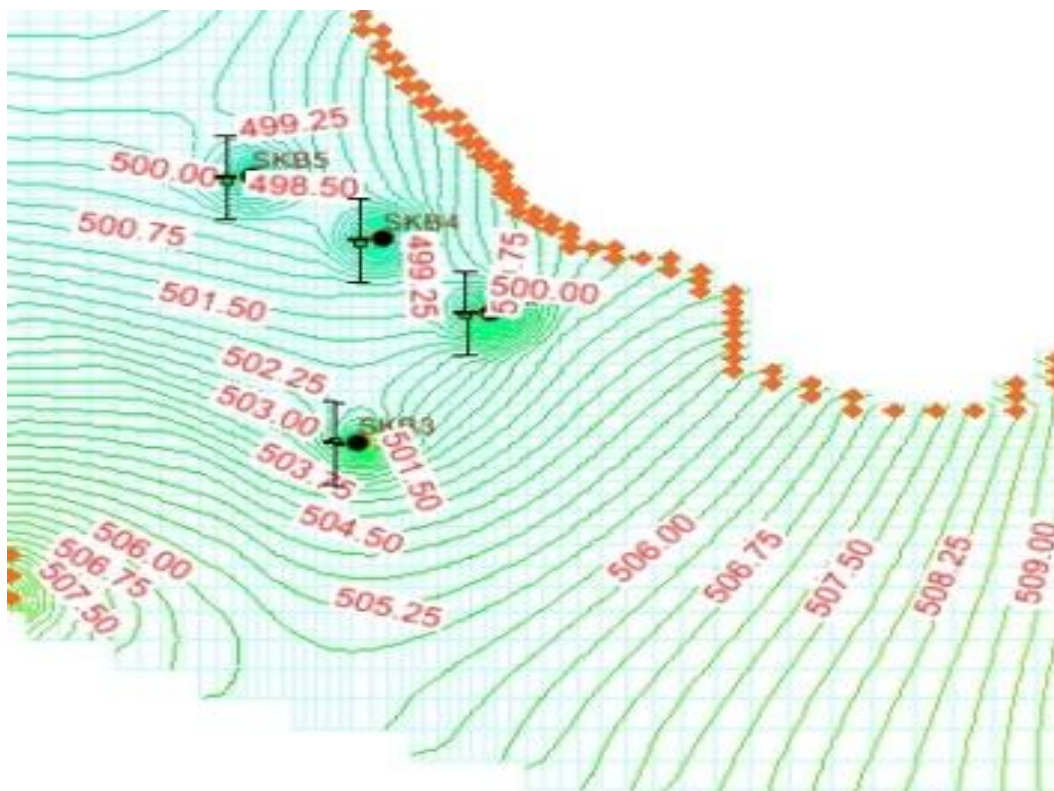
Na narednim slikama su prikazani grafički prikazi osmotrenih i proračunatih nivoa prilikom simulacije. (Zelena boja stubića znači da su odstupanja do 20 cm).



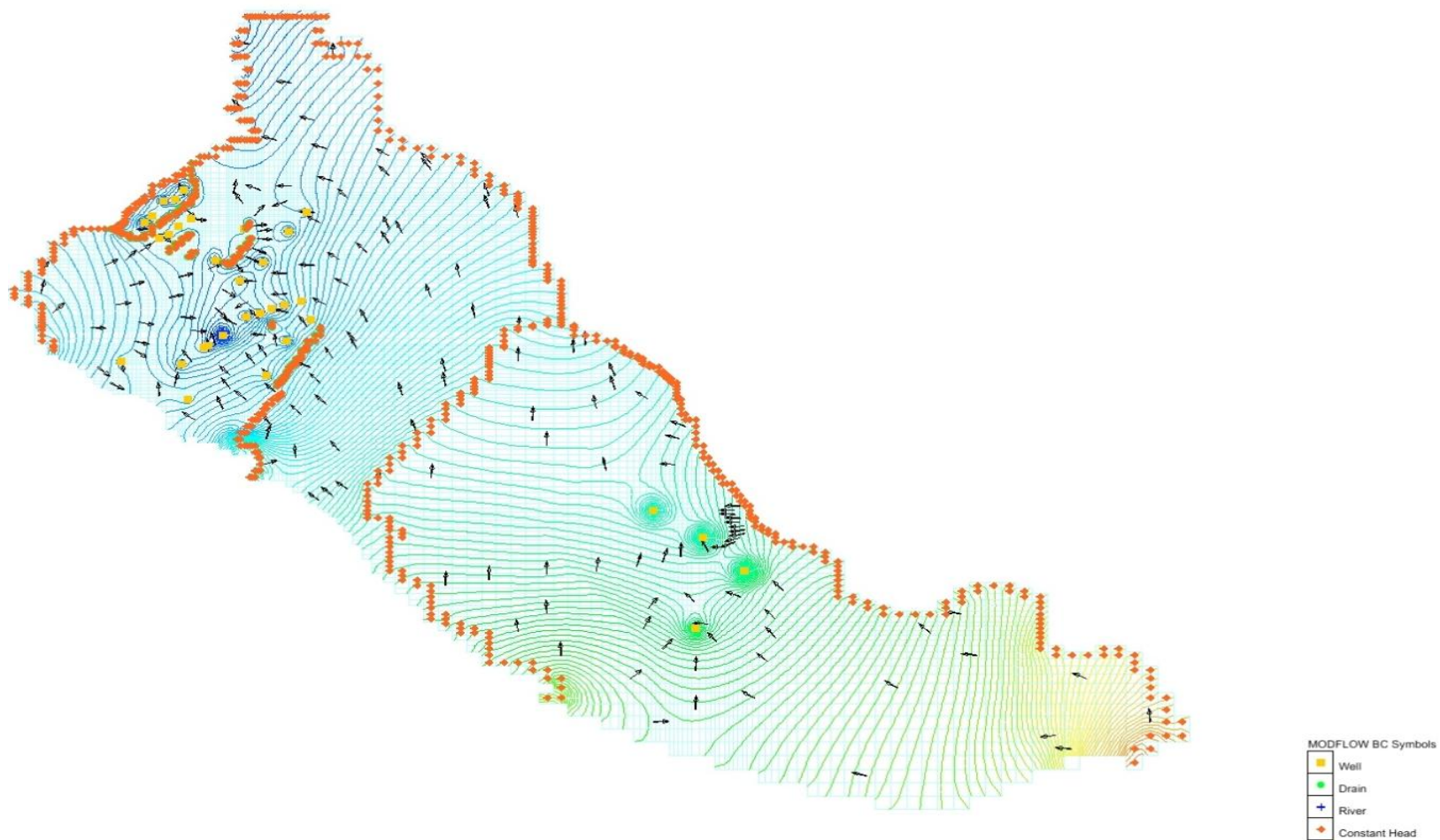
Slika 158. Osmotreni i proračunati nivoi



Slika 159. Odstupanja na osmatranim tačkama (Konaci –Bačevo)



Slika 160. Odstupanja na osmatranim tačkama (Sokolovići)



Slika 161. Hidroizohipse-Vektori brzine

14.4.7 PREPORUKE NA OSNOVU REZULTATA ANALIZE HIDRODINAMIČKOG MODELA ZA POTREBE DEFINIRANJA PRIJEDLOGA ZONA SANITARNE ZAŠTITE

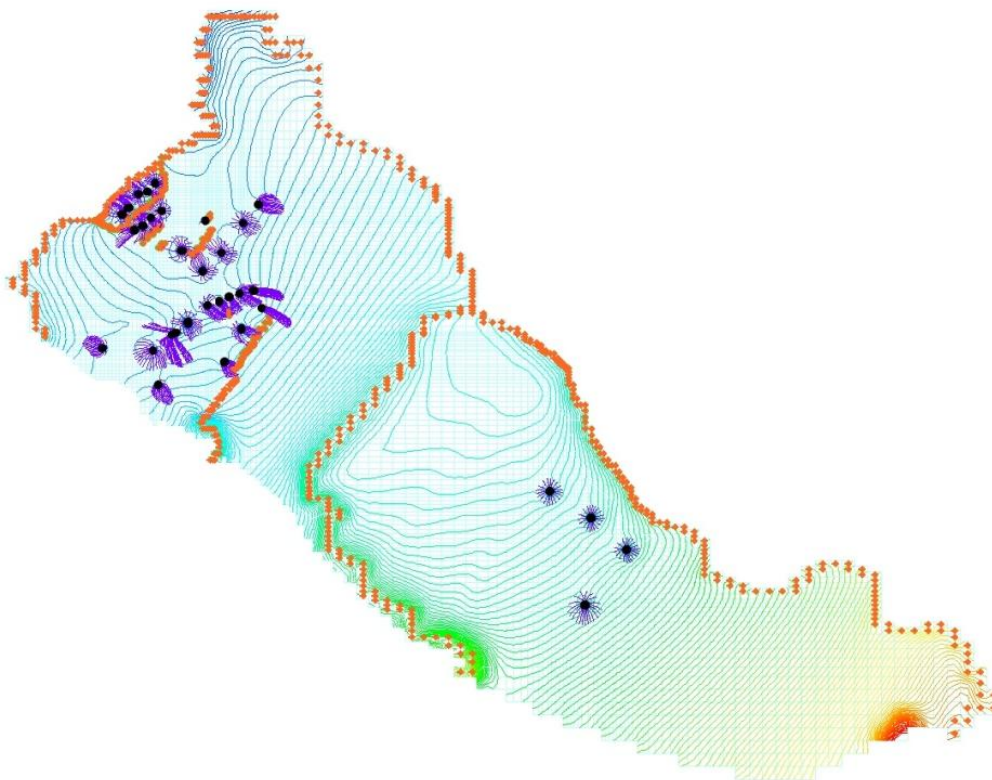
Da bi se izvršila delineacija zaštitnih zona kreiran je model trasiranja čestica.

Za simulacije trasiranja čestica korišten je MODPATH program (Pollock, 1989a). Kao podloga za ovaj model korišteni su rezultati MODFLOW modela.

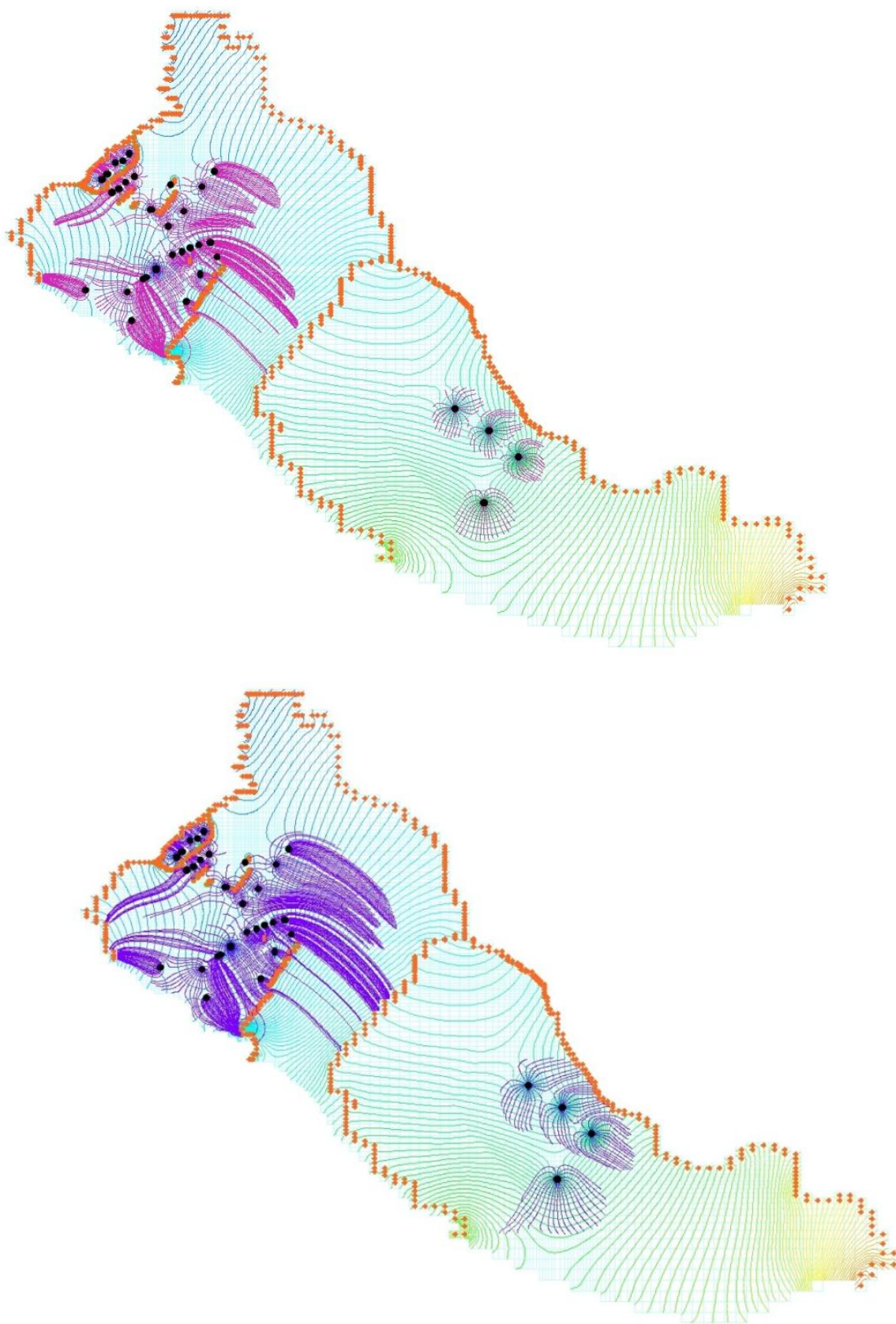
Jednadžbe trasiranja čestica koje koristi MODPATH izvedene su pod pretpostavkom da se sve čestice otopine kreću efektivnom brzinom toka podzemne vode. Da bi se u domeni modela toka izračunala efektivna brzina toka podzemne vode MODPATH koristi parametar efektivnu poroznost.

Na osnovu rezultata MODFLOW modela toka i prostorne raspodjele efektivne poroznosti kreira se raspodjela efektivnih brzina toka podzemne vode za svaki vremenski period u domeni.

Na narednim slikama prikazana su zadržavanja vode od 10, 50 dana i 180 dana.



Slika 162. Tečenje 10dana



Slika 163. Tečenje 50 dana (gore) i 180 dana (dole)

14.5 KRITERIJI ZA DEFINIRANJE GRANICA ZAŠTITNIH ZONA

I zona zaštite prema pravilniku, mora biti udaljena od građevina za zahvat vode najmanje 10 m na sve strane i mora biti ograđena.

II zona zaštite obuhvata područje izvan granice I zone do linije od koje podzemna voda ima minimalno vrijeme zadržavanja u akviferu od 10 dana prije ulaska u vodozahvatni objekt. Na slikama iznad prikazani su rezultati simulacija trasiranja čestica. Ti rezultati korišteni su kod izrade prijedloga zaštitnih zona zaštite.

Za III zonu zaštite minimalno vrijeme zadržavanja u akviferu je 50 dana prije ulaska u vodozahvatni objekt.

Konačni prijedlog zona zaštite urađen je na osnovu rezultata svih provedenih analiza u okviru ovog projekta, uključujući i rezultata simulacija Modflowa, odnosno Modpatha.

14.5.1 BAČEVO-KONACI

U periodu od 1965. godine do 1987. godine, vršeno je mjerenje brzina podzemnih voda u zonama Bačeva, Glavogodine i Sokolovića. Rezultati su prikazani u poglavlju „Prividne brzine podzemnih voda“. Na osnovu analize raspoloživih podataka, izvršena je selekcija dobivenih rezultata na način da se izdvoje brzine u neposrednoj zoni eksploatacije od brzina koje su određivane na granici i izvan zone uticaja crpljenja.

Tako su izdvojeni reprezentativni pijezometri, odnosno lokaliteti na kojima je izvršeno određivanje brzina.

Toko rada na ovom projektu također su vršena mjerenja brzina u zoni Bačeva.

Rezultati svih pobrojanih mjerenja su prikazani u narednoj tabeli.

Tabela 14.5.1. Mjerenja brzine podzemne vode u zoni Sarajevskog polja

Lokacija osmatranja	Datum i vrijeme trasiranja	Datum i vrijeme max. pojave trasera	Vrijeme putovanja trasera (h)	Udaljenost (m)	Prividna brzina vode - V_{ef}	
					(m/h)	(m/dan)
Pijezometar 117	01.10.1965 12:15	01.10.1965 15:10	2,92	5,85	2,0	48,0
Pijezometar 118	03.10.1965 10:15	03.10.1965 12:20	2,08	6,53	3,14	75,4
Pijezometar 122	06.10.1965 10:05	06.10.1965 12:48	2,71	8,02	2,96	71,0
Pijezometar SK-1	09.10.1965 11:15	09.10.1965 12:30	1,25	4,60	3,68	88,3
Pijezometar NB-2	22.10.1966 12:50	22.10.1966 17:20	4,50	5,0	1,11	26,6
Pijezometar 223	04.11.1966 12:15	04.11.1966 21:00	8,75	10,10	1,15	27,6
Pijezometar 226	06.11.1966 11:15	06.11.1966 15:40	4,42	11,10	2,51	60,2
Pijezometar 16	09.11.1966 11:30	09.11.1966 23:00	11,50	35,0	3,04	73,0
Pijezometar 2*	Jul 1987				0,345	8,29
Pijezometar 4*	Oktobar 1987				0,227	5,44
VečERICA	06.02.2013. 9:00	07.02.2013	24.16	6,08	0,250	6,04
BačEvo	06.02.2013. 10:30	06.02.2013.	6,75	5,05	0,748	17,9
Stup	06.02.2013. 11:25	06.02.2013.	6,33	5,15	0,813	19,5

I zaštitna zona je u projektu predložena na udaljenosti 50 m od zahvatnih objekata. To područje je u vlasništvu KJKP „ViK“ Sarajevo i ograđeno zaštitnom ogradom. Stoga je bilo neracionalno smanjivati zaštitnu zonu, pomjerati ogradu, odnosno nepotrebno povećavati troškove zaštite.

U skladu sa čl.5 stav 4, tačka a). Pravilnika II i III zaštitna zona su tretirane kao jedinstvena zona sanitarne zaštite, s tim da za ovu jedinstvenu zonu važe mjere i zabrane propisane za II zonu zaštite.

Srednja vrijednost izmjerenih brzina u blizini bunara u Bačevu i na lijevoj obali Večerice iznosi oko 11,56 m/dan, odnosno zaštitna zona je 578 m. Obzirom na blizinu Večerice i njen značaj i funkciju prihranjivanja izvorišta ne bi se smio ostaviti „nezaštićen“ pojas između Večerice i izvorišne zone Bačeva. Zbog toga je obuhvat II i III zaštitne zone proširen do 50 m na desnu obalu Večerice.

14.5.2 SOKOLOVIĆI

Nakon analize mjerenih brzina u zoni Sokolovića, odbačene su ekstremne vrijednosti, obzirom da su one dobivene u zoni uticaja bunara, odnosno pijezometri su pobijeni u neposrednoj blizini bunara. Također obzirom da se radi o vrlo sličnim hidrogeološkim uvjetima u zoni Sokolovića, kao i u zoni Bačeva, usvojene su iste mjerodavne brzine, kao i za zonu Bačevo-Konaci. I, II i III zona zaštite određene su po istom principu kao za zone Bačeva i Konaka. Na vanjskoj konturi II i III zaštitne zone (prema Vojkovićima) predlaže se uspostava stalnog monitoringa kvaliteta, odnosno ugradnja odgovarajućeg broja pijezometara.

14.5.3 INDIREKTNI SLIV IZVORIŠNE ZONE SARAJEVSKO POLJE

Na osnovu geološke građe terena i lokacije turističkih centara Igmana i Bjelašnice, definirana je granica treće zaštitne zone u pravcu jugozapada. Mjerenja brzina u kraškoj izdani bloka Igman –Bjelašnica su pokazala da je vrijeme putovanja (do oboda Sarajevskog polja) u rasponu od 7-15 dana, što ovo područje u skladu sa zahtjevima pravilnika o zaštitnim zonama, svrstava u treću zaštitnu zonu.

14.5.4 OTVORENI VODOTOCI

Mjerama zaštite zaštićeni su vodotoci:

Rijeka Bosna od izvora do zahvata kod stanice „Filter Bosna“,

Vodotok Večerica od prelaska ispod Hrasničke ceste, uzvodno do ušća i

Rijeka Željeznica od Ratnog mosta, uzvodno do Lasičkih mlina.

14.5.4.1 RIJEKA BOSNA

Na rijeci Bosni se nalazi otvoreni zahvat i u skladu sa propisanim načinom zaštite zahvata na otvorenom vodotoku, definiran je zaštitni pojas I i II zone zaštite.

14.5.4.2 RIJEKA ŽELJEZNICA

Za rijeku Željeznicu, kao vodotok u funkciji infiltracije, propisane su mjere zaštite za I i II zaštitnu zonu otvorenog vodotoka (po trasi projektovanog korita), na dionici od Ratnog mosta u Sokolovićima do ulaska u Sarajevsko polje

14.5.4.3 VODOTOK VEČERICA

Na dionici vodotok od prelaska ispod Hrasničke ceste, uzvodno do ušća propisane su mjere zaštite za II zaštitnu zonu otvorenog vodotoka.

14.5.4.4 VRELO BOSNE I PONORI NA PLANINSKOM MASIVU IGMAN-BJELAŠNICA

Hidrogeološkim bojenjima u kraškoj izdani bloka Igman-Bjelašnica na lokalitetu Sitnička lokva dokazana je veza sa Vrelom Bosne. Zbog toga je za Vrelo Bosne propisana mjera zaštite za I i II zaštitnu zonu.

I zaštitna zona je pojas od 50 m.

Granica II zaštitne zone obuhvata prostor između vanjske granice I zaštitne zone i linije određene na bazi jednodnevnog tečenja. Bojenjem dobivena (izmjerena), brzina tečenja podzemne vode unutar krške izdani koja gravitira izvorištu Sarajevsko Polje iznosi 1,776 km/dan.

Shodno Pravilniku o zaštiti izvorišta, ova brzina podzemnog toka odgovara II. zoni zaštite izvorišta. S tim u vezi, sukladno iznesenim činjenicama, te analizi topografije terena, kao i stratigrafskoj zastupljenosti pojedinih litoloških cjelina, definiranih tektonskim odnosom koji producira hidrogeološku situaciju slivnog područja akviferske sredine, granica najudaljenijeg okonturenog prostora II. zaštitne zone izvorišta, doseže udaljenost od 2,5 km od pozicije Vrela Bosne.

Ponori na planinskom masivu Igman-Bjelašnica su zbog dokazane veze sa izvorišnom zonom također obuhvaćeni višim stepenom zaštite, odnosno predložene su I i II zona zaštite na udaljenosti od ponora 50 m, odnosno 300 m.

Granica III zaštitne zone je određena na bazi 10-to dnevnog tečenja podzemnog toka vode.

14.5.5 IZVORIŠTE STUP

Obzirom da na izvorištu Stup, nije došlo do promjene uvjeta crpljenja, odnosno zahvaćanja većih količina voda, predložene su iste granice zona zaštite kao i u Odluci o zaštite iz 1987.godine. Ove granice su nešto manje, u odnosu na važeći Pravilnik. Kako se kvaliteta vode na ovom izvorištu, bitno nije promijenila u poređenju sa stanjem iz prethodnog perioda, procijenjeno je da se ne bi ništa značajno dobilo i da je izvršeno proširenje zaštitnih zona. Imajući u vidu činjenicu, da se one najvjerojatnije, ne bi mogle na pravi način implementirati, u naseljenom dijelu. Važno je istaći da bi proširivanjem zaštitnih zona u skladu sa važećim pravilnikom u zaštitno područje ušao i jedan dio piste aerodroma Sarajevo, na kome se zasigurno ne bi mogle sprovoditi mjere zaštite. Stoga je ocijenjeno da se zaštitne zone zadrže u ranijim granicama, a

da se preporuča kao obaveza stalni monitoring kvaliteta voda, na ulazu u zaštitnu zonu, na način da se na uzvodnoj granici zone zaštite, instaliraju pijeometri na kojima će se vršiti stalni monitoring kvaliteta voda, te bi se u slučaju pojave zagađenja moglo na odgovarajući način intervenirati .

14.5.6 OPĆE SMJERNICE ZA DEFINIRANJE ZONA ZAŠTITE

U izradi konačnog prijedloga. zona zaštite, korištene su sljedeće smjernice:

- II i III zona zaštite su tretirane kao jedinstvena zona, sa propisanim mjerama za III zaštitnu zonu. Ovaj pristup ima opravdanje u činjenici da je obuhvat zona po starom pravilniku bio veći. Dosadašnje mjere osigurale su zahtijevani stepen zaštite, tako da se ovaj kontinuitet (stepen zaštite) može ostvariti uspostavom jedinstven II i III zaštitne zone uz preporuku provođenja mjera predviđenih za III zaštitnu zonu.
- granica prijedloga II i III zone zaštite treba ići cestama ili putovima zbog mogućnosti lakšeg označavanja i uočavanja oznaka.
- ako granica prijedloga II, odnosno III zaštitne zone obuhvata manje od 30% površine, parcela se izbacuje iz zaštitne zone.
- ako granica prijedloga II ili III zaštitne zone obuhvata više od 70% površine, cijela parcela se uključuje u obuhvat zaštitne zone.

Mapa stepena rizika je pripremljena kao kombinacija mape prirodne osjetljivosti geoloških i hidrogeoloških struktura, mape potencijalnih zagađivača sa pripadajućim težinskim faktorima i mape predloženih zaštitnih zona izvorišta.

Mapa prirodne osjetljivosti geoloških i hidrogeoloških faktora je pripremljena po COP metodi.

Mapa potencijalnih zagađivača je pripremljena nakon obilaska terena i identificiranja svih potencijalnih zagađivača. U odnosu na vrstu aktivnosti, odnosno potencijalni stepen negativnog uticaja na podzemne vode, potencijalnim zagađivačima su dodijeljeni težinski faktori.

Preklapanjem mape prirodne osjetljivosti i mape potencijalnih zagađivača, dobivena je mapa stepena rizika zagađenja podzemnih voda u slivu.

Ova mapa je preklopljena sa mapom predloženih zaštitnih zona, kako bi se u proračun uključio i faktor brzine tečenja, odnosno brzine kojom neko zagađenje može doći do izvorišne zone. Formirana je matrica rizika. Rezultat je mapa potencijalnog zagađenja izvorišne zone od postojećih aktivnosti.

Zaštitna zona Mapa stepena rizika zagađenja	I	II	III	IV
Veoma visok				
Visok				
Srednji				
Nizak				
Nema ili veoma nizak				

Zabranjeno- Ova aktivnost se mora ukloniti

Standardne i dodatne mjere- Ova aktivnost se smije obavljati uz provođenje standardnih i dodatnim mjera zaštite

Standardne mjere – Ova aktivnost se smije obavljati uz provođenje standardnih mjera zaštite

Obzirom da se ovim projektom II i III zona zaštite tretiraju zajedno, a predlažu se zabrane i ograničenja II zaštitne zone, korištena je matrica prikazana ispod.

Zaštitna zona Mapa stepena rizika zagađenja	I	II i III zajedno	IV
Veoma visok			
Visok			
Srednji			

Zaštitna zona Mapa stepena rizika zagađenja	I	II i III zajedno	IV
Nizak			
Nema ili veoma nizak			

Zabranjeno- Ova aktivnost se mora ukloniti

Standardne i dodatne mjere- Ova aktivnost se smije obavljati uz provođenje standardnih i dodatnim mjera zaštite

Standardne mjere – Ova aktivnost se se smije obavljati uz provođenje standardnih mjera zaštite

Proračun je pokazao da se slijedeće aktivnosti moraju ukloniti:

Deponija-smetljište u Ul. Plandište i deponija Jasike.

Za transformatorske stanice:

- Bačevo –Konaci
- Bunar 5 i
- Stup 2

Obzirom da su transformatorske stanice u funkciji vodosnabdijevanja za njih je obavezno uspostavljanje dodatnih mjera zaštite.

Za sve nove, planirane aktivnosti, primjenjuje se Prilog 1. Pravilnika o načinu utvrđivanja uvjeta za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta vode za javno vodosnabdijevanje stanovništva (Sl. novine FBiH 88/12).

Na osnovu analize raspoloživih podataka Studija i elaborata koji obrađuju problematiku izvorišta Sarajevskog polja i provedenih istraživanja i analiza u okviru ovog projekta, pripremljeni su zaključci o stanju izvorišta i preporukama za dalje unaprjeđenje sistema.

Zaključci:

1. Eksploatacija izvorišta je granici održivosti. Količinu zahvaćenih voda iz intergranularnog akvifera Sarajevskog polja nije moguće značajno povećati izgradnjom novih zahvatnih objekata, jer je raspoloživost ograničena količinom koja se infiltrira iz rubnih vodotoka, Željeznice i Bosne.
2. Stanje nivoa podzemnih voda, uz određena odstupanja u ekstremno sušnim periodima, nije značajno promijenjeno u odnosu na stanje prije rata. Nisu registrovana značajna sniženja nivoa.
3. Analiza kvaliteta vodotoka Bosne i Željeznice ne pokazuje značajna pogoršanja, ni po hemijskim ni po biološkim parametrima kvaliteta.
4. Registrovana je pojava olova u r. Bosni i Željeznici u okviru analiza provedenih u ovom projektu. Nije moguće donijeti zaključak na osnovu raspoloživih podataka šta je uzrok pojavi olova.

Preporuke:

Održiva eksploatacija voda intergranularnog akvifera Sarajevskog polja može se postići tako što će se:

1. Značajno smanjiti gubici u vodovodnoj mreži sa sadašnjih oko 70%, čime bi se smanjila i količina vode koja se u ovom trenutku zahvata.
2. Potrebno je pokrenuti istraživanja dubokog vodonosnog horizonta u kraškom akviferu, kako bi se mogao procijeniti kapacitet i kvalitet ovih voda i mogućnost njihovog korištenja za potrebe vodosnabdijevanja.
3. Osiguranje dodatnih količina vode za potrebe vodosnabdijevanja (razvojni planski periodi) nije moguće bazirati na crpljenju dodatnih količina vode iz Sarajevskog polja.
4. Neophodno je nastaviti sa aktivnostima na osiguranju dodatnih količina vode za šire područje sarajevske kotline, prvenstveno onim vezanim za branu i akumulaciju Crna rijeka.
5. Rad prečistača otpadnih voda domaćinstva u Trnovu treba redovno održavati u pogonu i razmotriti mogućnost daljeg priključenja stanovništva.

17.1 NORMATIVNE MJERE ZAŠTITE IZVORIŠTA**17.1.1 ZAKONSKI OKVIR ZAŠTITE IZVORIŠTA**

Zakonom o vodama Federacije BiH, član 66. (Službene novine FBiH br. 70/06) definirana je pravna osnova za utvrđivanje područja zaštite izvorišta koja se koriste za javno snabdijevanje vodom za piće. Ovim članom Zakona utvrđeno je da područje na kojem se nalazi izvorište vode koja se po količini i kvalitetu može koristiti ili se koristi za javno vodosnabdijevanje mora biti zaštićeno od zagađenja i drugih nepovoljnih uticaja na zdravstvenu ispravnost vode ili izdašnost izvorišta. Zaštita se provodi utvrđivanjem zona sanitarne zaštite čija se veličina, granice, sanitarni režim, mjere zaštite i drugi uvjeti određuju prema propisu o načinu utvrđivanja uvjeta za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta vode koja se po količini i kvalitetu mogu koristiti ili se koriste za javno vodosnabdijevanje (te Pravilnik o načinu utvrđivanja uslova za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta vode za javno vodosnabdijevanje stanovništva („Službene novine FBiH“ br. 88/12).

Nadležnost za utvrđivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera, te ovlaštenje za donošenje odluka o zaštiti izvorišta propisana je članom 68. Zakona o vodama Federacije BiH (Službene novine FBiH br. 70/06). Prostorni obuhvat šireg područja izvorišta obuhvata hidrogeološki sliv rijeke Željeznice i rijeke Bosne. U slučaju izvorišta Sarajevsko polje, uticajno područje izvorišta je sliv ukupne površine 564 km². U skladu sa članom 68., stav 1., stav 4. i stav 5., Zakona o vodama Federacije BiH (Službene novine FBiH br. 70/06) zone sanitarne zaštite i zaštitne mjere utvrđuje općinski organ uprave nadležan za vode na čijem području se nalazi izvorište. Odluku o zaštiti izvorišta čije se zone sanitarne zaštite prostiru na području Federacije BiH i Republike Srpske, Odluku donose sporazumno vlade Federacije BiH i Republike Srpske. Obzirom na nadležnost Zakona o vodama Federacije BiH (Službene novine FBiH br. 70/06), pri izradi općeg akta, odnosno Odluke o zaštiti izvorišta Sarajevsko polje, razmatran je dio sliva na području FBiH. U skladu sa stavom 4. spomenutog Zakona, Odluku o zaštiti izvorišta čije se zone sanitarne zaštite prostiru na području dvaju ili više kantona, donosi Vlada Federacije, na prijedlog Federalnog ministarstva poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva.

U ovom poglavlju opisane su zaštitne zone, njihove granice i mjere na način kako su propisane Pravilnikom o zaštitnim zonama. U poglavlju „Provođenje zaštitnih mjera“, date su konkretne mjere koje je neophodno poduzeti u skladu sa postojećim stanjem izvorišta Sarajevsko polje.

17.1.2 PRISTUP RJEŠENJU

Zaštita izvorišta Sarajevsko polje vrši se u cilju sprečavanja zagađenja i drugih štetnih uticaja, koji mogu nepovoljno djelovati na kvantitativno-kvalitativne karakteristike i održivo korištenje izvorišta u budućnosti. U tom smislu se uspostavlja odgovarajući režim u uticajnoj zoni oko izvorišta, na način da se definišu zone sanitarne zaštite na ovom području, u kojima se propisuju dozvoljene aktivnosti uz provođenje mjera kontrole i odgovarajuće zaštitne mjere.

Utvrdjivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera vrši se u skladu sa uslovima propisanim Zakonom o vodama Federacije BiH („Službene novine FBiH“ br. 70/06), te Pravilnikom o načinu utvrđivanja uslova za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta vode za javno vodosnabdijevanje stanovništva („Službene novine FBiH“ br. 88/12), kao i drugim važećim propisima na teritoriji Federacije BiH. Spomenutim Pravilnikom detaljno su propisani uslovi za utvrđivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih

mjera. Utvrđivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera izvorišta vode za piće određuju se u zavisnosti od lokalnih uslova koji se utvrđuju istražnim radovima. Nadalje, određivanje zona sanitarne zaštite vrši se zavisno od vrste izvorišta vode za piće. U skladu sa navedenim pravilnikom, utvrđene su četiri vrste izvorišta:

- izvorišta podzemnih voda u akviferima intergranularne poroznosti,
- izvorišta podzemnih voda u kraškim akviferima,
- izvorišta vode iz površinskih vodotoka i
- izvorišta vode iz akumulacije/jezera.

Pravilnikom je definisan je poseban pristup kod rješavanja zaštite ovakve vrste izvorišta. Za izvorišta podzemnih voda u akviferima intergranularne poroznosti, utvrđene su četiri zone sanitarne zaštite i to: I zaštitna zona (zona najstrožijeg režima zaštite), II zaštitna zona (zona strogog režima zaštite), III zaštitna zona (zona umjerenog režima zaštite) i IV zona (zona preventivnih zabrana i ograničenja).

U slučaju izvorišta Sarajevsko polje, određuju se sljedeće zaštitne zone:

Na području oko bunara, laguna i infiltracionih kanala utvrđuju se sljedeće zaštitne zone:

I zona – zona najstrožeg režima zaštite (zona izvorišta);

II i III zone kao jedinstvena II – zona strogog režima zaštite;

IV zaštitna zona - zona preventivnih zabrana i ograničenja.

Za izvorišta sa zahvatom površinskih voda (otvoreni vodotok Bosne) utvrđuju se sljedeće zaštitne zone:

II – zona najstrožeg strogog režima zaštite.

III – zona strogog režima zaštite;

Za područja infiltracione zone Večerice i Željeznice utvrđuju se sljedeće zone zaštite:

II i III zona kao jedinstvena zona – zona strogog režima zaštite;

Na prostoru planinskog masiva Igmana i Bjelašnice koji predstavlja indirektni sliv izvorišta Bačevo Konaci i Sokolovići uspostavlja se III zaštitna zona.

Za kraško vrelo –Vrelo Bosne i ponore na planinskom masivu Igman-Bjelašnica utvrđuju se sljedeće zone zaštite:

I zona – zona najstrožeg režima zaštite ;

II zona zaštite – zona strogog režima zaštite;

III zaštitna zona - zona umjerenog režima zaštite, objedinjena za vrelo i ponore.

U skladu sa članom 66. stav 4., Zakona o vodama FBiH (Službene novine FBiH br. 70/06), zaštita izvorišta utvrđuje se Općim aktom tj. Odlukom o provođenju zaštite izvorišta kojom se utvrđuju normativne mjere zaštite, odnosno definišu granice zona sanitarne zaštite, sanitarni i drugi uslovi u pojedinim zonama i druge mjere zaštite, zabrane i ograničenja, kao što su režim korištenja prostora na području zaštitnih zona, uključujući ograničenja i zabrane izvođenja određenih radova, izgradnje objekata i obavljanja aktivnosti koje mogu štetno djelovati na izvorište, izvori i način financiranja za provođenje zaštitnih mjera, nazivi organa i pravnih lica koja će provoditi Odluku, te kaznene odredbe za povredu odredaba iste. Ovaj režim odnosi se na sva pravna i fizička lica na području zaštitnih zona i ima za cilj zaštitu i očuvanje kvantitativno – kvalitativnih karakteristika izvorišta

i prostora na području zaštite, kako bi se omogućilo dugoročno održivo korištenje ovih izvorišta za potrebe snabdijevanja pitkom vodom.

U nastavku je dat opis pojedinih zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera koje se u njima primjenjuju.

Mjere zaštite su propisane u Prilogu 1. Pravilnika (Popis aktivnosti i nivo ograničenja njihove primjene po pojedinim zaštitnim zonama. Ove mjere se trebaju primijeniti na buduće (planirane) aktivnosti. Za postojeće aktivnosti u skladu sa rezultatima provedenih analiza, mogu se propisati i strožije mjere.

17.1.3 IZVORIŠTE SARAJEVSKO POLJE

17.1.3.1 BUNARI, LAGUNE I INFILTRACIONI KANALI

Pravilnikom o načinu utvrđivanja uslova za određenje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta vode za javno vodosnabdijevanje stanovništva („Službene novine FBiH“ br. 88/12), određeno je da se na području I zaštitne zone mogu, uz primjenu potrebnih mjera zaštite, nalaziti vodozahvatni i infiltracioni objekti, rezervoari, pumpne stanice, trafostanice, administrativni objekti, prilazni i unutrašnji putevi i drugi objekti koji su neophodni za rad vodoprivrednog objekta za vodosnabdijevanje.

Za izvorište Sarajevsko polje, na području koje se posmatra kao izvorište podzemnih voda u izdanima intergranularne odnosno oko bunara, laguna i infiltracionih kanala utvrđene su četiri zone I zona, II i III koje se posmatraju zajedno i IV koja obuhvata hidrogeološki sliv.

U nastavku je pobliže opisan način uspostavljanja pojedinih zaštitnih zona izvorišta Sarajevsko polje i mjere zaštite u svakoj od njih.

Mjere sanitarne zaštite normativno se utvrđuju općim aktom/Odlukom o zaštiti izvorišta.

Obzirom da Odluka predstavlja podzakonski akt, mjere iz Odluke o zaštiti moraju se usaglasiti prvenstveno sa relevantnim zakonskim propisima kao i sa različitim planskim dokumentima, koji se izrađuju u skladu sa različitim općinskim, kantonalnim i federalnim propisima, kao i ugraditi u iste. Ti dokumenti, između ostalog, uključuju i prostorne, urbanističke i regulacione planove, vodoprivredne osnove, šumsko-privredne osnove, kao i druge planove na svim administrativnim nivoima, koji su vezani za korištenje prostora na području zaštitnih zona izvorišta Sarajevsko polje.

17.1.3.1.1 MJERE SANITARNE ZAŠTITE

17.1.3.1.1.1 I ZAŠTITNA ZONA (ZONA NAJSTROŽIJEG REŽIMA ZAŠTITE)

Područje I zaštitne zone izvorišta Sarajevsko polje utvrđuje se u cilju zaštite od direktnog zagađenja, oštećenja i drugih slučajnih ili namjernih negativnih uticaja.

Prema Pravilniku o zaštitnim zonama, granice I zaštitna zona se utvrđuje na udaljenosti radijusa od 10, odnosno, izuzetno 50 metara od vodozahvatnog objekta.

Uzimajući u obzir specifične karakteristike područja izvorišta Sarajevsko polje, utvrđeno je da će se pod I zaštitnom zonom izvorišta smatrati neposredni prostor oko izvorišta, i to:

1. Bunara na području Konaci, Bačevo, Sokolovići i Stup;
2. Laguna i infiltracionih kanala na području Bačeva.

Zaštitne zone utvrđuju se posebno za izvorište i svaku od predmetnih tačaka, tako da I zaštitna zona može biti razbijena u vidu više izolovanih područja (ostrva) unutar slivnog područja.

Grafički prikaz i koordinate karakterističnih tačaka I zaštitne zone izvorišta date su u prilogima.

Kako bi se spriječio neovlašten ulazak na područje I zaštitne zone i osigurala najstrožija kontrola ovoga prostora, član 6. Pravilnika, propisuje da se I zaštitna zona mora na odgovarajući način ograditi, kako bi se spriječio pristup neovlaštenih osoba, te odgovarajućim mjerama fizičke zaštite osiguranja, što prvenstveno uključuje čuvarsku službu na izvorištu, te alarm i druge mjere zaštite, ukoliko se to ocijeni potrebnim.

I Zaštitnu zonu čini označeni prostor oko ukupno 36 bunara , 4 infiltraciona kanala i 3 lagune.

Bunari se ograđuju pojedinačno, dok se baterije bunara, kod kojih je razmak 100 m ili manje ograđuju jednom ogradom, odnosno vrši se grupisanje objekata koji su u neposrednoj blizini, uključujući lagune i infiltracione kanale, koji se štite istim režimom zaštite.

Bunari SKB2, SKB3, SKB4 i SKB5 ograđuju se svaki pojedinačno.

Bunari KB1, KB2, KB4, KB5, KB6, KB7, KB8, KB9 i KB3 , infiltracioni kanal Konaci 1, Konaci 2 te laguna Lužani ograđuju se zajedničkom ogradom. Granica I zaštitne zone za ove objekte, obuhvata pojas širine 50m oko ovih objekata.

Bunari IB1 KB10, laguna Lužani 2 i Infiltracioni kanal Lužani ograđuju se zajedničkom ogradom.

Bunari MB1, MB2, MB3, MB4, MB12, MB7, MB8 MB9, MB13, MB10 i MB11 ograđuju se svaki pojedinačno.

Bunari AB1, AB2, AB3, AB4 , MB6 i Laguna Bačevo ograđuju se zajedničkom ogradom.

Bunari AB5, MB5 i Infiltracioni kanal Bačevo ograđuju se zajedničkom ogradom.

Pristup I zaštitnoj zoni izvorišta dozvoljen je samo ovlaštenim osobama, i to:

- zaposlenicima koje odredi komunalno/javno preduzeće koje upravlja vodnim objektima, uključujući osobe koje stalno ili povremeno rade na objektima unutar ove zone;
- nadležnim inspekcijским organima u toku vršenja redovnih ili vanrednih kontrola izvorišnog prostora;
- ostalim licima, ali samo uz posebno odobrenje komunalnog/javnog preduzeća koje upravlja vodnim objektima.

Sva navedena lica moraju posjedovati odgovarajuće propusnice kako bi mogla pristupiti unutar prostora I zaštitne zone. Vrste propusnica i uslovi njihovog izdavanja utvrđeni su općim aktima komunalnog/javnog preduzeća.

Unutar područja I zaštitne zone nije dozvoljeno odvijanje bilo kakvih aktivnosti, osim onih vezanih za pružanje usluga vodosnabdijevanja, a koje se odnose na normalan rad i održavanje sistema za vodosnabdijevanje. Ove aktivnosti se moraju odvijati na način da ne dođe do štetnih uticaja na izvorište. Ova zaštita mora se osigurati odgovarajućim projektnim rješenjima, kvalitetom izvođenja i održavanja objekata i odgovarajućim procedurama rada na izvorištu.

Dakle, prolaz preko područja I zaštitne zone onih instalacija koje služe za rad objekata izvan ovoga područja, nije dopušten. Instalacije koje se nalaze na području ove zaštitne zone u toku eksploatacije potrebno je pravilno održavati, kako ne bi došlo do ugrožavanja izvorišta.

Područje I zaštitne zone izvorišta mora biti na odgovarajući način obilježeno, kako bi građanstvo moglo znati da je pristup ovoj zoni izričito zabranjen. Tabla kojom se obilježava I zaštitna zona mora biti postavljena kod ulaza u zaštićenu zonu. Na tabli se upisuje upozorenje o strogoj zabrani neovlaštenog pristupa, zatim naziv izvorišta i novo zaštitne zone, naziv preduzeća koja upravljaju objektima, te broj dežurnog telefona za hitne slučajeve.

17.1.3.1.1.2 II I III ZAŠTITNA ZONA

Da bi se održao postojeći stepen zaštite, II i III zona zaštite se tretiraju kao jedinstvena zona i za nju se propisuje stroge zabrane i ograničenja.

Prema članu 6., stav 8., Pravilnika područje III zone određuje se na bazi 50-dnevnog tečenja podzemne vode.

II i III zona na području Konaci- Bačevo obuhvata područje na potezu od vodotoka Bosna do vodotoka VečERICA, određenog na bazi 50-dnevnog toka podzemne vode do ulaska u vodozahvatni objekat, izuzimajući prostor određen I zaštitnom zonom za pripadajuće objekte na tom lokalitetu.

Područje II i III zaštitne zone obuhvata prostor od granice I zaštitne do vanjske granice II i III zaštitne zone.

II i III zaštitna zona Sokolovići

II i III zaštitna zona Sokolovići sa zapadne strane ide granicom između parcela k. č. br.2650/23 i 2650/4 istočno od parcele k. č. br.2650/105, dalje ide granicom između parcela k. č. br.2634/2 i 2634/7, 2633/2 i 2633/9, 2628/1 i 2628/3, 2627/1 i 2627/3, 2627/2 i 2627/4, 2626/1 i 2626/2, 2608/2 i 2608/10, 2603/1 i 2603/3, 3207/1 i 3297/2, 2570/1 i 2570/3, 2686/1 i 2685/2, 2687/1 i 2687/2, 2690/2 i 2690/3, 2691/2 i 2691/3, 2691/2 i 2567/20, 2694/2 i 2563/13, 2695/2 i 2563/13, presijeca parcele k. č. br.2566/2 i 2565/2 do tačke presjecišta parcela k. č. br.2665/2 i 2703, dalje ide granicom između parcela k. č. br.2565/2 i 2703, 2703 i 2702, 2702 i 2725, 2702 i 2726, 2701 i 2727, 2700 i 2728, 2699 i 2728, 2699 i 2729, 2733 i 2729, 2733 i 2732/1, 2772 i 2732/1, 2770 i 2733, 2778 i 2733, 2769 i 2734, 2768 i 2738, 2738 i 2739, presijeca parcelu k. č. br.2739 u pravcu presjecišta parcela k. č. br.2756 i 2755, dalje ide granicom između parcela k. č. br.2756 i 2755, presijeca parcele k. č. br.2754 i 2753 u pravcu presjecišta parcela k. č. br.2751 i 2752, dalje ide granicom između parcela k. č. br.2751 i 2752, 2752 i 2749, 2749 i 2746, 2748 i 2747, presijeca parcelu k. č. br.3206 u pravcu ka parceli k. č. br.3185, dalje ide granicom između parcela k. č. br.3185 i 3206, 3185 i 3184, 3185 i 3183, 3185 i 3182, 3185 i 3181, 3185 i 3180, 3187 i 3179, 3188 i 3178, 3188 i 3189 do ulice Put Famosa, dalje ide ul. Put Famosa u pravcu jugoistoka do presjecišta parcele k. č. br. 3007/2 i kanala. dalje ide lijevom stranom kanala u pravcu sjevera do lijeve obale rijeke Željeznice na parceli k. č. br. 2902, dalje ide lijevom obalom rijeke Željeznice u pravcu zapada, presijeca parcelu k. č. br. 2902 do presjecišta parcela k. č. br.2894 i 2897, dalje ide granicom između parcela k. č. br.2894 i 2897, 2897 i 2882/1, duž granice parcele k. č. br. 2882/1 u dužini oko 500m, presijeca parcele k. č. br.2882/2, 2880, 2877, 2876, 2875, 2874, 2873,2872, 2871, 2870, 2869, 2868, 2867, 2866, 2865/2,2865/1, 2864,2863 u pravcu tačke presjecišta parcela k. č. br.2660,2661 i 2863, presijeca parcelu k. č. br.2660 do granice između parcela k. č. br.2660 i 2650/1 na udaljenosti od oko 310m od presjecišta parcela k. č. br.2660, 2659 i 2650/1, dalje ide granicom između parcela k. č. br.2659 i 2650/1, 2658 i 2650/1, 2657 i 2650/1, 2656 i 2650/1, presijeca parcele k. č. br.2650/1 i 2650/23 do granice parcela k. č. br.2650/23 i 2650/4 istočno od parcele k. č. br.2650/105.

II i III zona Bačevo

II i III zaštitna zona izvorišta Bačevo ide od desne obale r. Bosne kod Rimskog mosta duž pristupnog puta u dužini od oko 45m. do presjecišta parcela k. č. br.255 i 253, dalje ide granicom između parcela k. č. br.255 i 253, 254 i 253, presijeca parcelu k. č. br. 1751, dalje ide granicom između parcela k. č. br.274 i 275, presijeca parcelu k. č. br. 276, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 280 i 276, 280 i 277, 278 i 277, u dužini oko 32m, presijeca parcele k. č. br. 278 u pravcu tačke presjecišta parcela k. č. br.278, 1207 i 1206, dalje ide granicom između parcela k. č. br.1207 i 1206, 1208 i 1206, 1208 i 1204, 1208 i 1198/2, dalje ide granicom između parcela k. č. br.1208 i 1197/2 u dužini oko 20m, presijeca parcele k. č. br.1197/2, 1196/2, 1195/2, 1194/2 u pravcu jugoistoka do tačke presjecišta parcela k. č. br. 1194/2, 1187 i 1189, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 1187 i 1189, 1189 i 1190, 1192 i 1190, 1192 i 1191, 1192 i 1236, 1193 i 1235, 1212 i 1235, 1212

i 1234, 1213 i 1234, 1213 i 1233, 1231 i 1233, 1231 i 1232, 1248/1 i 1241, 1248/1 i 1243/1, 1247 i 1243/1, 1247 i 1242, 1246 i 1244 do Lužanskog puta, u pravcu jugoistoka presijeca Lužanski put do granice parcele k. č. br.1307, dalje ide u pravcu sjeveroistoka duž Lužanskog puta do tačke presjecišta parcela k. č. br.1309 i 1316, te nastavlja granicom između parcela 1309 i 1316, 1314 i 1316, 1314 i 1320/7, 1314 i 1331/2, 1313 i 1331/2, 1312 i 1331/2, 1311 i 1331/2, 1305 i 1331/2, 1304 i 1331/2, 1304 i 1303, presijeca parcelu k. č. br. 1302, do tačke presjecišta parcela k. č. br. 1300, 1301 i 1302, dalje ide granicom između 1301 i 1300, 1300 i 1299, 1299 i 1298, 1299 i 1296, 1297 i 1296, presijeca parcele k. č. br. 1295 i 1294 u pravcu zapada do granicom između parcela k. č. br.1295 i 1289 na udaljenosti od oko 25m. od tačke presjecišta parcela k. č. br.1295, 1289 i 1284, dalje ide granicom između parcela k. č. br.1295 i 1289, 1284 i 1289, 1283/1 i 1289, 1283/1 i 1288, 1283/3 i 1289, do Aleje, dalje ide duž Aleje u pravcu sjeveroistoka u dužini od oko 85m. dalje presijeca Aleju u pravcu juga i ide duž ul. Partizanski put koji je na parceli k. č. br.2098 u dužini od oko 430m. tačke presjecišta parcela k. č. br. 2098, 1238 i 1387, presijeca parcelu k. č. br.1387 u pravcu jugoistoka do tačke presjecišta parcela k. č. br.1321/2 i 1321/3, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 1321/2 i 1321/3, presijeca parcelu k. č. br. 1322/2, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 1322/3 i 1330, 1322/3 i 1772 u dužini od oko 13m. presijeca parcelu k. č. br. 1772 u pravcu jugoistoka do tačke presjecišta parcela k. č. br. 1772, 1333 i 1334, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 1333 i 1334, 1333 i 1336, 1336 i 1338, 1337 i 1338, 1337 i 1339, 1340 i 1339, 1340 i 1341, presijeca parcele k. č. br. 1344/2, 1345/1, 1346/1, 1347/1, 1350 u pravcu jugozapada do tačke presjecišta parcela k. č. br. 1350 i 1353, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 1350 i 1353, presijeca parcelu k. č. br. 1272/1 u pravcu jugozapada do tačke presjecišta parcela k. č. br. 1397 i 1396, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 1397 i 1396, 1397/2 i 1396/3, 1397/2 i 1439, 1438 i 1439, 1438 i 1440, 1438 i 1441, 1438 i 1442, duž granice parcele k. č. br. 1438 u pravcu zapada do presjecišta parcela k. č. br.1438 i 1427/1, dalje u pravcu jugozapada u dužini od oko 20m. do do tačke presjecišta parcela k. č. br.1426 i 1757/1, dalje ide granicom između parcela k. č.1426 i 1757/1 do puta, nastavlja duž puta u pravcu istoka u dužini od oko 8m. presijeca put u pravcu juga do tačke presjecišta parcela k. č. br.1526 i 1519, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 1526 i 1519, 1525 i 1520, 1524 i 1520, 1520 i 1521, 1521 i 1510/1, 1511/2 i 1510/1, 1511/2 i 1507, 1511/2 i 1508, 1511/2 i 1509, 1511/1 i 1509, 1502 i 1509, presijeca parcelu k. č. br. 1493 u pravcu jugoistoka do puta na parceli k. č. br. 1494, dalje u pravcu jugozapada ide granicom parcele k. č. br. 1493 do tačke presjecišta parcela k. č. br. 1494, 1493 i 1495, dalje u pravcu juga presijeca parcelu k. č. br. 1494 do tačke presjecišta parcela k. č. br.1654/4 i 1494, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 1654/4 i 1494, 1654/4 i 1696, 1654/3 i 1696, 1657 i 1696, 1658 i 1696, 1660/1 i 1696, 1659 i 1696, 1676/1 i 1696 do ul. Igmanska cesta, dalje ide granicom između parcele k. č. br. 1676/1 i ul. Igmanska cesta, parcele k. č. br. 1677/3 ul. Igmanska cesta, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 1677/3 i 1678/4, 1677/3 i 1677/2 do tačke presjecišta granice parcele k. č. br. 1677/2 i izohipse 550 m.n.m. dalje u pravcu sjeverozapada ide duž izohipse 550 m.n.m. do tačke na izohipsi 550 koja je udaljena 85m. od poligone tačke 835 u pravcu juga, dalje u pravcu sjevera u dužini od oko 65m. ide do izohipse 500 m.n.m, prati izohipsu 500 m.n.m do poligone tačke 837, dalje u pravcu sjeveroistoka polukružno presijeca parcele k. č. br. 1763, 631, 630, 629 do parcele k. č. br. 627, dalje u pravcu sjeverozapada presijeca parcele k. č. br. 627, 621 u dužini od oko 70m. do presjecišta parcela k. č. br.623 i 624, dalje u pravcu sjeverozapada presijeca parcele k. č. br. 623, 841 u dužini od oko 118m. do puta Vrelo Bosne - Raskršće, presijeca put u pravcu zapad od izohipse 503 m.n.m, dalje u pravcu sjevera ide duž izohipse 503 m.n.m do granice parcele k. č. br. 612/1, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 612/1 i 614 do puta Vrelo Bosne – Raskršće, dalje ide duž granice parcele k. č. br. 612/1 u pravcu sjevera do presjecišta parcela k. č. br. 612/1 i 612/2, presijeca put Vrelo Bosne – Raskršće u pravcu sjeveroistoka, dalje ide ivicom puta Vrelo Bosne – Raskršće u pravcu sjevera do presjecišta parcela k. č. br.620 i 619, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 620 i 619 u dužini od oko 40m. do izohipse 494 m.n.m, dalje u pravcu sjevera ide duž izohipse 494 m.n.m do granice parcele k. č. br. 619 u dužini oko 50m. dalje u pravcu sjeveroistoka presijeca parcelu k. č. br.619, p.Tulek, parcele k. č. br.591, 588/1, 588/2, 568, 566/2 do presjecišta parcela k. č. br. 566/2, 565 i 561, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 565 i 561, 565 i 563, 562 i 563, u dužini oko 45m. dalje u pravcu sjeveroistoka presijeca parcele k. č. br.562, 553, 558, 556, 552/1, 548, do presjecišta parcela k. č. br. 547, 548 i 549, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 547 i 549, 545 i 549, 545 i 544, 543 i 541, 543 i 542 u dužini oko 30m. dalje u pravcu sjeveroistoka presijeca parcele k. č. br.542, 507, 505 do presjecišta parcela k. č. br. 505, 502 i 503, dalje ide granicom između parcela k.

č. br. 502 i 503, 502 i 504, 504 i 479 u dužini od oko 28m. u pravcu jugoistoka, presijeca parcele k. č. br.479 i 474 do presjecišta parcela k. č. br. 474 i 475, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 474 i 475, 474 i 471, 471 i 472 u dužini oko 33m. presijeca parcelu k. č. br.471 u pravcu jugoistoka do granice parcela k. č. br.470 i 471, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 470 i 471 u dužini oko 48m. presijeca parcelu k. č. br.470 u pravcu jugoistoka do granicom parcela k. č. br.470 i 469, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 470 i 469 u dužini oko 30m. presijeca parceleu k. č. br.469 i 466/1 u pravcu sjeveroistoka do presjecišta parcela k. č. br.464, 465/1 i 466/1, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 464 i 465/1, 454/1 i 465/1 u dužini oko 28m. presijeca parcele k. č. br. 454/1, 452/4, 452/3, 452/2, 452/1, 447, 445/1, 443, 438/1, 436, 435/1, 432, 430/1, 107/1, 108/1, 112/1,114/1, 119/1, 121/2, 122/2, 123/2, 125 u pravcu jugoistoka do granice parcela k. č. br.125 i 130/1, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 125 i 130/1, 130/1 i 130/2, 131/2 i 131/3, 133/1 i 133/2, 134/2 i 134/3, 135/1 i 235/2, 135/1 i 139/1, 138 i 139/1, presijeca parcele k. č. br. 140/2, 141/2, 202/2, u pravcu jugoistoka do granice parcela k. č. br. 202/1 i 202/2, ide granicom između parcela k. č. br. 202/1 i 202/2u dužini oko 22m. presijeca parcele k. č. br. 202/1, 205, 221, u pravcu sjeveroistoka do granice parcela k. č. br. 221 i 222, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 221 i 222 do lijeve obale r. Bosna, presijeca r.Bosna u pravcu jugoistoka do presjecišta parcela k. č. br.339 i 259. na desnoj obali r. Bosne, dalje ide desnom obalom r.Bosna u pravcu sjeveroistok do Rimskog mosta.

II i III zona Stup

II i III zaštitna zona izvorišta Stup sa zapadne strane ide željezničkog mosta na pruzi Ploče-Sarajevo sa lijeve obale r. Dobrinje duž pružnog nasipa u dužini od oko 515m. do istočne granice parcele k. č. br.1576/4, dalje u pravcu juga presijeca željezničku prugu, parcele k. č. br.489, 490/1, 491/1, 495/1 do granice između parcela k. č. br.495/1 i 478/1 na udaljenosti od oko 15m. od presjecišta parcela k. č. br.495/1, 478/1 i 478/12, dalje u pravcu jugoistok presijeca parcele k. č. br.478/1 do granice između parcela k. č. br.478/1i 478/12 na udaljenosti od oko 20m. od presjecišta parcela k. č. br.495/1, 478/1 i 478/12, dalje ide granicom između parcela k. č. br.478/1 i 478/12, 478/1 i 478/9, 478/1 i 480/6, 478/1 i 480/7, 478/1 i 483/7, 478/1 i 602/3, 498/1 i 602/3, 478/1 i 602/4, 602/1 i 602/5, 602/1 i 602/6, duž sjevernoistočne granice parcela 602/1 i 602/7, presijeca parcelu k. č. br. 602/1 u pravcu jugoistok u dužini od oko 130m. duž granice između parcele k. č. br.602/1 i 499 i parcele 602/1 i 503/1 do tačke presjecišta parcela k. č. br.602/1, 503/1 i 518/1, dalje ide granicom između parcela k. č. br.503/1 i 518/1, 503/1 i 518/3, 503/1 i 515, presijeca parcelu k. č. br.503/4 u pravcu sjeveroistok do granice između parcela k. č. br.503/4 i 504, dalje ide granicom između parcela k. č. br.503/4 i 504, 503/5 i 504, 503/2 i 503/6, presijeca parcelu k. č. br.503/6 u pravcu sjeveroistok do granice između parcela k. č. br.503/6 i 504, dalje ide granicom između parcela k. č. br.503/6 i 504, 504 i 505, 505 i 506 do saobraćajnice ul. Sarajevska cesta, dalje ide ivicom saobraćajnice ul. Sarajevska cesta do mosta na r. Dobrinja i dalje u pravcu zapada ide lijevom obalom r. Dobrinja do željezničkog mosta na pruzi Ploče-Sarajevo.

17.1.3.2 VRELO BOSNE PONORI NA PLANINSKOM MASIVU IGMAN-BJELAŠNICA

17.1.3.2.1 ZONE SANITARNE ZAŠTITE

17.1.3.2.1.1 I ZAŠTITNA ZONA (ZONA NAJSTROŽIJEG REŽIMA ZAŠTITE)

Uspostavlja se I zona zaštite za Vrelo Bosne koje se razmatra kao izvorište u kraškoj izdani.

Područje I zaštitne zone obuhvata prostor u radijusu od 50 metara.

Vrelo Bosne

I zaštitna zona obuhvata prostor iznad Vrela Bosne u radijusu od 50 m.

Ponori

Uspostavlja se zaštitna zona u pojasu od 50 m oko ponora na planinskom masivu Igman-Bjelašnica.

17.1.3.2.1.2 II ZAŠTITNA ZONA

II zaštitna zona Vrela Bosne od poligone tačke 837 ide u pravcu jugozapada ide do izohipse 500m.n.m., dalje u pravcu zapada prati izohipsu 500m.n.m. dužini od oko 90m., nastavlja duž izohipse 510m.n.m. u dužini od oko 130m., dalje u pravcu sjevera preko poligone tačke 837 presijeca put i ide do objekta bunara, dalje ide u pravcu sjeverozapada presijeca put, nastavlja u pravcu sjeverozapada presijeca parcele k. č. br. 640, 614, 615, 616, 617, 610, 604, 602 do izohipse 550m.n.m., dalje u pravcu zapada u dužini od oko 515m. ide do izohipse 850 m.n.m. u neposrednoj blizini kote 829, dalje ide u pravcu jugozapada do kote 1246m.n.m. u rejonu Golo brdo, nastavlja u pravcu jugozapada do kote 1180m.n.m. u rejonu Obeljak, dalje u pravcu jugoistoka u dužini od oko 520m. ide do tačke presjecišta puta i izohipse 1050m.n.m., nastavlja u pravcu juga do izohipse 1130 m.n.m. sjeverno od kote 935m.n.m. u rejonu Čaire, dalje u pravcu jugoistoka u dužini od oko 260m. ide do raskrsnice put i šumskog puta, nastavlja duž šumskog puta u dužini od oko 430m., dalje u pravcu jugoistoka u dužini od oko 410m. ide do puta, presijeca put i nastavlja u istom pravcu do izohipse 1050 m.n.m., dalje u pravcu istoka u dužini od oko 580m. ide do puta, presijeca put južno do kote 1149m.n.m., nastavlja u pravcu istoka do izohipse 1210 m.n.m., dalje u pravcu jugoistoka u dužini od oko 280m. ide do izohipse 1220m.n.m. južno do kote 1238m.n.m. u rejonu Polom, dalje u pravcu sjeveroistoka u dužini od oko 480m. ide do izohipse 1130 m.n.m. sjeverozapadno do kote 1127m.n.m., dalje ide u pravcu sjevera pored kote 933m.n.m. u dužini od oko 1900m. do izohipse 500m.n.m. na sjevernoj strani puta Aleja, dalje u pravcu zapada prati izohipsu 500m.n.m. dužini od oko 170m. do poligone tačke 837.

17.1.3.2.1.3 III ZAŠTITNA ZONA

III zaštitna zona Vrela Bosne od kote 1180m.n.m. u rejonu Obeljak ide u pravcu jugozapada u dužini od oko 540m. do izohipse 960m.n.m., dalje u pravcu juga u dužini od oko 500m. ide do izohipse 780m.n.m. koja je udaljena 475m sjeverno od kote 935 u rejonu Čaira, dalje ide u pravcu jugozapada, na udaljenosti od oko 520m. presijeca izohipsu 750m.n.m. u rejonu Javor, nastavlja u pravcu jugozapada od neposredne blizine kote 780m.n.m. u rejonu Podbrezje, obilazi uzvišenja Lisnici i Komic do izohipse 500m.n.m. u rejonu Smodule, dalje u

pravcu juga preko rejonu Strmenita Ljubica između kota 1450m.n.m. V. Omar, 1463m.n.m. Lokvansko br., 1482m.n.m. Čelebin vrh ide od puta u rejonu Rajčevica, dalje u pravcu jugozapada ide između kota 1456m.n.m. u rejonu Rajčevica, 1479m.n.m. u rejonu Rupe, preko kote 1717m.n.m. u rejonu Šljemensko brdo do kote 1754m.n.m. u rejonu Šljemensko brdo, dalje u pravcu juga ide do uzvišenja Crni vrh, nastavlja u pravcu jugoistoka do izohipse 850m.n.m. u rejonu Gornje Mači polje, dalje u pravcu jugozapada preko kote 1854m.n.m. u rejonu Gornje Mači polje ide do kote 1736m.n.m. u neposrednoj blizini Pl.d. Sitnik, dalje u pravcu juga preko rejonu Rupe ide istočno od kote 1776m.n.m. u rejonu Ubojiti do, dalje u pravcu juga nastavlja zapadno od kote 1947m.n.m. u rejonu Vjetreni kuk do kote 1968m.n.m. u rejonu Vjetreno brdo, dalje ide u pravcu jugoistoka u dužini od oko 1350m. do izohipse 1930 m.n.m. u podnožju kote 1986m.n.m. u rejonu Žuljska br., nastavlja u pravcu jugoistoka u dužini od oko 2900m. do izohipse 1515m.n.m. u podnožju kote 1558m.n.m. u rejonu Razašlje, dalje ide u pravcu istoka u dužini od oko 650m. do izohipse 1465 m.n.m. u rejonu G. Rašenovići, nastavlja u pravcu sjeveroistoka u dužini od oko 250m. do šumskog puta, dalje ide u pravcu istoka presijeca put ka G. Rašenovići i nastavlja u pravcu sjeveroistoka u dužini od oko 180m., dalje ide u pravcu jugoistoka u dužini od oko 1490m. do naselja Brda i nastavlja u pravcu istoka u dužini od oko 620m. do raskrsnice šumskih puteva, dalje ide u pravcu sjeveroistoka do naselja Lukavac, nastavlja u pravcu sjevera do izohipse 1600 m.n.m. u podnožju kote 1621m.n.m. u rejonu Katun, dalje ide u pravcu sjeveroistoka do kote 1681m.n.m. u rejonu Javorak i nastavlja u pravcu sjeveroistoka u dužini od oko 220m., dalje ide u pravcu sjeverozapada do kote 2067m.n.m. u rejonu Bjelašnica, nastavlja u pravcu sjeverozapada preko kote 2056m.n.m. do izohipse 2045m.n.m., dalje ide u pravcu sjeveroistoka između udolina Veliki do i Kotlovi od kote 1594m.n.m. u rejonu Crni vrh, dalje u pravcu sjeverozapada ide preko rejonu Ravna vala do izohipse 1495m.n.m. sjeveroistočno od kote 1509m.n.m. u rejonu Javorska kosa, dalje ide u pravcu sjevera preko rejonu Vučije dole do kote 1257m.n.m. u rejonu Naplavci, nastavlja u pravcu sjeveroistoka preko kote 1421m.n.m. u rejonu Javor br. do kote 1489m.n.m. u rejonu Rađi vrat, dalje ide u pravcu sjeverozapada do kote 1396m.n.m. u rejonu Kovački stan, nastavlja u pravcu sjeveroistoka do izohipse 1240m.n.m. koja je udaljena 265m jugoistočno od kote 1244m.n.m. u rejonu Š.kč. Ravni, nastavlja u pravcu sjevera u dužini od oko 1250m. ide do izohipse 1130 m.n.m. sjeverozapadno do kote 1127m.n.m, dalje u pravcu jugozapada u dužini od oko 480m. ide do izohipse 1220 m.n.m. južno do kote 1238m.n.m. u rejonu Polom, dalje u pravcu sjeverozapada u dužini od oko 280m. ide do izohipse 1210 m.n.m., dalje u pravcu zapada u dužini od oko 230m. ide do puta , presijeca put južno do kote 1149m.n.m., nastavlja u istom pravcu u dužini od oko 580m do izohipse 1050 m.n.m, dalje u pravcu sjeverozapada u dužini od oko 100m. ide do puta, presijeca put i nastavlja u istom pravcu do šumskog puta, dalje u pravcu jugozapada ide duž šumskog puta u dužini od oko 430m. do raskrsnice šumskog puta i puta, dalje u pravcu sjeverozapada u dužini od oko 260m ide do izohipse 1130m.n.m. sjeverno od kote 935m.n.m. u rejonu Čaire, dalje u pravcu sjevera u dužini od oko 260m. ide do tačke presjecišta puta i izohipse 1050m.n.m., nastavlja u pravcu sjevera do kote 1180m.n.m. u rejonu Obeljak.

17.1.3.3 OTVORENI VODOTOK BOSNA, ŽELJEZNICA I VEČERICA

17.1.3.3.1 ZONE SANITARNE ZAŠTITE

17.1.3.3.1.1 I ZAŠTITNA ZONA (ZONA NAJSTROŽIJEG REŽIMA ZAŠTITE)

Kao što je u uvodu rečeno, u slučaju izvorišta Sarajevsko polje dio izvorišta se razmatra kao izvorište podzemnih voda u izdanima intergranularne poroznosti, a djelomično kao izvorište sa zahvatom površinskih voda, te dio izvorišta koje gravitira od vodotoka Bosne i Večerice prema planinskom masivu Igmana i Bjelašnice kao izvorište podzemnih voda u kraškim izdanima.

U skladu sa članom 8., Pravilnika granica I zaštitne zone predstavlja liniju udaljenu najmanje 25 metara od vanjskih kontura vodozahvatnog područja. Ovim projektom je predložena udaljenost 50 m.

Uspostavlja se I zaštitna zona na području Sarajevskog polja koje se razmatra kao izvoriste sa zahvatom površinskih voda na vodotoku Bosna,

I Zahvat na otvorenom vodotoku Bosna

I zaštitna zona na vodotoku Bosna obuhvata područje u radijusu od 50 metara oko vodozahvata i područje u radijusu 50 metara oko filter stanice Bosna.

17.1.3.3.1.2 II I III ZAŠTITNA ZONA (ZONA OGRANIČENOG REŽIMA ZAŠTITE)

Infiltraciono područje Željeznica

Granica II i III zone infiltracionog područja r. Željeznica ide od tačke na desnoj obali r. Željeznica koja se nalazi na udaljenosti od 55m. sjeverozapadno od poligone tačke 339 duž granice parcele k. č. br.1588, dalje ide desnom obalom r. Željeznicom u pravcu jugoistoka u dužini od oko 160m. do neposredne blizine poligone tačke 667, presijeca parcelu k. č. br.1733/1 u pravcu juga, dalje presijeca parcelu k. č. br.1733 u pravcu juga u dužini od oko 650m. do neposredne blizine poligone tačke 623, dalje presijeca parcelu k. č. br.1733 u pravcu jugoistoka u dužini od oko 790m. do tačke presjecišta parcela k. č. br. 1733 i 1879, presijeca parcelu k. č. br.1879 u pravcu jugoistoka u dužini od oko 515m. do tačke presjecišta parcela k. č. br. 1879 i 1988, presijeca parcelu k. č. br.1988 u pravcu istoka do tačke presjecišta parcela k. č. br. 1988, 1904 i 1306, presijeca parcelu k. č. br.1306 u pravcu istoka do tačke presjecišta parcela k. č. br. 1306 i 1307, dalje u pravcu sjeveroistoka presijeca parcelu k. č. br.1307, dalje u pravcu sjeveroistoka presijeca parcelu k. č. br.1303 u dužini od oko 88m. dalje u dužini od oko 190m u pravcu juga presijeca parcele k. č. br. 1314, dalje u pravcu sjeverozapada presijeca r. Željeznicu do lijeve obale na parceli k. č. br.46/2, dalje u pravcu zapada u dužini od oko 825m. ide lijevom obalom r. Željeznice do spoja kanala sa r. Željeznicom na parceli k. č. br. 2902, dalje ide lijevom obalom r. Željeznice u pravcu zapada, presijeca parcelu k. č. br. 2902 do presjecišta parcela k. č. br.2894 i 2897, dalje ide granicom između parcela k. č. br.2894 i 2897, 2897 i 2882/1, duž granice parcele k. č. br. 2882/1 u dužini oko 500m, presijeca parcele k. č. br.2882/2, 2880, 2877, 2876, 2875, 2874, 2873,2872, 2871, 2870, 2869, 2868, 2867, 2866, 2865/2,2865/1, 2864,2863 u pravcu tačke presjecišta parcela k. č. br.2660,2661 i 2863, presijeca parcelu k. č. br.2660 do granice između parcela k. č. br.2660 i 2650/1 na udaljenosti od oko 310m od presjecišta parcela k. č. br.2660, 2659 i 2650/1, dalje ide granicom između parcela k. č. br.2659 i 2650/1, 2658 i 2650/1, 2657 i 2650/1, 2656 i 2650/1, presijeca parcele k. č. br.2650/1 i 2650/23 do granice parcela k. č. br.2650/23 i 2650/4 istočno od parcele k. č. br.2650/105.

Infiltraciono područje VečERICA

Granica II i III zone infiltracionog područja r. VečERICA ide od tačke presjecišta parcela k. č. br. 1339, 1341 i 1433/1, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 1340 i 1341, presijeca parcele k. č. br. 1344/2, 1345/1, 1346/1, 1347/1, 1350 u pravcu jugozapada do tačke presjecišta parcela k. č. br. 1350 i 1353, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 1350 i 1353, presijeca parcelu k. č. br. 1272/1 u pravcu jugozapada do tačke presjecišta parcela k. č. br. 1397 i 1396, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 1397 i 1396, 1397/2 i 1396/3, 1397/2 i 1439, 1438 i 1439, 1438 i 1440, 1438 i 1441, 1438 i 1442, duž granice parcele k. č. br. 1438 u pravcu zapada do

presjecišta parcela k. č. br.1438 i 1427/1, dalje u pravcu jugozapada u dužini od oko 20m. do tačke presjecišta parcela k. č. br.1426 i 1757/1, dalje ide granicom između parcela k. č.1426 i 1757/1 do puta, nastavlja duž puta u pravcu istoka u dužini od oko 8m. presijeca put u pravcu juga do tačke presjecišta parcela k. č. br.1526 i 1519, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 1526 i 1519, 1525 i 1520, 1524 i 1520, 1520 i 1521, 1521 i 1510/1, 1511/2 i 1510/1, 1511/2 i 1507, 1511/2 i 1508, 1511/2 i 1509, 1511/1 i 1509, 1502 i 1509, presijeca parcelu k č. br. 1493 u pravcu jugoistoka do puta na parceli k. č. br. 1494, dalje u pravcu jugozapada ide granicom parcele k. č. br. 1494 u dužini od oko 20m. presijeca put u pravcu jugoistoka do tačke presjecišta parcela k. č. br. 1710 i 1703, dalje ide granicom između parcela k. č. br.1713 i 1714/2, 1716 i 1714/2, 1716 i 1717, 1717 i 1719, 1719 i 1720,1 719 i 1723/1, 1723/1 i 1722, 1723/1 i 1724, 1724 i 1725, 1726 i 1727/1, 1726 i 1729/2, 1728 i 1729/2,1730 i 172829/2 u dužini od oko 7m. presijeca parcele k č. br. 1730 i 1732 u pravcu jugoistoka do granice parcele k. č. br. 1734, dalje u pravcu sjeveroistoka ide granicom između parcela k. č. br. 1732 i 1734, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 1733 i 1734, presijeca parcele k č. br. 1736 i Igmanšku cestu u pravcu jugoistoka do granice parcela k. č. br. 146, dalje u pravcu jugozapada ide granicom parcele k. č. br. 146 u dužini od oko 4m. dalje ide granicom između parcela k. č. br. 146 i 148, 148 i 145, 145 i 144, 143/1 i 143/2,143/1 i 139, do tačke presjecišta parcela k. č. br.143/1,142 i 139, presijeca parcelu k č. br. 139 u pravcu juga do granice parcele k. č. br.135/3, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 135/3 i 139, 135/1 i 139, 135/1 i 158, 159/2 i 158, 159/2 i 159/1, 159/2 i 161/1, 160/2 i 160/1, presijeca parcelu k č. br. 160/3 u pravcu jugozapada do granice parcele k. č. br. 160/3, dalje u pravcu jugoistoka ide granicom parcele k. č. br. 160/3 u dužini od oko 19m. presijeca parcelu k č. br. 139 u pravcu jugozapada, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 168/2 i 163, 163 i 164, dalje u pravcu sjeveroistoka ide granicom parcele k. č. br. 202 u dužini od oko 5m. do izohipse 520m.n.m. dalje presijeca parcele k č. br. 202 i 201 u pravcu juga duž izohipse 520m.n.m do granice parcele k. č. br.200, dalje presijeca parcele k č. br. 200, 199, 211, 212,214 i 215 u pravcu jugoistoka do tačke presjecišta parcela k. č. br.215, 216 i 216/1, dalje ide granicom između parcela k. č. br.215 i 216 u dužini od oko 13.5m. do izohipse 509m.n.m. dalje u pravcu juga presijeca parcele k č. br. 216 duž izohipse 509m.n.m. u dužini od oko 12m. dalje u pravcu istoka ide do granice parcele k. č. br.218/3, nastavlja granicom između parcela k. č. br. 216 i 218/3, 218/2 i 218/3, 218/1 i 218/2 presijeca parcelu k č. br. 709 u pravcu jugoistoka do granice parcele k. č. br.696, dalje ide granicom parcele k. č. br. 696 do granice parcele k. č. br. 699, presijeca parcele k č. br. 699,700/2,706 u pravcu jugoistoka duž izohipse 505m.n.m. u dužini od oko 46m.do granice parcele k. č. br.703, dalje u pravcu jugozapada u dužini od oko 12m. ide do izohipse 509m.n.m. dalje u pravcu jugoistoka ide duž izohipse 509m.n.m. u dužini od oko 20m. do granice parcele k. č. br.713, dalje u pravcu jugozapada ide granicom između parcela k. č. br. 706 i 713, nastavlja granicom između parcela k. č. br. 713 i 712, 714 i 712, 715 i 712, 716 i 712, 717 i 712, 718 i 712, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 718 i 720 u dužini od oko 9m., dalje presijeca parcele k č. br. 720 i 721 u pravcu jugoistoka do granice parcele k. č. br.725/1, dalje u pravcu juga presijeca parcele k č. br. 725/1, 725/2, 725/3, 725/x duž izohipse 525m.n.m do granice parcele k. č. br.725/x, dalje u pravcu sjeveroistoka ide granicom između parcela k. č. br. 725/x i 726/5 u dužini od oko 12m. do izohipse 510m.n.m. dalje u pravcu jugoistoka presijeca parcele k č. br. 726/5, 726/6, 726/1, 729/1, 729/2, 730/1 duž izohipse 510m.n.m. u dužini od oko 55m. do granice parcele k. č. br.730/4, presijeca parcelu k č. br.730/4 do tačke presjecišta parcela k. č. br. 730/4, 731/4 i 731/7, nastavlja granicom između parcela k. č. br.731/7 i 730/6, 731/7 i 730/7, 731/7 i 730/8, 731/9 i 730/8, 734/35 i 734/36, presijeca parcelu k č. br. 734/31 do tačke presjecišta parcela k. č. br. 734/31, 734/32 i 734/33, dalje u pravcu sjeveroistoka ide granicom između parcela k. č. br. 734/31 i 734/33, presijeca parcelu k č. br. 734/2 do granice parcele k. č. br. 732/2, dalje ide granicom parcele k. č. br. 734/31 i 732/2, 749 i 758/2, 749 i 756, 756 i 755/1, 2371 i 755/1, 2371 i 755/3, 2371 i 754/2, dalje u pravcu jugozapada ide granicom između parcela k. č. br. 754/2 i 752 u dužini od oko 25m. dalje presijeca parcele k č. br. 752, 753 i 747 u pravcu jugoistoka do granice parcele k. č. br. 746, dalje u pravcu jugoistoka ide granicom između parcela k. č. br. 746 i 747, nastavlja granicom između parcela k. č. br. 746 i 934, do puta Stari drum, nastavlja duž puta u pravcu jugoistoka do poligone tačke 1082, dalje u pravcu jugozapada ide granicom parcele k. č. br.928, nastavlja granicom između parcela k. č. br.928 i 940/7, 925 i 940/7, 940/7 i 924/1, dalje u pravcu jugoistoka ide granicom parcela k. č. br. 924/1, 924/2, 921, presijeca parcelu k č. br. 944 do tačke presjecišta parcela k. č. br. 952/5 i 952/4, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 952/5 i 952/4 u

dužini od oko 12m. dalje presijeca parcele k.č. br. 952/4, 917/1, 917/2, 916, 915/5, 915/4, 915, 915/1, 905/2, nastavlja u pravcu jugoistoka granicom parcela k.č. br.892/2, 894/2, dalje u pravcu jugoistoka ide granicom između parcela k.č. br. 895/2 i 895/1, 895/1 i 896, 896 i 890, 883 i 828, 883 i 870, nastavlja u pravcu jugoistoka granicom parcela k.č. br.881, 880, 1033, do tačke presjecišta parcela k.č. br.1033, 1037 i 1036, dalje u pravcu juga ide granicom parcela k.č. br.1033, 1031, 1030/3, 1030/2 do ul.Hrasnička Cesta, nastavlja duž puta u pravcu jugoistoka u dužini od oko 32m. dalje u pravcu juga presijeca ul.Hrasnička Cesta i parcelu k.č. br.1088 do tačke presjecišta parcela k.č. br. 1088 i 1089, dalje ide granicom između parcela k.č. br. 1088 i 1089, 1088 i 1087, 1080 i 1089, dalje u pravcu juga presijeca parcelu k.č. br.1080, nastavlja granicom između parcela k.č. br. 1080 i 1081 do tačke presjecišta parcela k.č. br.1074,1080 i 1081, dalje u pravcu jugozapada presijeca parcele k.č. br. 1081, 1072, 1111 do izohipse 520m.n.m., dalje u pravcu jugoistoka presijeca parcele k.č. br. 1111, 1112, 1137, duž izohipse 520m.n.m. u dužini od oko 115m. dalje u pravcu sjevera u dužini od oko 25m. ide do granice parcele k.č. br.1160, dalje pravcu istoka ide granicom parcele k.č. br. 1160 , u dužini od oko 25m. dalje u pravcu sjeveroistoka ide granicom parcela k.č. br.1161, 1162, 1165, 1164 do lijeve obale p.Bunica, presijeca p.Bunica u pravcu sjeverozapada do tačke presjecišta parcela k.č. br.1194 i 1197, dalje ide granicom između parcela k.č. br.1194 i 1197, 1197/1 i 1195/2, 1218 i 1197/1, 1216 i 1197/1, 1216 i 1215, presijeca parcelu k.č. br.1215 do granice parcele k.č. br. 1213, dalje ide granicom između parcela k.č. br.1215 i 1213 u dužini od oko 11m. dalje u pravcu sjeverozapada presijeca parcele k.č. br.1213 do tačke presjecišta parcela k.č. br. 1213, 1210 i 1209, dalje ide granicom između parcela k.č. br.1210 i 1209, dalje u pravcu sjeverozapada presijeca put Stari drum do tačke presjecišta parcela k.č. br.853 i 860, dalje u pravcu sjeveroistoka ide duž granice parcele k.č. br. 853 do raskrsnice ulica Stari drum i Hrasnička cesta, nastavlja u pravcu sjeverozapada ivicom ul. Stari drum u dužini od oko 290m. do tačke presjecišta parcela k.č. br. 548, 819 i 818, dalje u pravcu jugozapada ide granicom između parcela k.č. br. 819 i 818 u dužini od oko 24m., presijeca parcelu k.č. br.818 do tačke presjecišta parcela k.č. br. 818, 817 i 816, dalje ide granicom između parcela k.č. br.817 i 816,815 i 792, 812 i 792, 812 i 793,811 i 793, 810 i 793, 810 i 795, 809 i 795, 808 i 795, 807 i 797, 807 i 806, 806 i 2362, 605 i 236 u dužini od oko 10m., presijeca parcelu k.č. br.2362 u pravcu sjeverozapada do tačke presjecišta parcela k.č. br.2362, 623 i 625/1, dalje ide granicom između parcela k.č. br.623 i 625/1, 624 i 625/1, 608 i 625/1, 604/2 i 625/2, 604/2 i 625/1, 607 i 625/1, dalje u pravcu sjeverozapada presijeca parcele k.č. br. 630, 631, do tačke presjecišta parcela k.č. br.631, 634 i 635, dalje ide granicom između parcela k.č. br.634 i 635, 634 i 639 u dužini od oko 12m., dalje u pravcu sjeverozapada presijeca parcele k.č. br. 639, 640/1, 643, 645/1, 646, 650/20 do granice parcele k.č. br. 650/21, dalje u pravcu jugozapada ide granicom između parcela k.č. br. 650/20 i 650/21, 2363 i 2363/2, dalje u pravcu sjeverozapada ide duž granice parcele k.č. br. 2363/2 do tačke presjecišta parcela k.č. br. 2363/2, 664/2 i 665, dalje ide granicom između parcela k.č. br. 664/2 i 665, 665 i 666, 667 i 668, 667 i 669, nastavlja u pravcu sjeverozapada duž granice parcela k.č. br.669, 671, 673, 675, 677 do granice parcele k.č. br. 678, dalje u pravcu sjeveroistoka presijeca parcelu k.č. br.2363 do granice parcele k.č. br. 327, nastavlja u pravcu sjeverozapada duž granice parcela k.č. br.2363 do granice parcele k.č. br. 235, dalje u pravcu sjevera ide duž granice parcele k.č. br.235 do tačke presjecišta parcela k.č. br.235, 236 i 237, dalje ide granicom između parcela k.č. br.236 i 237 do granice parcele k.č. br.234/1, dalje u pravcu sjeveroistoka presijeca parcelu k.č. br.237 do tačke presjecišta parcela k.č. br.237, 241 i 238, dalje ide granicom između parcela k.č. br.241 i 238, dalje u pravcu sjeverozapada presijeca parcele k.č. br. 239, 240, 229, 223, 221/1, 220, 117/3 do granice parcele k.č. br.118/2, dalje u pravcu sjeveroistoka ide granicom između parcela k.č. br.117/3 i 118/2 u dužini od oko 14m., dalje u pravcu sjeverozapada presijeca parcelu k.č. br.118/2 do granice parcele k.č. br.109, dalje u pravcu jugozapada ide granicom između parcela k.č. br.109 i 118/2, nastavlja granicom između parcela k.č. br. 109 i 108/2, 109 i 108/1, 103 i 106, 106 i 105 u dužini od oko 5m., dalje u pravcu sjeverozapada presijeca parcele k.č. br.105, 130, 101 do granice parcele k.č. br.99, dalje u pravcu jugozapada ide granicom između parcela k.č. br.99 i 130, nastavlja granicom između parcela k.č. br.99 i 98, 99 i 91/2 u dužini od oko 12m.,dalje u pravcu sjeverozapada presijeca parcele k.č. br.91/2, 97/2 do tačke presjecišta parcela k.č. br.97/2, 97/1 i 96, nastavlja granicom između parcela k.č. br.97/1 i 96, 96 i 79/1, 95 i 79/1, 80 i 79/1, 80 i 79/2, 80 i 77, 77 i 78, 76 i 75, 76 i 70, 2363 i 70, 2363 i 69, 2363 i 66, 2363 i 61, 61 i 59, dalje u pravcu sjeverozapada presijeca parcelu k.č. br. 59 do granice parcele k.č. br.38, nastavlja u pravcu sjeveroistoka granicom između parcela k.č. br.59 i 38, dalje ide granicom između parcela k.č. br.38 i 41, dalje u

pravcu sjeverozapada presijeca put do granice parcele k. č. br.34/3, nastavlja u pravcu sjevera duž granice parcela k. č. br.34/3, 34/2, 33/2, 33/1, 32, 30, 29, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 29 i 27, 27 i 16/1, 25 i 16/1, 20 i 16/1, 17 i 16/1, nastavlja u pravcu sjeverozapada granicom parcele k. č. br.16/1 u dužini od oko 17m., dalje u pravcu sjeverozapada presijeca put do tačke presjecišta parcela k. č. br.13/1 i 13/2, dalje ide granicom između parcela k. č. br. 13/1 i 13/2, 13/1 i 8, 8 i 10, dalje u pravcu sjeverozapada presijeca parcelu k. č. br. 1 i ul. Igmanska cesta do tačke presjecišta parcela k. č. br.1470 i 1467, dalje ide granicom između parcela k. č. br.1470 i 1467, 1477i 1467, 1477i 1469, 1477i 1479, 1479 i 1480, 1479 i 1482/5, 1485 i 1482/5, 1484/1 i 1482/5, 1484/1 i 1482/1, 1484/1 i 1482/2, 1484/1 i 1483/1, 1484/1 i 1484/3, 1484/1 i 1484/2, 1484/1 i 1490/2, 1487 i 1490/2, 1487 i 1489, 1486 i 1489, dalje u pravcu sjevera presijeca put do tačke presjecišta parcela k. č. br.1450 i 1452, nastavlja granicom između parcela k. č. br. 1452 i 1451, 1389 i 1452, 1389 i 1388, 1388 i 1390, dalje u pravcu sjeveroistoka presijeca parcelu k. č. br. 1777 do granice parcele k. č. br.1358, nastavlja u pravcu sjeverozapada granicom parcele k. č. br.1358, dalje ide granicom između parcela k. č. br.1358 i 1357, 1358 i 1350/1, 1349 i 1350/1, 1348 i 1350/1, 1348 i 1347/3, 1346/3 i 1347/3, dalje u pravcu sjeveroistoka presijeca parcelu k. č. br.1346/3 do tačke presjecišta parcela k. č. br.1346/3 i 1345/3, nastavlja granicom između parcela k. č. br.1346/3 i 1345/3, 1346/3 i 1344/3, dalje u pravcu sjeveroistoka presijeca parcelu k. č. br.1706 do granice parcele k. č. br.1702, nastavlja u pravcu sjeverozapada granicom parcela k. č. br. 1706, 1511, 1510, 1508/1 do desne obale r. Večerice, dalje u pravcu sjeverozapada presijeca r. Večericu i parcelu k. č. br. 1506/1, nastavlja u pravcu sjeverozapada granicom između parcela k. č. br.1341 i 1433 od tačke presjecišta parcela k. č. br. 1339, 1341 i 1433/1 gdje završava.

II i III zaštitna zona Bosna

II zaštitna zona rijeke Bosne počinje od presjecišta kote 575 m. n. m. i Točila Bezistan, nastavlja kotom 575 m. n. m. nakon oko 650 m prelazi na kotu 550 m. n. m. i ide dalje spomenutom kotom, nakon 420 m presijeca parcelu k. č. br. 1762, te nastavlja granicama parcela k. č. br. 494 i 493, 492 i 493, 459 i 490, 486 i 487, 482 i 483, prati granicu parcela k. č. br. 482, 479, 478, 79, te granice između parcela 79 i 84, 1763 i 84, presijeca parcelu k. č. br. 1763. Dalje produžava granicama parcela k. č. br. 449, 447, 441, 439, 438/1, 436, 435/1, 432, 431, 104, 105 do puta Sarajevo-Mostar. Dalje ide putem Sarajevo-Mostar do presjecišta parcela k. č. br. 261 i 1282, nastavlja parcelom k. č. br. 1282 do parcele k. č. br. 1751. Od te tačke produžava granicama između parcela k. č. br. 1751 i 251, 1751 i 252 do granice prve zaštitne zone Bačevo.

17.1.3.3.2 IV ZAŠTITNA ZONA (ZONA SA PREVENTIVIM ZABRANAMA I OGRANIČENJIMA)

Hidrogeološki sliv izvorišta proglašava se IV zaštitnom zonom – zonom preventivnih zabrana i ograničenja.

Prostor IV zaštitne zone, koja se uspostavlja oko izvorišta Bačevo – Konaci, Sokolovići i Stup, neposredno u samom polju obuhvata područje izvan granica II i III zaštitne zone svih izvorišta. Granica počinje od mosta na rijeci Bosni kod Vreoca i produžava sjeveroistočno željezničkom prugom Sarajevo – Ploče do ul. Pijačna. Dalje jugoistočno slijedi ulicu do mosta (put Sarajevo – Ilidža) na rijeci Dobrinji. Od cestovnog mosta granica se nastavlja desnom stranom rijeke Dobrinje do presjeka puta Sarajevo – Trnovo sa rijekom Dobrinjom. Od ove tačke granica se nastavlja desnim jarkom puta Sarajevo – Trnovo do raskršća puteva Sarajevo – Trnovo i stari aerodrom – Donji Kotorac. Od ove tačke granica ide dalje u pravcu jugoistok do kote 655 (Ilinača) a zatim se spušta jugozapadno do druge zaštitne zone infiltracionog područja rijeke Željeznice.

Područje IV zaštitne zone, koja se uspostavlja na prostoru planinskog masiva Igmana i Bjelašnice, a odnosi se na indirektan sliv izvorišta Bačevo – Konaci i Sokolovići počinje od mosta na rijeci Bosni kod Vreoca i produžava zapadno prugom Sarajevo – Ploče. Dalje ide jugozapadno do izohipse 600 m. n. m., zatim približno slijedi izohipsu 600 m. n. m. te jugozapadno produžava do kote 1093 (Lokve). Od ove tačke granica nastavlja južno do kote 1246 (Golo brdo). Dalje jugozapadno ide na kotu 1176 (Obeljak), gdje se povija i spušta na kotu 982 (Brezovača), produžava preko kote 1186 (Butila) do kote 1450 (V. Omar). Granica se nastavlja južno prema koti 1533 (Đurino brdo) i koti 1607 (Guvno), te preko Barica, Poljica, Ravna Vala dolazi do kote 1594 (Crni vrh). Dalje preko kote 1782 ide prema koti 1755 (Crni vrh). Granica dalje produžava do Štinog dola gdje se povija te nastavlja sjeverozapadno do 1678 (Lisičija glava). Dalje nastavlja sjeverozapadno preko kota 1510 (Gojčinova ravan), 1158 (Brezova glava) do 995,2 (Krst). Granica produžava preko Rošca do kote 961 (Ovčarevac), te nastavlja preko kota 865 (Orepak), 685 (Borovi dolovi), 734 (Kijevesko brdo), 788 (Đedove njive), 858 (Slavanj). Od ove kote granica IV zaštitne zone produžava uz rijeku Željeznicu u zahvatu pojasa oko vodotoka u širini od 300 m na obje strane vodotoka do raskršća puteva Trnovo – Foča i lokalnog puta Tošići – Turovi – Godinja, dalje prati put do Rogoja.

Unutar gore definisane zaštitne zone planinskog masiva Igmana i Bjelašnice izdvaja se orografski sliv rijeke Bosne koji također predstavlja IV zaštitnu zonu. Počinje od mosta na rijeci Bosni kod Vreoca i produžava zapadno prugom Sarajevo – Ploče. Dalje ide jugozapadno do kote 600 m. n. m., zatim približno slijedi kotu 600 m. n. m. te jugozapadno produžava do kote 1093 (Lokve). Od ove tačke granica nastavlja južno do kote 1246 (Golo brdo). Dalje jugozapadno ide na kotu 1176 (Obeljak), gdje se povija i spušta na kotu 982 (Brezovača), produžava preko kote 1186 (Butila) do kote 1450 (V. Omar). Granica dalje nastavlja sjeveroistočno preko kota 1142 (Karaula), 1325 ((Trešnjevo brdo) do 1238 (Polom) odakle se spušta preko kote 817 do izvorišta Vrela Bosne.

17.2 TEHNIČKE MJERE ZAŠTITE

U ovom poglavlju opisane su mjere koje je neophodno poduzeti u zaštitnim zonama izvorišta.

U prvom dijelu prikazan je sažetak mjera po ranijim Odlukama o zaštiti izvorišta (1975.godina i 1987. godina).

Sve predložene mjere grupisane se u tri kategorije, u skladu sa Projektnim zadatkom:

- Veoma hitne mjere (V),
- Hitne mjere (H) i
- Manje hitne mjere (M).

U tekstu (pored naslova mjere) stoji skraćena za kategoriju mjere.

17.2.1 MJERE (PROGRAM) ZAŠTITE IZVORIŠTA VODE ZA PIĆE U SARAJEVSKOM POLJU PO ODLUCI IZ 1975.G

Prvi program zaštite izvorišta donesen je 1975. godine uz Odluku o zaštiti vode za piće u Sarajevskom polju („Službene novine Grada Sarajeva“, broj 15/75). Planirana je realizacija za period 1975.-1986. godine. Radi nedostatka sredstava on je realiziran u obimu oko 50%.

Ukupna predračunska vrijednost programa, pretvorena u DEM po tadašnjem kursu YU din je iznosila 36,5 mil. DEM³⁶, od čega je oko 76% troškova otpadalo na prvu zaštitnu zonu Vrelo Bosne. Svedeno na današnju vrijednost, procijenjeni troškovi provođenja mjera zaštite iznosili su oko 89 mil. KM.

Mjere iz ove odluke odnosile su se na:

- Izuzimanje iz posjeda zemljišta i troškovi naknade za objekte i zemljište (uža, prva i druga zaštitna zona oko 406 ha),
- Uređenje vodotoka Stojčevac i VečERICA,
- Izmještanje VečERICE,
- Izgradnju kolektora za naselje Hrasnicu i „Famos“ (oko 4,6 km),
- Izrada septičke jame za objekat vlade SRBIH u Stojčevcu,
- Izgradnja vodonepropusnih jaraka sa obje strane aleje Ilidža-Vrelo Bosne i pristupni put prema Stojčevcu i ceste koja vodi od Vrela Bosne,
- Uređenje ugostiteljskog i turističkog kompleksa UPI na Vrelu Bosne, koji je danas u privatnom vlasništvu (WC, kanalizacija za sve objekte, uređenje parkirališta),
- Izgradnja kolektora (oko 1,75 km) za naselje Vrelo Bosne u pravcu Rimskog mosta,
- Zatravljenje i označavanje zaštitnih zona.

Za izvorišni prostor Stup mjere su obuhvatale:

- Izgradnju vodonepropusnog jarka uz željezničku prugu dužine oko 1,2 km,
- Sanaciju terena i objekata za odvodnju otpadnih voda u krugu Tvornice termoaparata „Energoinvest“.

Do 1987. godine provedene su mjere:

- Izgradnja kolektora za Hrasnicu,
- Izvršeno skretanje rijeke VečERICE u Željeznicu i uređen vodotok Stojčevac,
- Otkupljeno oko 257 ha (iseljeno 70 porodica),
- Izvršeno djelomično zatravljenje.

17.2.2 MJERE (PROGRAM) ZAŠTITE IZVORIŠTA VODE ZA PIĆE U SARAJEVSKOM POLJU PO ODLUCI IZ 1987.G

U periodu od 1975. do 1986. godine kapacitet zahvatanja vode izvorišta Ilidža-Konaci-Vrelo Bosne povećan je sa 900 l/s u 1975. godini na 1800 l/s u 1986.godini. Radi odgode planirane izgradnje vodovodnog sistema Bijela Rijeka, uslijed nedostatka sredstava, bilo je predviđeno daljnje povećanje zahvatanja za novih 700 l/s.

³⁶ Tečajevi utvrđeni i objavljeni od strane bivše Narodne banke Jugoslavije u razdoblju od 1945. do 31. 12. 1991.

Ukupna predračunska vrijednost programa, pretvorena u DEM po tadašnjem kursu YU din je iznosila 14,76 mil. DEM³⁷, od čega je oko 79% troškova otpadalo na prvu zaštitnu zonu Vrelo Bosne, a na izvorište Sokolovići oko 16%. Svedeno na današnju vrijednost, procijenjeni troškovi provođenja mjera zaštite iznosili su oko 22 mil. KM.

Mjere iz ove odluke odnosile su se na:

- Izuzimanje iz posjeda zemljišta i troškovi naknade za objekte i zemljište (uža, prva i druga zaštitna zona) preostalih 154 ha,
- Izuzimanje iz posjeda zemljišta i troškovi naknade za objekte i zemljište (izvorište Sokolovići) 140 ha,
- Izgradnja kanalizacije (primarna i sekundarna mreža) za naselja Vrutci, Glavogodina-Lipe, Lužanski put,
- Izgradnja kanalizacije (primarna i sekundarna mreža) za naselja Kovači, Glavogodina i naselje uz Igmanski put,
- Izgradnja vodonepropusnih jaraka sa obje strane aleje Ilidža-Vrelo Bosne i pristupni put prema Stojčevcu i ceste koja vodi od Vrela Bosne (mjera iz odluke iz 1975.),
- Uređenje ugostiteljskog i turističkog kompleksa UPI na Vrelu Bosne, koji je danas u privatnom vlasništvu (WC, kanalizacija za sve objekte, uređenje parkirališta), mjera iz odluke iz 1975.,
- Izgradnja vodonepropusnih jaraka uz Hrasničku cestu i Tvorničku ulicu (oko 3 km).

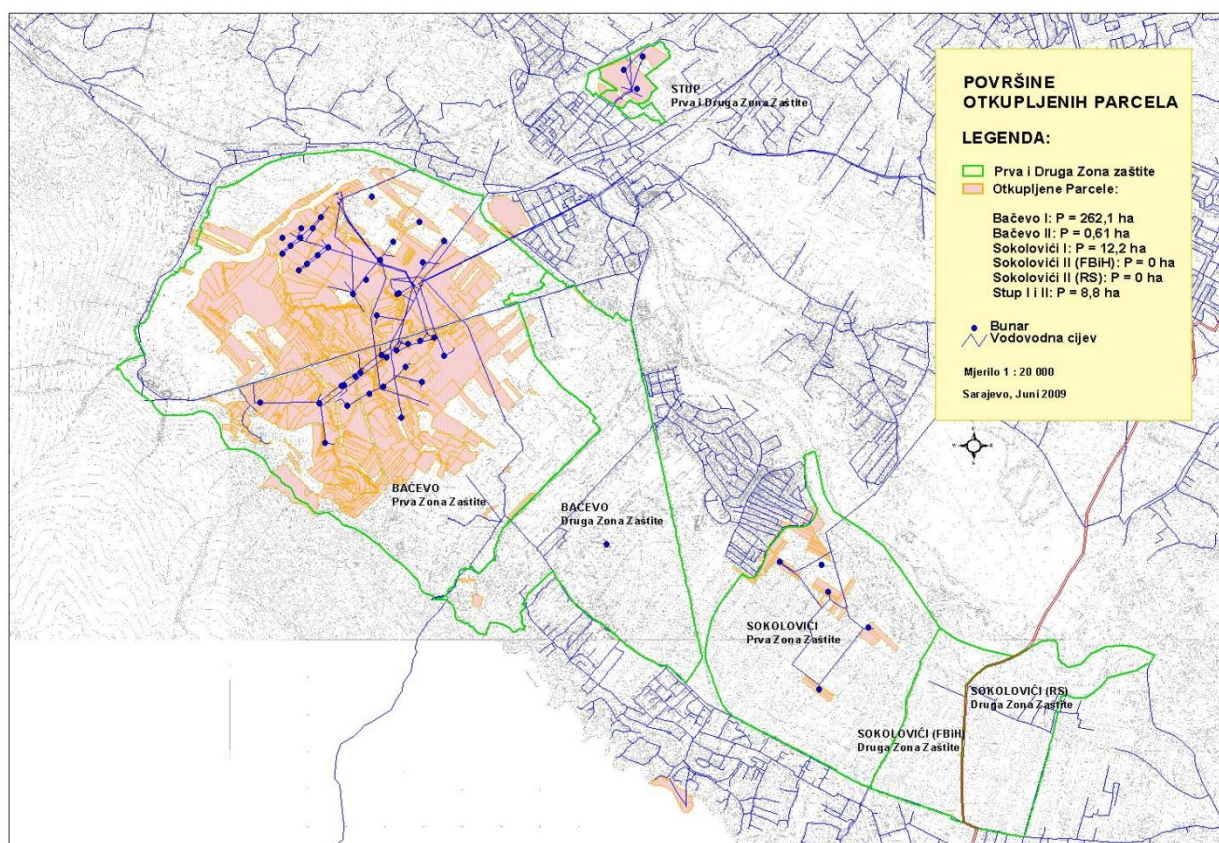
Za izvorišni prostor Stup mjere su obuhvatale:

- Sanaciju terena i objekata za odvodnju otpadnih voda u krugu Tvornice termoaparata „Energoinvest“.

Općina Ilidža je napravila pregled stanja vlasništva zemljišta u I i II zaštitnoj zoni izvorišta Bačevo, Sokolovići i Stup. Na narednoj slici je prikazano stanje za 2009. godinu. Na osnovu prethodnih odluka bilo je potrebno otkupiti oko 550 ha zemljišta (Bačevo, Sokolovići i Stup).

Od 283,10 ha otkupljenog zemljišta, uknjiženo je 133 ha, nije uknjiženo 107, a za 43 ha se traže podatci.

³⁷ Tečajevi utvrđeni i objavljeni od strane bivše Narodne banke Jugoslavije u razdoblju od 1945. do 31. 12. 1991.



Slika 164. Otkupljene parcele

Na osnovu cijene zemljišta i objekata (iskustva općinske komisije za procjenu vrijednosti nekretnina prilikom prometa), napravljena je procjena vrijednosti zemljišta u prvim zaštitnim zonama po odluci iz 1987. godine (jedinična cijena 35 km/m²) od oko 25, 7 mil. KM.

Mjere (neke planirane u Odluci iz 1975 godine i zatim prenesene u odluku iz 1987. godine), a koje do danas nisu provedene su:

- Otkup zemljišta u prvim zonama zaštite svih izvorišta (ostalo oko 270 ha),
- Izgradnja kanalizacije (primarna i sekundarna mreža) za naselja Vrutci, Glavogodina-Lipe, Lužanski put,
- Izgradnja kanalizacije (primarna i sekundarna mreža) za naselja Kovači, Glavogodina i naselje uz Igmanški put,
- Izgradnja vodonepropusnih jaraka sa obje strane aleje Ilidža-Vrelo Bosne i pristupnog puta prema Stojčevcu i ceste koja vodi od Vrela Bosne (mjera iz odluke iz 1975.),
- Uređenje ugostiteljskog i turističkog kompleksa UPI na Vrelu Bosne, koji je danas u privatnom vlasništvu (WC, kanalizacija za sve objekte, uređenje parkirališta), mjera iz odluke iz 1975.,
- Izgradnja vodonepropusnih jaraka uz Hrasničku cestu i Tvorničku ulicu (oko 3 km).

Ove mjere se uključuju u prijedlog mjera definiranih ovim projektom.

17.2.3 PRIJEDLOG ZAŠTITNIH MJERA I MJERA SANACIJE U SLIVU

17.2.3.1 ŠUMSKI RESURSI (M)

Površine **II i III zaštitne zone** izvorišta vode za piće Sarajevsko polje praktično se nalaze izvan površina šuma i šumskih zemljišta. Ustvari, sasvim mala šumska površina na podnožju planine Igman, u vidu uska trake, između naselja Vrutci i Vrela Bosne pripada prvoj zaštitnoj zoni. S obzirom da se radi o zoni izvorišta – zoni najstrožijeg režima zaštite, a i radi očuvanja ambijentalne cjeline Vrela Bosne, u ovoj zoni gospodarenje šumom se svodi isključivo na eventualno sanitarno uklanjanje jako oštećenih stabala (vjetroizvala-vjetroloma, snjgoizvala-snjegoloma, sušika i zaraženih stabala štetočinama i biljnim bolestima-uklanjanje žarišta mogućih kalamiteta).

IV zaštitna zona izvorišta vode za piće Sarajevsko polje zahvata najvećim dijelom široko prostranstvo planinskog masiva Igmana, koji se odlikuje velikom šumovitošću od neprocjenjivog značaja sa aspekta voda. Šumsku vegetaciju ovog prostora predstavljaju dva kompleksa šumskih sastojina:

- izdanačke šume (šume vegetativnog porijekla),
- visoke šume (šume generativnog porijekla),

koje zahtijevaju različite sisteme gospodarenja radi ostvarenja njihovih ekoloških, ekonomskih i socijalnih funkcija.

Izdanačke šume zahvataju kraške površine istočnih padina Igmana, iznad naselja Vrelo Bosne, te donje dijelove sjeveroistočnih padina Igmana od Vrela Bosne-preko lokaliteta Plandište-Osmice-Gare, te vrtačaste terene lokaliteta Kotorni čairi-Krčevine-Smrdelj, kao i jugoistočne padine iznad putne komunikacije Krupac-Zoranovići i krečnjačke vrtačaste terene lokaliteta Kečine doline-Vijenac, na južnom rubnom pojasu treće zaštitne zone.

Osim ovih, površine treće zaštitne zone zahvataju i površine izdanačkih šuma na silikatnim terenima (jursko-kredni fliš) jugoistočno od linije Krupac-Zoranovići-Gromila.

Rekonstrukciju ovih izdanačkih šuma i šikara i njihovu konverziju u visoke šume treba vršiti isključivo primjenom indirektna konverzije, ustrajnim uzgojnim radovima čišćenja i prorjeđivanja šumskih sastojina i njihovom prirodnom obnovom, u kojima se, inače, prirodnom sukcesijom naseljava smrča duž uvala na sjeveroistočnim ekspozicijama. Uz navedene uzgojne mjere u određenim stanišnim i sastojinskim prilikama prirodnu obnovu šuma treba pospješivati i podsijavanjem sjemena. Dosadašnji višekratni pokušaji rekonstrukcije ovih šuma direktnom konverzijom (gole sječe i pošumljavanje četinarima) predstavljaju potpune promašaje a, između ostalog, imaju negativan uticaj i na vodni režim.

Uz ove uzgojne mjere prirodnu obnovu šuma treba pospješivati i podsijavanjem sjemena jele i sadnjom smrče u progoljenijim sastojinama. Na ovaj način ostvarit će se maksimalno polivalentno značenje ovih šuma.

Veće površine IV zaštitne zone predstavljaju šumske sastojine visokih šuma-šume sjemenskog porijekla (viši tereni), koje zajedno sa izdanačkim šumama ove zaštitne zone imaju ogroman značaj sa aspekta njihovih polivalentnih funkcija, posebno vodnog režima.

Gospodarenje ovim visokim šumama obavlja se prebornim i skupinasto prebornim sistemom koji omogućavaju njihovu prirodnu obnovu i očuvanje njihove polivalentne uloge (ekološke, ekonomske, socijalne).

Kod iskorištavanja šuma u fazi sječe i izvlačenja drvne mase treba mineralna goriva i maziva zamijeniti sa biogorivima i mazivima, koja su razgrađiva i nisu ekološki štetna. Izvlačenje trupaca treba obavljati po nezasićenom zemljištu vodom, a na površinama jursko-krednog fliša po snježnom pokrivaču, radi sprečavanja erozije zemljišta.

Pošumljavanje šumskih goleti, manje površine difuzno zastupljene u rubnim južnim dijelovima treće zaštitne zone, treba obavljati uz što je moguće više očuvanje postojeće dendroflora i na taj način spriječiti erozijske procese i poboljšati vodni režim ovih staništa.

17.2.3.2 OTKUP I NAČIN KORIŠTENJA ZEMLJIŠTA

17.2.3.2.1 OTKUP ZEMLJIŠTA (H)

Po prethodnim odlukama o zaštiti izvorišta, ostalo je neotkupljeno oko 270 ha zemljišta. Pravilnikom o načinu utvrđivanja uslova za određenje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta vode za javno vodosnabdijevanje stanovništva („Službene novine FBiH“ br. 88/12), predviđen je otkup samo prvih zaštitnih zona. To je znatno manje područje, od onoga planiranog prethodnim odlukama.

Za područja I zaštitne zone potrebno je osigurati ovjerenu kopiju zemljišno knjižnog izvotka.

Na osnovu podataka Općine Ilidža, Kantonalnog ministarstva prostornog uređenja i zaštite okoliša i predloženih zona zaštite u okviru ovog projekta, izvršena je rekapitulacija stanja sa otkupom zemljišta u zaštitnim zonama izvorišta. Prikazana je u narednoj tabeli.

Tabela 17.2.1. Zbirni prikaz do sada otkupljenih površina u zaštitnim zonama

Područje	Otkupljeno u periodu 1975. - 1987.g. na osnovu odluka o zaštiti [m ²]		Otkupljeno u periodu nakon 1996. godine do danas [m ²]		Preostalo za otkup [m ²]
	ukupno	u zoni	ukupno	u zoni	
Bačovo	2.308.789,68	2.277.998,63	55.533,70	55.533,70	2.071.638,98
Sokolovići	118.120,83	101.577,68	24.308,09	24.308,09	1.472.401,16
Stup	96.081,39	92.303,11	0,00	0,00	11.892,63
Vrelo Bosne	0,00	0,00	0,00	0,00	5.310.000

Područje	Otkupljeno u periodu 1975. - 1987.g. na osnovu odluka o zaštiti [m ²]		Otkupljeno u periodu nakon 1996. godine do danas [m ²]		Preostalo za otkup [m ²]
	ukupno	u zoni	ukupno	u zoni	
Ponor na lokalitetu Sitnička lokva	0,00	0,00	0,00	0,00	7850
Večerica	6.400,98	6.400,98	0,00	0,00	382.814,35
Željeznica	3.399,21	3.399,21	585,76	585,76	378.986,24
Nukleus Spomenika prirode Vrelo Bosne				128383,88	

U skladu sa Pravilnikom o načinu utvrđivanja uvjeta za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta vode za javno vodosnabdijevanje stanovništva (Sl. novine FBiH 88/12), površine zaštitnih zona Sarajevskog polja su prikazane u narednoj tabeli.

Tabela 17.2.2. Zbirni prikaz do sada otkupljenih površina u zaštitnim zonama

Zona Područje (km ²)	I	II	III	IV
Bačevo	0,55	4,76		111,62
Sokolovići	0,04	1,73		
Stup	0,03	0,38		
Vrelo Bosne	0,03	7,48	58,21	-

U narednoj tabeli prikazana je ukupna površina unutar I-ih zaštitnih zona i površina koje je potrebno otkupiti.

Tabela 17.2.3. Prikaz površina u I zaštitnoj zoni koje je potrebno otkupiti

Područje	Površina za otkup	
	m ²	km ²
Sokolovići	14134,32	0,0141
Stup	1398,22	0,0014
Vrelo Bosne	4297,13	0,0043
Bačevo	21585,49	0,0216

Cijena otkupa m² zemljišta u ovom području je 35 KM. Tako bi za otkup površina u I-im zonama trebalo osigurati oko 1,3 mil. KM.

Vrelo Bosne nije uzeto u proračun za otkup jer je u sklopu zaštićenog područja.

17.2.3.2.2 PRIVATNI STAMBENI OBJEKTI (V)

Po podacima općine Ilidža, do 1992. godine na području I zaštitne zone izvorišta izgrađeno je oko 280 objekata, a u drugoj zaštitnoj zoni oko 100 u skladu sa zonama definiranim u Odluci iz 1987. Godine-

U periodu od 1992. godine do 1999. godine izgrađeno je 70 objekata u II zaštitnoj zoni, dok u I zoni nije izgrađen ni jedan.

U periodu od 1999. godine do 2010. godine u prvoj zaštitnoj zoni izgrađeno je 9, a u drugoj vodozaštitnoj zoni 25 objekata.

Radi se uglavnom o objektima individualnog stanovanja. Uključene su i rezidencijalne vile koje se nalaze u Velikoj aleji.

U narednoj tabeli dat je zbirni prikaz broja objekata izgrađenih na području zaštitnih zona izvorišta.

Tabela 17.2.4 Zbirni broj objekata izgrađenih na području zaštitnih zona izvorišta Sarajevsko polje³⁸

Izgrađeni objekti do 1992. G.		Izgrađeni objekti od 1992.-1999.g.		Izgrađeni objekti od 1999.-2010. g.	
I zaštitna zona	II zaštitna zona	I zaštitna zona	II zaštitna zona	I zaštitna zona	II zaštitna zona
280	100	-	70	9	25

Svi ovi objekti se u skladu sa zahtjevima Pravilnika (Službene novine FBiH 88/12) nalaze u II i III zaštitnoj zoni.

Za ove objekte, potrebno je utvrditi način prikupljanja i odvodnje otpadnih voda. Za one, koji posjeduju septičku jamu, potrebno je predvidjeti izgradnju samostalnih sistema za tretman otpadnih voda ili eventualno izgradnju nepropusnih septičkih jama.

U II i III zoni izvorišta Stup, nema privatnih stambenih objekata.

17.2.3.2.3 STOČARSTVO (H)

Na području II i III zone ne mogu se nalaziti objekti za intenzivni uzgoj stoke i peradi, čak iako se napravi sistem za odvodnju otpadnih voda.

Za stočarsku i peradarsku proizvodnju za vlastite potrebe pojedinačnih domaćinstava potrebno je osigurati dodatne mjere zaštite, koje između ostalog uključuju i zabranu deponovanja čvrstog i tečnog stajnjaka.

Za domaćinstva koja drže stoku i perad za vlastite potrebe, potrebno je izraditi program korištenja i zbrinjavanja stajskog gnojiva, prikupljanja i zbrinjavanja otpadnih voda, a zatim ovaj program u saradnji sa vlasnicima stoke i sprovesti.

³⁸ Broj objekata proračunat u skladu sa Odlukom o zaštiti izvorišta iz 1987. godine

17.2.3.2.4 POLJOPRIVREDA (V)

U II i III zaštitnoj zoni dozvoljena je samo poljoprivredna proizvodnja zdrave hrane bez korištenja vještačkih đubriva, stajnjaka, pesticida, herbicida i insekticida.

Za domaćinstva koja su se do sada bavila poljoprivrednom proizvodnjom, a koristili su đubriva i zaštitna sredstva, potrebno je izraditi program za uvođenje promjena, odnosno prelaska na poljoprivrednu proizvodnju zdrave hrane bez korištenja vještačkih đubriva, stajnjaka, pesticida, herbicida i insekticida.

17.2.4 MONITORING

U ovom poglavlju opisane su aktivnosti potrebne na uvođenju redovnog monitoringa kvaliteta voda rubnih vodotoka. Monitoring kvaliteta vode u bunarima redovito obavlja „ViK“, pa je za ovu aktivnost dovoljno preporučiti da se nastavi.

17.2.4.1 PROGRAM MONITORINGA NIVOVA VODE U BUNARIMA

Monitoring nivoa vode u zahvatnim bunarima koji se radi jednom sedmično treba nastaviti. Obzirom da je uočeno da u nekih situacijama dolazi do precrpljivanja bunara, potrebno je izraditi poseban program radova koji bi specificirao sva potrebna ispitivanja, istraživanja i testiranja u Sarajevskom polju, a u cilju unaprjeđenja rada bunara.

17.2.4.2 KVALITET VODA RUBNIH VODOTOKA(H)

Uspostavljanje mreže tačaka za praćenje (monitoring) kvaliteta površinskih voda predstavlja vrlo značajnu mjeru posebne kontrole slivnog područja. U ovom projektu dat će se osnovni vezani za uspostavljanje monitoringa. Način uspostavljanja ove mreže tačaka i praćenja kvaliteta površinskih voda predložen je u nastavku teksta.

Mreža tačaka za praćenje kvaliteta vode uključuje pet stalnih tačaka, kako bi se mogle pratiti promjene kvaliteta vode i trendovi koji mogu ukazati na provođenje režima zaštite izvorišta. Praćenje kvaliteta vode potrebno je vršiti kontinualno, pri čemu će se vrsta parametara kao i dinamika uzorkovanja vode utvrditi projektom monitoringa. Pri odabiru parametara kvaliteta vode, posebno je značajno da ti parametri budu stabilni indikatori promjena u slivu, kao što su to na primjer hidrobiološki indikatori kvaliteta ili kompozitni indikatori, poput klase vode. Pored toga, potrebno je pratiti i sve opće i specifične parametre kvaliteta vode kao indikatore pojedinih vrsta zagađenja.

Preporučuje se uzorkovanje i analiza na mjesečnoj osnovi.

Za provođenje ove mjere potrebno je izraditi detaljan program monitoringa sa specifikacijom opreme, troškovima i projektom izvođenja, odnosno uspostave (obnove) stanica.

Lokacije predloženih stanica su:

- **Rijeka Bosna**

- dva profila (Vrelo Bosne i Rimski most)
- **Rijeka Željeznica**
 - dva profila (Lasički mlini- ulaz u Sarajevsko polje i Ilidža)
- **Rijeka VečERICA**
 - jedan profil (Glavogodina)
- **Vodotok Stojčevac**
 - jedan profil (Stojčevac).

17.2.4.3 MREŽA PIJEZOMETARA ZA MONITORING STANJA NIVOA PODZEMNIH VODA (V)

Na prostoru Sarajevskog polja nalazi se 36 pijezometara koji su u funkciji. Obzirom na njihov prostorni raspored, mogu zadovoljiti praćenje nivoa vode u podzemlju.

Na granici II i III zaštitne zone izvorišta Sokolovići predlaže se ugradnja dodatnih pijezometara na potezu Hrasnička cesta –rijeka Željeznica. Pijezometri će služiti za kontrolu fizikalno hemijskih parametara podzemne vode, koja drenira iz pravca Vojkovića. Razmak među pijezometrima može biti cca 300 m, odnosno maksimalan broj pijezometara je 5 (pet).

17.2.4.4 DEFINIRANJE ODNOSA HLADNIH I TERMALNIH I TERMOMINERALNIH VODA (M)

Hidrogeoterme i obične-hladne podzemne vode primarno su nabuštene u analognim litostratigrafskim trijaskim karbonatnim jedinicama .Zato je potrebno detaljno istražiti odnose ovih voda, odnosno utvrditi da li dolazi do njihovog miješanja i pri kojim stanjima i u primarnim i u tranzitnim i u sekundarnim akviferima.

Indikacije miješanja voda u aluvionu se mogu utvrditi monitoringom i reinterpetacijom i obradom prikupljenih podataka hladnih i termomineralnih voda, koji će upućivati na pravovremenu i adekvatnu intervenciju i optimalno upravljanje i korištenje navedenih vodnih resursa.

Potrebno je utvrditi hidrogeološke, hidrodinamičke, hidrotermičke i hidrokemijske odnose između hladnih voda i hidrogeoterma u kvartarnim i krško-pukotinskim akviferima, što je veoma važan praktični zadatak, koji do sada nije rješavan.

To zahtijeva poseban program koji bi determinirao obim instaliranja osmatračkih objekata i opreme, te vrstu i metodologiju istražnih radova kako bi bilo moguće riješiti navedene dileme.

Radi se o veoma zahtjevnom istraživačkom poduhvatu za koji je pored definiranja metodologije, prethodno potrebno opremiti prostor izvođenjem dubokih bušotina, a zatim provesti kompleksna hidrogeološka, hidrološka, hidrodinamička i kvalitativna ispitivanja. Za ovakav vid ispitivanja i istraživanja, neophodno je osigurati značajna finansijska sredstva.

17.2.4.5 IZRADA PROGRAMA ISPITIVANJA KVALITETA ZEMLJIŠTA U II I III ZAŠTITNOJ ZONI IZVORIŠTA BAČEVO I PRIJEDLOGA MJERA (H)

U okviru ispitivanja kvaliteta tla, na lokalitetu Vrelo Bosne registrovana je veća koncentracija olova od dozvoljene. Također je u uzorku vode na Vrelu Bosne (u granicama dozvoljenog) registrovano prisustvo olova. Na osnovu jednokratnih ispitivanja nije moguće uspostaviti vezu tlo-voda, niti sa sigurnošću tvrditi šta je izvor pojave (antropogeni uticaji ili autohtona pojava).

Zato se predlaže izrada programa ispitivanja kvaliteta zemljišta na širem lokalitetu Vrela Bosna.

Ovaj program treba predvidjeti i uzorkovanje vode Vrela Bosna i analiza kvaliteta vode, kako bi se eventualno potvrdila ili isključila međusobna veza (uticaj) kvaliteta tla i vode.

Kako je predložena uspostava stanice za praćenje kvaliteta na lokaciji Vrela Bosne, ove aktivnosti je potrebno uskladiti, tako da stanica bude u funkciji kada se krene sa implementacijom programa ispitivanja kvaliteta zemljišta.

17.2.5 UREĐENJE KORITA VODOTOKA

17.2.5.1 RIJEKA ŽELJEZNICE(M)

Tokom 2009. godine, Institut za hidrotehniku je izradio „Glavni projekt uređenja korita rijeke Željeznice od naselja Butmir do mosta u Vojkovićima“. Naručilac je bila „Agencija za vodno područje slivova rijeke Save“, Sarajevo.

Tehničko rješenje i elementi regulacije korita rijeke, predloženi ovim projektom, odabrani su uz poštivanje slijedećih uvjeta:

- prekid trenda smanjenja infiltracije vode iz Željeznice u pravcu izvorišta „Sokolovići“, kao i osiguranje uvjeta za povećanje infiltracije u pravcu lokaliteta zahvatnih bunara;
- usklađivanje sa generalnim konceptom uređenja šireg područja;
- zaštitu od zasipanja nanosom i erozije obala i dna korita (stabilnost korita);
- zaštitu priobalnih površina od velikih voda ranga pojave jednom u 100 godina.

Dužina dionice na kojoj bi se izvodili radovi iznosi oko 2,1 km, a procijenjeni troškovi su oko 7,3 miliona KM.

Cijela dionica je trase reguliranog korita je predviđena kao jedinstvena II i III zaštitna zona.

17.2.5.2 RIJEKA VEČERICE (V)

Ovaj vodotok nije potrebno dodatno uređivati (sa aspekta regulacionih radova), osim potrebe da se dionica od izvora, pa nizvodno od Glavogodine, očisti od čvrstom otpada, i propisno označi kao zaštitna zona izvorišta vode za piće.

17.2.6 KOMUNALNE DJELATNOSTI

17.2.6.1 SAKUPLJANJE I ODVODNJA OTPADNIH VODA

Na području II i III zaštitne zone potrebno je poduzeti mjere u cilju pravilnog prikupljanja i dispozicije fekalnih i drugih otpadnih voda.

U tom smislu je prvo potrebno osmisliti koncept rješavanja ovog problema, zatim izraditi odgovarajuću projektno tehničku dokumentaciju, te potom pristupiti izvođenju projektovanih rješenja. Pri razvijanju koncepta i razradi tehničkih rješenja, potrebno je imati u vidu uslove zaštite izvorišta, kako u normalnom pogonu sistema, tako i pri ekscenim situacijama.

17.2.6.1.1 POSTOJEĆE SEPTIČKE JAME(V)

U II i III zaštitnoj zoni, tamo gdje u neposrednoj blizini postoje kolektori otpadnih voda, potrebno je priključiti objekte stanovanja i ugostiteljske objekte na kanalizaciju i sanirati septičke jame.

Tehničkom dokumentacijom treba predvidjeti nepropusne cijevi i spojeve.

17.2.6.1.2 KANALIZACIONI KOLEKTORI (M)

Po podacima KJKP „ViK“ Sarajevo, „stari“ hrasnički kolektor MB 400 (izgrađen za potrebe bivše JNA i pogona Famos od betonskih cijevi) stavljen je van upotrebe i na njemu su priključeni objekti u Velikoj aleji i Srednja šumarska škola. Ovaj kolektor treba ukloniti, a objekte u Velikoj aleji i Srednju šumarsku školu priključiti na najbliži kolektor koji gravitira centru općine Ilidža.

Monolitni MB 175/205 kanal koji iz kruga „Famosa“ odvodi atmosfersku vodu i ispušta u rijeku Željeznicu na granici I i II zaštitne zone (po Pravilniku iz '87. godine), treba ukloniti, a atmosferske vode iz kruga „Famosa“ odvesti u pravcu Hrasnice.

Za provođenje ovih aktivnosti potrebno je pripremiti projektnu dokumentaciju.

U zoni izvorišta Stup do 1987. godine bilo je izgrađeno oko 10 privatnih objekata na lijevoj obali rijeke Dobrinje (Tvornička ulica). Za njih je Programom mjera iz 1987. godine bila predviđena izgradnja primarne i sekundarne kanalizacione mreže sa priključkom na kolektor tvornice Energoinvest. Troškove su trebali snositi vlasnici. Obzirom da se ovi objekti nalaze u II i III zaštitnoj zoni, moguća je i opcija izgradnje vodonepropusnih septičkih jama. Za ovo područje potrebno je pripremiti projektnu dokumentaciju sakupljanja i odvodnje otpadnih voda.

17.2.6.1.3 OLIMPIJSKE PLANINE-KANALIZACIONI KOLEKTOR(H)³⁹

Kolektor koji odvodi otpadne vode sa Igmana i Bjelašnice je rađen 1982. godine za potrebe Zimske olimpijade. Cijevni materijal od kojeg je izgrađen kolektor je polietilen. Radove na izgradnji spomenutog kolektora su izvodili razni izvođači kao i omladinske brigade Postoji program rekonstrukcije kolektora koji je

³⁹ Stanje novembar 2012. godine

uradilo KJKP „ViK“ Sarajevo je 2003. godine. Ovim programom je predviđena rekonstrukcija cijele dionice od 18 km, a troškovi su procijenjeni na oko 5 miliona KM.

Ukupna dužina spomenutog kolektora je 18.734 m koja se može podijeliti na slijedeće dionice:

- Hadžići - Kamenolom - Radava Voda, dionica dužine 6.634 metra,
- Radava voda - Mrzište, dužina dionice 4.550 metara,
- Mrzište - Grkarica, dužina dionice 2.900 metara,
- Grkarica - Babin Do, dužina dionice 4.650 metara.

Polazeći od najuzvodnije tačke kolektora u nastavku je hronologija provođenja radova na rekonstrukciji fekalnog kolektora Bjelašnica – Hadžići koji prolazi kroz zaštitne zone izvorišta.

Dionica Babin Do- Grkarica

Dionica je ukupne dužine 4.650 metara od čega je do sada rekonstruirano 1.280 metara kolektora. **Preostala dužina rekonstrukcije ovog dijela kolektora je 3.370 metara.** Rekonstrukcija ove dionice je u drugom prioritetu.

Dionica Grkarica - Mrzište

Dionica je ukupne dužine 2.900 metara od čega je do sada rekonstruirano 2.060 metara kolektora. Kao što je vidljivo ova dionica je bila u prvom prioritetu rekonstrukcije. **Preostalu dužinu od 840 metara je potrebno rekonstruirati u drugom prioritetu.**

Dionica Mrzište - Radava Voda

Dionica je ukupne dužine 4.550 metara od čega je do sada rekonstruirano samo 570 metara kolektora. Potreba za rekonstrukcijom ove dionice je u prvom prioritetu te je za istu napravljena projekta dokumentacija. Dionica je podijeljena na dva dijela i to **Mrzište - Kabalovo dužine 2.695 metara** i Kabalovo - Radava Voda dužine 1.855 metara. Ova dionica Kabalovo - Radava Voda je pripremljena i u fazi realizacije iz sredstava kredita Svjetske banke, dok bi drugu dionicu trebalo rekonstruirati iz nekih drugih izvora.

Na području III zaštitne zone izvorišta potrebno je rekonstruirati ukupno **6.905 m** kolektora.

17.2.6.1.4 SAKUPLJANJE I ODVODNJA OTPADNIH VODA NA PODRUČJU REPUBLIKE SRPSKE (OPĆINA ISTOČNA ILIDŽA)(H)

Dijelovi općine Istočna Ilidža nalaze se u obuhvatu zaštitnih zona izvorišta. Značajan dio stanovništva i privrednih objekata nema adekvatan sistem prikupljanja i odvodnje otpadnih voda. U okviru LEAPa ,koji je općina Istočna Ilidža pripremila, planirane su aktivnosti na unaprjeđenju stanja prikupljanja i odvodnje otpadnih voda. Ove aktivnosti nisu prikazane u tabeli programa mjera jer spadaju u nadležnost Republike Srpske, ali obzirom da pripadaju kategoriji hitnih mjera ovdje su pobrojane:

MZ Vojkovići

- Izgradnja sekundarne mreže na lijevoj obali rijeke i priključenje na glavni fekalni kolektor, procjena troškova: 600.000 KM
- Izgradnja kolektora na desnoj obali rijeke Željeznice za priključenje individualnih i privrednih objekata procjena troškova: 1.100.000 KM

MZ Kasindo

- Naselje Gornje Mladice nema riješen sistem odvodnje otpadnih voda, procjena troškova: 540.000 KM
- Rekonstrukcija postojećeg kolektora otpadnih voda, cca 5.000 m, procjena troškova: 1.300.000 KM

MZ Krupac

- Rekonstrukcija kolektora otpadnih voda, procijenjena vrijednost 800.000 KM

MZ Gornji Kotorac

- Rekonstrukcija kolektora otpadnih voda, cca 4.000 m, procijenjena vrijednost 1.000.000 KM.

17.2.6.2 PRIKUPLJANJE I TRANSPORT OTPADA IZ DOMAĆINSTAVA(M)

Prikupljanje i odvoz otpada na području Sarajevskog polja vrši KJKP „RAD“. Za svaku kalendarsku godinu donosi se operativni plan, a što je regulisano članom 9. Zakona o komunalnoj čistoći /»Službene novine Kantona Sarajevo br. 11/97«/.

U skladu sa naprijed navedenim operativnim planom, čvrsti otpad se odvozi kroz 11 dionica koje su formirane prema ulicama i prioritetima.

Odlaganje otpada se uglavnom vrši u kontejnere zapremine 1,1m³, ali ima dijelova naselja Hrasnice gdje se otpad odlaze u PVC kesama i kućnim kantama. Po procjenama općinskih organa lliidže broj kontejnera treba povećati za oko 30%, odnosno za 300 novih.

Otpad se odvozi svaki dan samo u centralnim dijelovima općine.

Za II i III zaštitnu zonu izvorišta potrebno je pripremiti poseban operativni plan sakupljanja i odvoza krutog otpada. Ovo se naročito odnosi na dijelove općine pored vodotoka koji su II i III zaštitnoj zoni :

- dionice r Bosne od izvora do filter stanice „Bosna“,
- rijeke Željeznice (naročito dionica oko Ratnog mosta u Sokolovićima, desna obala na dionici ratni most-uzvodno prema Vojkovićima),
- Večerica (sve dionice toka kroz naseljena mjesta).

Potrebno je nametnuti posebnim propisom obavezu prikupljanja čvrstog otpada iz domaćinstava stanovništvu, uz obavezne mjere kontrole i kaznene odredbe.

Edukacija stanovništva je važan element u provođenju zabrane nekontroliranog odlaganja i obaveze organiziranog prikupljanja i odvoza otpada. Jedna od važnih mjera je i postavljanje upozorenja na ovim lokalitetima o opasnosti koja može nastati po stanovništvo Kantona Sarajevo uslijed odlaganja otpada.

17.2.6.3 SANACIJA POSTOJEĆIH ODLAGALIŠTA(H)

Na desnoj obali rijeke Željeznice nalazi se velika deponija na koju se odlaže građevinski šut sa gradilišta u Kantonu Sarajevo. Potrebno je izraditi elaborat o sanaciji, odnosno uklanjanju ove deponije.

Sanacija manjih divljih odlagališta otpada podrazumijeva uklanjanje svog otpada sa ovih lokaliteta i disponiranje na gradskoj deponiji. Potrebno je poduzeti mjere da se na ovim lokalitetima više ne vrši odlaganje otpada, odnosno u okviru Program uklanjanja manjih divljih odlagališta može biti uključen u operativni godišnji plan KJKP „RAD“ (vidjeti prethodnu tačku).

„Krupačka“ deponija nalazi se oko 3 km uzvodno od Vojkovića. Deponija nije sanitarna, odnosno ne posjeduje nikakvu infrastrukturu. Procjena je da na ovoj deponiji ima oko 2,0 mil. m³ odloženog otpada, koji se zbija i prekriva inertnim materijalom.

Deponija se nalazi na području Republike Srpske. Za ovu deponiju je potrebno pripremiti program sanacije, na osnovu kojeg bi se deponija ili zatvorila ili u potpunosti uklonila.

17.2.6.4 PRIKUPLJANJE I ODVODNJA OBORINSKIH VODA (H)

Programima mjera koje su bile pripremljene u sklopu Odluka o zaštiti izvorišta iz 1975. godine i 1989. godine, predviđena je izgradnja vodonepropusnih jaraka sa obje strane aleje Ilidža-Vrelo Bosne i pristupnog puta prema Stojčevcu, te ceste koja vodi od Vrela Bosne. Ova mjera nije provedena.

Potrebno je pripremiti Projektni zadatak za Glavni projekat izgradnje vodonepropusnih jaraka na ovim dionicama. Kanton Sarajevo je planirao rekonstrukciju ceste (aleje) Ilidža-Vrelo Bosne, tako da bi bilo poželjno koordinirati aktivnosti na ovoj dionici, odnosno ovim redoslijedom:

- Izrada projekta i izvođenje radova na rekonstrukciji kolektora (stari Hrasnički) i spajanje Šumarske škole i vila na početku aleje na novi kolektor,
- Izrada projektne dokumentacije za vodonepropusne jarke (obostrano duž aleje) i projektne dokumentacije za rekonstrukciju ceste (aleje),
- Radovi na izgradnji vodonepropusnih jaraka i rekonstrukciji ceste trebali bi biti izvedeni istovremeno.

Izgradnja vodonepropusnih jaraka uz Hrasničku cestu i Tvorničku ulicu (oko 3 km) je istog prioriteta kao i prethodne dionice, ali se može izvoditi neovisno.

17.2.7 PRIVREDNE AKTIVNOSTI

17.2.7.1 UGOSTITELJSKO-TURISTIČKI KOMPLEKS VRELO BOSNE(V)

U prethodnim programima (1975. i 1987. godina), planirano je uređenje ugostiteljskog i turističkog kompleksa tadašnje kompanije „UPI“ na Vrelu Bosnu (WC, kanalizacija za sve objekte, uređenje parkirališta). Ove mjere nisu provedene u planiranom obimu. Objekti su djelomično adaptirani nakon rata i neki od njih privatizirani. Kako nisu provedene mjere izgradnje nepropusne kanalizacije, ovo je urgentna aktivnost.

Obzirom da se radi o II i III zaštitnoj zoni, gdje u skladu sa pravilnikom postojeći objekti ne mogu mijenjati namjenu, ovim programom se predlaže slijedeće.

Priprema projektnog zadatka prikupljanja i odvodnje otpadnih voda za sve objekte u ovoj zoni. Projektnim zadatkom treba zahtijevati nepropusnu kanalizaciju (nepropusne cijevi i spojeve). Nakon izrade i verifikacije projekta, potrebno je pristupiti izvođenju.

Prema informacijama iz resornog kantonalnog ministarstva, nakon usvajanja ove Odluke o zaštiti izvorišta, pristupiti će se izradi Prostornog plana zaštićenog područja „Spomenik prirode Vrelo Bosne“. Ovim Planom se aktivnosti u prostoru spomenika prirode, koji istovremeno pripada i zaštitnim zonama izvorišta trebaju definirati dozvoljene aktivnosti u skladu sa Odlukom o zaštiti izvorišta.

17.2.7.2 BENZINSKE PUMPE(H)

U skladu sa pravilnikom u III zaštitnoj zoni zahtijeva se provođenje standardnih i dodatnih mjera, za benzinske stanice koje se nalaze uz prometnice.

17.2.7.3 TRAFOSTANICE I TRANSFORMATORSKE STANICE(M)

Pravilnik o uslovima za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta voda koje se koriste ili planiraju da koriste za piće, ne propisuje posebne mjere kada su u pitanju ovi objekti. Najveći broj ovih objekata nalazi izvan II i III zaštitne zone. Pri zamjeni i popravkama ovih objekata potrebno je obratiti naročito pažnju pri manipulaciji sa uljem iz trafoa. U cilju potpune zaštite od eventualnih nepredviđenih ekscesa (prosipanje ulja) ispod svakog trafoa u svim II i III zaštitnim zonama treba izgraditi „tankvane“ koje će prihvatiti prosuto ulje, kako ne bi došlo do prosipanja na tlo. Ovo se odnosi na trafostanice koje se nalaze u II i III zaštitnoj zoni izvorišta.

17.2.7.4 PRIVREDNA ZONA HRASNICA(H)

Privredna zona Hrasnica je prostor u kome su skoncentrirani razni zanatski i drugi pogoni. Općinsko vijeće Ilidža, na sjednici održanoj 19. maja 2011. godine, donijelo je „ODLUKU O PRISTUPANJU IZRADI REGULACIONOG PLANA "HRASNICA", za period 2011-2021. godine.

Za potrebe izrade Regulacionog plana, Pripremljena je Strategijska procjena okoliša. Ovim dokumentom je potvrđeno da „prema sagledanim indikatorima, Regulacioni plan Privredne zone Hrasnica predstavlja okolišno i

razvojno održiv plan“. Negativan uticaj se ogleda samo u blagom povećanju buke i onečišćenja zraka na zdravlje ljudi, uslijed povećanja broja subjekata na lokaciji.

Regulacionim planom je predviđeno da se u segmentu „Odvodnja otpadnih i oborinskih voda i regulacija vodotoka“ izvrši:

- priprema projektne dokumentacije za separatnu kanalizacionu mrežu unutar obuhvata,
- priključenje sekundarne kanalizacione mreže i kompletnog lokaliteta na javnu kanalizacionu mrežu u skladu sa konkretnim uslovima i zahtjevima KJKP"VIK".

Cijeli obuhvat gravitira Hrasničkom kolektoru.

Također je planirano da se prikupljene oborinske vode sa površina za mirujuć saobraćaj prije uključenja u javnu kanalizacionu mrežu tretiraju u separatorima odgovarajućeg kapaciteta.

Sve ove aktivnosti su u skladu sa zahtjevima Pravilnika o zaštitnim zonama izvorišta.

17.2.7.5 INDUSTRIJSKA ZONA STUP (M)

Industrijska zona bivše tvornice „Energoinvest“ ograničena je željezničkom prugom, sarajevskom obilaznicom i rijekom Dobrinjom. Na ovoj površini oko 33 ha, smješten je kompleks bivših pogona i upravnih zgrada, površine oko 19 ha. Mjere koju su zahtijevane prethodnim Odlukama o zaštiti su djelomično provedene.

Obzirom na blizinu bunara potrebno je pripremiti program ispitivanja funkcionalnosti i (eventualno) rekonstrukcije kanalizacione mreže svih privrednih objekata koji se nalaze u ovoj zoni.

17.2.7.6 CESTOVNI PROMET (M)

Predlažu se posebne mjere transporta tekućina opasnih za kvalitet vode uz saobraćajnicu koja ide dolinom rijeke Željeznice. Pri transportu hemikalija, tečnih goriva, maziva i drugih opasnih materija potrebno je osigurati odobrenje i pratnju službi nadležnog ministarstva unutrašnjih poslova.

Članom 12. Nacrta zakona o prijevozu opasnih materija FbiH (u parlamentarnoj proceduri) propisane su nadležnosti kantonalnih ministarstva unutrašnjih poslova, gdje se kaže da. „Kantonalno ministarstvo unutrašnjih poslova - (policajska uprava) vrši kontrolu i praćenje prijevoza opasnih materija na području kantona, u skladu sa svojim ovlaštenjima koja su utvrđena ovim ili drugim zakonom, odlučuje o davanju odobrenja i drugih akata za koja je ovlašteno ovim zakonom, ostvaruje saradnju sa Federalnim MUP-om u pitanjima prijevoza opasnih materija i postupa po nalogima i uputama tog ministarstva, s tim da ostvaruje odgovarajući saradnju i sa kantonalnim ministarstvom nadležnim za promet i komunikacije i drugim organima kantona koji učestvuju u prijevozu opasnih materija.“

Pri transportu ovakvih materija dolinom rijeke Željeznice, bilo bi potrebno, nakon stupanja na snagu ovog zakona, propisati obaveznu policijsku pratnju.

17.2.7.7 OSTALE PRIVREDNE DJELATNOSTI (M)

Sve ostale privredne djelatnosti unutar zaštitnih zona izvorišta potrebno je provoditi u skladu sa zahtjevima Pravilnika.

17.2.8 INSPEKCIJSKE KONTROLE(H)

Inspeksijske kontrole vrše se u cilju praćenja provođenja propisanih zaštitnih mjera u slivu izvorišta. U slučaju Sarajevskog polja, potrebno je da budu češće i posebno usmjerene na potencijalne zagađivače koji moraju uskladiti svoje ponašanje sa propisanim režimom u slivu.

Stalnom kontrolom potrebno je prevenirati mogućnost ugrožavanja izvorišta, odnosno onemogućiti formiranje divljih odlagališta čvrstog otpada i druge nedozvoljene aktivnosti u slivu, poput eksploatacije kamena ili drugih mineralnih sirovina. Inspekcijama također treba biti obuhvaćeno i lokalno stanovništvo, u cilju praćenja načina ispuštanja otpadnih voda, odlaganja čvrstog otpada, odvijanja poljoprivrednih aktivnosti itd.

17.2.9 OZNAČAVANJE IZVORIŠTA(V)

Po donošenju općeg akta o zaštiti izvorišta, potrebno je izvršiti provjeru stanja ograda objekata I zaštitne zone. Obzirom na raspored objekata (bunari, lagune) ograde mogu biti za pojedinačne objekte i/ili za grupu objekata.

Područja zaštitnih zona obilježavaju se odgovarajućim oznakama – tablama. Područje I zaštitne zone obavezno se označava kod ulaza u ovu zonu. Na tabli moraju stajati informacije o režimu zaštite koje su naznačene u općem aktu o zaštiti.

Pored I zaštitne zone, tablama se označavaju i ostale zaštitne zone. Oznake postaviti na značajnijim saobraćajnicama na ulazima i izlazima iz zona.

Pored toga, oznake se postavljaju duž granica zona tako da se osigura dobra informiranost o granicama zaštićenog područja i režimu zaštite u njemu. Oznake treba postaviti i na mjestima gdje se očekuje da se neće poštovati režim zaštite.

17.3 DINAMIKA I PROCJENA TROŠKOVA ZA PROVOĐENJE ZAŠTITNIH MJERA

Za sve predložene mjere zaštite izvršena je okvirna procjena potrebnih sredstava za provođenje. Za neke mjere (tamo gdje je to bilo moguće) dati su jedinični troškovi i ukupna procijenjena vrijednost.

Procjenu troškova izgradnje kanalizacije, sanacije odlagališta i slične aktivnosti nije moguće izvršiti bez projektne dokumentacije, jer je procjena troškova direktno proporcionalna stepenu detaljnosti projektne dokumentacije.

Posebna vrsta aktivnosti, specifična za zaštitne zone izvorišta, je način korištenja zemljišta.

Kao mjerilo za promjenu namjene poljoprivrednog zemljišta i određivanje visine naknade u vezi s tim, potrebno je identificirati vlasništvo za svaku parcelu u općinskom katastru. ZA svaku parcelu je potrebno pribaviti kopiju katastarskog plana i zemljišno knjižni izvadak.

Općinska tijeka nadležna za poslove poljoprivredu u skladu sa Pravilnikom o sadržaju i obliku obrazaca i načinu vođenja evidencija o poljoprivrednom zemljištu, dužna su voditi evidencije o obradivom i neobradivom poljoprivrednom zemljištu po katastarskim kulturama i klasama, o neobrađenim, zapuštenim i miniranim površinama, posjedovnoj strukturi i zapuštenosti za poljoprivredno zemljište u vlasništvu države i poljoprivredno zemljište u privatnom vlasništvu.

Bez katastarskih podataka, podataka o vlasništvu i evidencije o obradivom i neobradivom poljoprivrednom zemljištu, po katastarskim kulturama i klasama, nije moguće izvršiti procjenu sredstava potrebnih za uvođenje poljoprivredne proizvodnje zdrave hrane bez korištenja vještačkih đubriva, stajnjaka, pesticida, herbicida i insekticida na parcelama u II i III zaštitnoj zoni izvorišta.

Pretpostavka je da će tek nakon provođenja gore navedenih aktivnosti biti moguće izvršiti potpunu procjenu troškova za provođenje mjera zaštite, odnosno da će ove aktivnosti povećati troškove mjera zaštite izvorišta Sarajevsko polje.

Za sve predložene mjere zaštite izvršena je okvirna procjena potrebnih sredstava za provođenje. ZA neke mjere (tamo gdje je bilo moguće) dati su jedinični troškovi i ukupna procijenjena vrijednost.

U nastavku teksta data je rekapitulacija u odnosu na stepen urgentnosti pojedinih mjera. Procjena je da se sve aktivnosti mogu završiti za pet godina, nakon kojih se nastavljaju provoditi kontinuirane mjere.

Tabela 17.3.1. Program mjera-dinamika i procjena troškova

Opis aktivnosti	Godina										Troškovi (KM)	Nosilac aktivnosti	Izvor finansiranja	Stepen urgentnosti mjere
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1. Usvajanje odluke o zaštiti izvorišta											-			V ⁴⁰
2. Ograđivanje I zaštitne zone izvorišta, uređenje prostora (cca 15.000 m)											150KM/m'	KJKP“ViK“	KJKP“ViK“	V
3. Postavljanje znakova – tabli sa oznakama zaštitnih zona i zaštitnih mjera u slivnim područjima											20.000			
4. Izrada programa dinamike otkupa zemljišta u I-im zaštitnim zonama											20.000	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“ i općinom Ilidža	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“ i općinom Ilidža	H
5. Otkup zemljišta u I-im zaštitnim zonama.											1.299.131	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo	Naknada od legalizacije bespravno izgrađenih objekata, vodne naknade koje pripadaju Kantonu i Budžet Kantona	H
6. Izrada projektno-tehničke dokumentacije za prikupljanje i odvođenje otpadnih voda iz stambenih i ugostiteljskih objekata u II i III zaštitnoj zoni (koji trenutno koriste septičke jame). Ovom dokumentacijom potrebno je izgradnju samostalnih sistema za tretman otpadnih voda ili eventualno izgradnju nepropusnih septičkih jama.											25.000	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“	kredit Svjetske Banke za Projekat otpadnih voda	V
7. Izvođenje kanalizacione mreže u zaštitnim zonama izvorišta i uklanjanje septičkih jama (II zaštitna zona), izgradnja samostalnih sistema za tretman otpadnih voda ili eventualno izgradnja nepropusnih septičkih jama.											Troškovi će biti procijenjeni u okviru Projektno tehničke dokumentacije	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“	kredit Svjetske Banke za Projekat otpadnih voda	V

⁴⁰ V-vrlo hitno, H-hitno, M- manje hitno

	Opis aktivnosti	Godina																Troškovi (KM)	Nosilac aktivnosti	Izvor finansiranja	Stepen urgentnos ti mjere
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
8	Izrada projektno-tehničke dokumentacije za izgradnju vodonepropusnih jaraka sa obje strane aleje Ilidža-Vrelo Bosne i pristupnog puta prema Stojčevcu i ceste koja vodi od Vrela Bosne prema Rimskom mostu (mjera iz odluke iz 1975.)																	50.000	Ministarstvo privrede Kantona Sarajevo	vodne naknade koje pripadaju Kantonu	H
9	Izgradnja vodonepropusnih jaraka sa obje strane aleje Ilidža-Vrelo Bosne i pristupnog puta prema Stojčevcu i ceste koja vodi od Vrela Bosne prema Rimskom mostu (mjera iz odluke iz 1975. ⁴¹)																	Troškovi će biti procijenjeni u okviru Projektno tehničke dokumenta cije	Ministarstvo privrede Kantona Sarajevo	vodne naknade koje pripadaju Kantonu	H
10	Priprema projektnog zadatka za izradu projekata prikupljanje i odvodnje otpadnih voda naselja na Stupu (ulica Tvornička).																	10.000	Općina Ilidža, Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša, u saradnji sa KJKP "ViK"	Budžet Općine Ilidža ili vodne naknade koje pripadaju Kantonu	M
11	Izgradnja kanalizacione mreže za naselje na Stupu (lijeva obala rijeke Dobrinje, ulica Tvornička).																	Troškovi će biti procijenjeni u okviru Projektno tehničke dokumenta cije	Općina Ilidža, Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša, u saradnji sa KJKP "ViK"	Budžet Općine Ilidža ili vodne naknade koje pripadaju Kantonu	M
12	Izrada programa ispitivanja funkcionalnosti i (eventualno) rekonstrukcije kanalizacione mreže svih privrednih objekata koji se nalaze u industrijskoj zoni Stup.																	15.000	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP"ViK"	Kredit Svjetske banke	M
13	Izrada projektno-tehničke dokumentacije za prikupljanje i odvođenje otpadnih voda (fekalnih i oborinskih) iz objekata u Velikoj Aleji i Srednje šumarske škole.																	35.000	Općina Ilidža	Budžet općine Ilidža	M

⁴¹ Ovo aktivnost treba koordinirati sa planiranim aktivnostima na rekonstrukciji saobraćajnica čiji su nosioci aktivnosti Općina Ilidža, KJU za zaštićena prirodna područja i Direkcija za ceste Kantona.

	Opis aktivnosti	Godina																		Troškovi (KM)	Nosilac aktivnosti	Izvor finansiranja	Stepen urgentnosti mjere	
		1		2		3		4		5		6		7		8		9						10
14	Uklanjanje starog hrasničkog kolektor MB 400, nakon izgradnje projekta prikupljanja i odvodnje otpadnih voda (fekalnih i oborinskih) iz objekata u Velikoj Aleji i Srednje šumarske škole.																				Troškovi će biti procijenjeni u okviru Projektno tehničke dokumenta cije	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“	kredit Svjetske banke i Projekat otpadnih voda	M
15	Izrada projektno-tehničke dokumentacije za uklanjanje monolitnog MB 175/205 kanala koji iz kruga „Famosa“ odvodi atmosfersku vodu i ispušta u rijeku Željeznicu na granici I i II zaštitne zone																				7.000		Vodne naknade Kantona Sarajevo	M
16	Uklanjanje monolitnog MB 175/205 kanala koji iz kruga „Famosa“ odvodi atmosfersku vodu i ispušta u rijeku Željeznicu.																				Troškovi će biti procijenjeni u okviru Projektno tehničke dokumenta cije	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“		M
17	Izrada projektno-tehničke dokumentacije za prikupljanje i odvođenje oborinskih voda (privredna zona Hrasnica).																				Predviđeno Regulacioni m planom privredne zone Hrasnica	Općina Ilidža	Budžet općine Ilidža	H
18	Izrada i provođenje programa ispitivanja kvaliteta zemljišta u II i III zaštitnoj zoni izvorišta Bačevo i prijedloga mjera.																				100.000	Federalni zavod za agropedologiju, Ministarstvo privrede Kantona u saradnji KJKP“ViK“	Federalni zavod za agropedologiju (Budžet Vlade FBiH) i Ministarstvo privrede Kantona Sarajevo	H
19	Provođenje mjera sanacije zemljišta																				Troškovi će biti procijenjeni u okviru programa	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“	Ministartvo privrede Kantona Sarajevo	H
20	Izrada programa standardnih i dodatnih mjera za benzinske stanice uz saobraćajnice i mjera upravljanja																				-	Resorno ministarstvo Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“	Ministartvo privrede Kantona Sarajevo	H

	Opis aktivnosti	Godina										Troškovi (KM)	Nosilac aktivnosti	Izvor finansiranja	Stepen urgentnosti mjere
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
	trafostanicama i transformatorskim stanicama .														
21	Izrada projektno-tehničke dokumentacije i rekonstrukcija fekalnog kolektora Bjelašnica-Igman-Hadžići, za dionice unutar predviđene III zone sanitarne zaštite u ukupnoj dužini od 6.905 m (dionice Kabalovo- Mrazište, L=2.695 m, Mrazište-Grkarica, L=840 m i Grkarica-Babin Do, L=3.370 m.											75.000	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP "ViK"	napomena ⁴²	H
22	Rekonstrukcija fekalnog kolektora Bjelašnica-Igman-Hadžići, za dionice unutar predviđene III zone sanitarne zaštite u ukupnoj dužini od 6.905 m (dionice Kabalovo- Mrazište, L=2.695 m, Mrazište-Grkarica, L=840 m i Grkarica-Babin Do, L=3.370 m.											(procjena 300.000 KM/km)		napomena ⁴³	H
23	Regulacija rijeke Željeznice na potezu Ratni most u Sokolovićima –entitetska granica											7.200.000	Agencija za vodno područje slivova rijeke Save	Agencija za vodno područje slivova rijeke Save	M
24	Uređenje korita rijeke Večerice (potez ušće-Glavogodina)											50.000	Ministarstvo privrede i općina Ilidža	Vodne naknade Kantona Sarajevo	V
25	Uklanjanje individualnih objekata za uzgoj stoke i peradi iz II i III zaštitne zone izvorišta											100.000	Općina Ilidža	Budžet općine Ilidža	H
26	Izrada programa sanacije odlagališta otpada											30.000	Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša, KJKP "Rad" i Općina Ilidža	Budžeti Općine i Kantona	H
27	Sanacija odlagališta otpada.											Troškovi će biti procijenjeni	Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša, KJKP		H

⁴² Aktivnosti pod rednim brojem 21. i 22. su u velikoj mjeri završene. Potrebno je utvrditi stepen završenosti u početnoj fazi implementacije mjera zaštite izvorišta Sarajevsko polje i u skladu sa nalazima izvršiti korekciju.

⁴³ Aktivnosti pod rednim brojem 21. i 22. su u velikoj mjeri završene. Potrebno je utvrditi stepen završenosti u početnoj fazi implementacije mjera zaštite izvorišta Sarajevsko polje i u skladu sa nalazima izvršiti korekciju.

	Opis aktivnosti	Godina																Troškovi (KM)	Nosilac aktivnosti	Izvor finansiranja	Stepen urgentnosti mjere					
		1		2		3		4		5		6		7		8						9		10		
																					u okviru Projektno tehničke dokumentacije	"Rad" i Općina Ilidža				
28	Izrada programa prikupljanja, transporta i odvoza otpada iz domaćinstava, naročito dionice - r Bosne od izvora do filter stanice „Bosna“, - rijeke Željeznice (naročito dionica oko Ratnog mosta u Sokolovićima, desna obala na dionici ratni most-uzvodno prema Vojkovićima), - Večerica (sve dionice toka kroz naseljena mjesta).																				20.000	Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša, KJKP "Rad" i Općina Ilidža	Budžeti Općine i Kantona	M		
29	Provođenje programa prikupljanja, transporta i odvoza otpada iz domaćinstava					Kontinuirana aktivnost																Troškovi u okviru redovnih aktivnosti	Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša, KJKP "Rad" i Općina Ilidža	Budžeti Općine i Kantona	M	
30	Za domaćinstva koja drže stoku i perad za vlastite potrebe, potrebno je izraditi program korištenja i zbrinjavanja stajskog gnojiva, prikupljanja i zbrinjavanja otpadnih voda, a zatim za ovaj program planirati i dinamiku provođenja predloženih mjera.																				20.000	Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša i Općina ilidža	Budžeti Općine i Kantona	H		
31	Provođenje programa korištenja i zbrinjavanja stajskog gnojiva, prikupljanja i zbrinjavanja otpadnih voda za domaćinstva koja drže stoku i perad za vlastite potrebe, prikupljanja i zbrinjavanja otpadnih voda.																				Troškovi će biti procijenjeni u okviru Programa mjera					H
32	Izrada programa za uvođenje promjena, odnosno prelaska na poljoprivrednu proizvodnju zdrave hrane bez korištenja vještačkih đubriva, stajnjaka, pesticida , herbicida i insekticida, za domaćinstva koja su se do sada bavila poljoprivrednom proizvodnjom, a koristili																				20.000					H

	Opis aktivnosti	Godina										Troškovi (KM)	Nosilac aktivnosti	Izvor finansiranja	Stepen urgentnosti mjere
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
	su đubriva i zaštitna sredstva.														
33	Provođenje programa za uvođenje promjena, odnosno prelaska na poljoprivrednu proizvodnju zdrave hrane bez korištenja vještačkih đubriva, stajnjaka, pesticida, herbicida i insekticida, za domaćinstva koja su se do sada bavila poljoprivrednom proizvodnjom, a koristili su đubriva i zaštitna sredstva.											Troškovi će biti procijenjeni u okviru Programa mjera			H
34	Provođenje sanacionih i uzgojnih mjera na šumskim ekosistemima	Kontinuirana aktivnost										Troškovi u okviru redovnih aktivnosti	Ministarstvo privrede Kantona Sarajevo i JP nadležna za upravljanje šumama	Budžet Kantona Sarajevo	M
35	Izrada programa kojim će se definirati obim i vrsta osmatračkih objekata i opreme, vrsta i metodologija istražnih radova za definiranje odnosa hladnih i termalnih i termomineralnih voda.											20.000	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo	Budžet Kantona Sarajevo	M
36	Provođenje istražnih radova za definiranje odnosa hladnih i termalnih i termomineralnih voda.											Troškovi će biti procijenjeni u okviru Programa mjera	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo	Budžet Kantona Sarajevo	M
37	Monitoring kvantiteta i kvaliteta površinskih voda rijeke Bosne, unutar zona sanitarne zaštite izvorišta Sarajevsko polje (dva profila Vrelo Bosne i Plandište)			Kontinuirana aktivnost								40.000/godišnje	Agencija za vodno područje slivova rijeke Save	Agencija za vodno područje slivova rijeke Save	H
38	Monitoring kvantiteta i kvaliteta površinskih voda rijeke Željeznice, unutar zona sanitarne zaštite izvorišta Sarajevsko polje (dva profila Lasički Mlini i Ilidža)			Kontinuirana aktivnost								40.000/godišnje	Agencija za vodno područje slivova rijeke Save	Agencija za vodno područje slivova rijeke Save	H
39	Monitoring kvantiteta i kvaliteta vodotoka Večerice, unutar zona sanitarne zaštite izvorišta Sarajevsko polje (profil Glavogodina)			Kontinuirana aktivnost								20.000/godišnje	Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša Kantona Sarajevo	Vodne naknade Kantona Sarajevo	H

	Opis aktivnosti	Godina										Troškovi (KM)	Nosilac aktivnosti	Izvor finansiranja	Stepen urgentnosti mjere
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
39	Monitoring kvantiteta i kvaliteta vodotoka Stojčevac (profil Stojčevac)			Kontinuirana aktivnost								20.000/godišnje	KJKP "ViK"		H
40	Izrada programa radova kojim se specificiraju sva potrebna ispitivanja, istraživanja i testiranja u Sarajevskom polju, a u cilju unaprjeđenja rada bunara.											10.000			H
41	Izvođenje planiranih ispitivanja, istraživanja i testiranja u Sarajevskom polju, a u cilju unaprjeđenja rada bunara.											200.000			H
42	Ugradnja pijezometara na granici prve i druge zaštitne zone izvorišta Sokolovići za potrebe praćenja kvaliteta (fizikalno-hemijski parametri) podzemnih voda. (cca 5 pijezometara).			Kontinuirana aktivnost								10.000/godišnje			H

Tabela 17.3.2. Urgentne mjere dobivene proračunom potencijalnog rizika zagađenja od postojećih aktivnosti

	Opis aktivnosti	Godina	Troškovi		Nosilac aktivnosti	Stepen urgentnosti
	Uklanjanje deponija u Ulici Plandište i deponije Jasike	ODMAH	-	Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša i općina Ilidža	Budžet Kantona Sarajevo	V

17.3.1 REKAPITULACIJA

Sve predložene mjere grupirane se u tri kategorije, u skladu sa zahtjevima Projektnog zadatka:

- Veoma hitne mjere (V),
- Hitne mjere (H) i
- Manje hitne mjere (M).

Kriteriji za određivanje stepena urgentnosti su bili:

- Osiguranje fizičke zaštite izvorišne zone,
- Uticaj predložene mjere na povećanje stepena zaštite izvorišta i
- Trajanje provedbe predložene mjere.

Tako su sve mjere koje spadaju u kategoriju kontinuiranih aktivnosti po gore usvojenom kriteriju ocijenjene kao hitne mjere, obzirom da nije moguće njihovo provođenje u kratkom roku.

17.3.1.1 VEOMA HITNE MJERE (V)

Tabela 17.3.3. Pregled veoma hitnih mjera

	Opis aktivnosti	Troškovi (KM)	Nosilac aktivnosti	Izvor finansiranja	Stepen urgentnosti mjere
1.	Usvajanje odluke o zaštiti izvorišta	-			V ⁴⁴
2.	Ograđivanje I zaštitne zone izvorišta, uređenje prostora (cca 15.000 m)	150KM/m'	KJKP“ViK“	KJKP“ViK“	V
3.	Postavljanje znakova – tabli sa oznakama zaštitnih zona i zaštitnih mjera u slivnim područjima	20.000			
6.	Izrada projektno-tehničke dokumentacije za prikupljanje i odvođenje otpadnih voda iz stambenih i ugostiteljskih objekata u II i III zaštitnoj zoni (koji trenutno koriste septičke jame). Ovom dokumentacijom potrebno je izgradnju samostalnih sistema za tretman otpadnih voda ili eventualno izgradnju nepropusnih septičkih jama.	25.000	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“	kredit Svjetske Banke za Projekat otpadnih voda	V
7	Izvođenje kanalizacione mreže u zaštitnim zonama izvorišta i uklanjanje septičkih jama (II zaštitna zona), izgradnja samostalnih sistema za tretman otpadnih voda ili eventualno izgradnja nepropusnih septičkih jama.	Troškovi će biti procijenjeni u okviru Projektno tehničke dokumentacije	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“	kredit Svjetske Banke za Projekat otpadnih voda	V
24	Uređenje korita rijeke Večerice (potez ušće-Glavogodina)	50.000	Ministarstvo privrede i općina Ilidža	Vodne naknade Kantona Sarajevo	V

⁴⁴ V-vrlo hitno, H-hitno, M- manje hitno

	Opis aktivnosti	Troškovi		Nosilac aktivnosti	Stepen urgentnosti
	Uklanjanje deponija u Ulici Plandište i deponije Jasike	-	Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša i općina Ilidža	Budžet Kantona Sarajevo	V

17.3.1.2 HITNE MJERE (H)

Tabela 17.3.4. Pregled hitnih mjera

	Opis aktivnosti	Troškovi (KM)	Nosilac aktivnosti	Izvor finansiranja	Stepen urgentnosti mjere
4.	Izrada programa dinamike otkupa zemljišta u I-im zaštitnim zonama	20.000	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“ i općinom Ilidža	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“ i općinom Ilidža	H
5	Otkup zemljišta u I-im zaštitnim zonama.	1.299.131	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo	Naknada od legalizacije bespravno izgrađenih objekata, vodne naknade koje pripadaju Kantonu i Budžet Kantona	H
8	Izrada projektno-tehničke dokumentacije za izgradnju vodonepropusnih jaraka sa obje strane aleje Ilidža-Vrelo Bosne i pristupnog puta prema Stojčevcu i ceste koja vodi od Vrela Bosne prema Rimskom mostu (mjera iz odluke iz 1975.)	50.000	Ministarstvo privrede Kantona Sarajevo	vodne naknade koje pripadaju Kantonu	H
9	Izgradnja vodonepropusnih jaraka sa obje strane aleje Ilidža-Vrelo Bosne i pristupnog puta prema Stojčevcu i ceste koja vodi od Vrela Bosne prema Rimskom mostu (mjera iz odluke iz 1975. ⁴⁵)	Troškovi će biti procijenjeni u okviru Projektno tehničke dokumentacije	Ministarstvo privrede Kantona Sarajevo	vodne naknade koje pripadaju Kantonu	H
17	Izrada projektno-tehničke dokumentacije za prikupljanje i odvođenje oborinskih voda (privredna zona Hrasnica).	Predviđeno Regulacionim planom privredne zone Hrasnica	Općina Ilidža	Budžet općine Ilidža	H
18	Izrada i provođenje programa ispitivanja kvaliteta zemljišta u II i III zaštitnoj zoni izvorišta Bačevo i prijedloga mjera.	100.000	Federalni zavod za agropedologiju, Ministarstvo privrede Kantona u saradnji KJKP“ViK“	Federalni zavod za agropedologiju (Budžet Vlade FBiH) i Ministarstvo privrede Kantona Sarajevo	H
19	Provođenje mjera sanacije zemljišta	Troškovi će biti procijenjeni u okviru programa	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“	Ministarstvo privrede Kantona Sarajevo	H
20	Izrada programa standardnih i dodatnih mjera za benzinske stanice uz saobraćajnice i mjera upravljanja trafostanicama i transformatorskim stanicama .	-	Resorno ministarstvo Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“	Ministarstvo privrede Kantona Sarajevo	H
21	Izrada projektno-tehničke dokumentacije i rekonstrukcija fekalnog kolektora Bjelašnica-Igman-Hadžići, za dionice unutar predviđene III	75.000	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u	napomena ⁴⁶	H

⁴⁵ Ovo aktivnost treba koordinirati sa planiranim aktivnostima na rekonstrukciji saobraćajnica čiji su nosioci aktivnosti Općina Ilidža, KJU za zaštićena prirodna područja i Direkcija za ceste Kantona.

⁴⁶ Aktivnosti pod rednim brojem 21. i 22. su u velikoj mjeri završene. Potrebno je utvrditi stepen završenosti u početnoj fazi implementacije mjera zaštite izvorišta Sarajevsko polje i u skladu sa nalazima izvršiti korekciju.

	Opis aktivnosti	Troškovi (KM)	Nosilac aktivnosti	Izvor finansiranja	Stepen urgentnosti mjere
	zone sanitarne zaštite u ukupnoj dužini od 6.905 m (dionice Kabalovo- Mrazište, L=2.695 m, Mrazište-Grkarica, L=840 m i Grkarica-Babin Do, L=3.370 m.		saradnji KJKP "ViK"		
22	Rekonstrukcija fekalnog kolektora Bjelašnica-Igman-Hadžići, za dionice unutar predviđene III zone sanitarne zaštite u ukupnoj dužini od 6.905 m (dionice Kabalovo- Mrazište, L=2.695 m, Mrazište-Grkarica, L=840 m i Grkarica-Babin Do, L=3.370 m.	(procjena 300.000 KM/km)		napomena ⁴⁷	H
25	Uklanjanje individualnih objekata za uzgoj stoke i peradi iz II i III zaštitne zone izvorišta	100.000	Općina Ilidža	Budžet općine Ilidža	H
26	Izrada programa sanacije odlagališta otpada	30.000	Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša, KJKP "Rad" i Općina Ilidža	Budžeti Općine i Kantona	H
27	Sanacija odlagališta otpada.	Troškovi će biti procijenjeni u okviru Projektno tehničke dokumentacije	Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša, KJKP "Rad" i Općina Ilidža		H
30	Za domaćinstva koja drže stoku i perad za vlastite potrebe, potrebno je izraditi program korištenja i zbrinjavanja stajskog gnojiva, prikupljanja i zbrinjavanja otpadnih voda, a zatim za ovaj program planirati i dinamiku provođenja predloženih mjera.	20.000	Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša i Općina Ilidža	Budžeti Općine i Kantona	H
31	Provođenje programa korištenja i zbrinjavanja stajskog gnojiva, prikupljanja i zbrinjavanja otpadnih voda za domaćinstva koja drže stoku i perad za vlastite potrebe, prikupljanja i zbrinjavanja otpadnih voda.	Troškovi će biti procijenjeni u okviru Programa mjera			H
32	Izrada programa za uvođenje promjena, odnosno prelaska na poljoprivrednu proizvodnju zdrave hrane bez korištenja vještačkih đubriva, stajnjaka, pesticida, herbicida i insekticida, za domaćinstva koja su se do sada bavila poljoprivrednom proizvodnjom, a koristili su đubriva i zaštitna sredstva.	20.000			H
33	Provođenje programa za uvođenje promjena, odnosno prelaska na poljoprivrednu proizvodnju zdrave hrane bez korištenja vještačkih đubriva, stajnjaka, pesticida, herbicida i insekticida, za domaćinstva koja su se do sada bavila poljoprivrednom proizvodnjom, a koristili su đubriva i zaštitna sredstva.	Troškovi će biti procijenjeni u okviru Programa mjera			H
37	Monitoring kvantiteta i kvaliteta površinskih voda rijeke Bosne, unutar zona sanitarne zaštite izvorišta Sarajevsko polje (dva profila Vrelo Bosne i Plandište)	40.000/godišnje	Agencija za vodno područje slivova rijeke Save	Agencija za vodno područje slivova rijeke Save	H
38	Monitoring kvantiteta i kvaliteta površinskih voda rijeke Željeznice, unutar zona sanitarne zaštite izvorišta Sarajevsko polje (dva profila Lasički Mlini i Ilidža)	40.000/godišnje	Agencija za vodno područje slivova rijeke Save	Agencija za vodno područje slivova rijeke Save	H
39	Monitoring kvantiteta i kvaliteta vodotoka Večerice, unutar zona sanitarne zaštite izvorišta Sarajevsko polje (profil Glavogodina)	20.000/godišnje	Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša Kantona Sarajevo KJKP "ViK"	Vodne naknade Kantona Sarajevo	H
39	Monitoring kvantiteta i kvaliteta vodotoka	20.000/godišnje			H

⁴⁷ Aktivnosti pod rednim brojem 21. i 22. su u velikoj mjeri završene. Potrebno je utvrditi stepen završenosti u početnoj fazi implementacije mjera zaštite izvorišta Sarajevsko polje i u skladu sa nalazima izvršiti korekciju.

	Opis aktivnosti	Troškovi (KM)	Nosilac aktivnosti	Izvor finansiranja	Stepen urgentnosti mjere
	Stojčevac (profil Stojčevac)	e			
40	Izrada programa radova kojim se specificiraju sva potrebna ispitivanja, istraživanja i testiranja u Sarajevskom polju, a u cilju unaprjeđenja rada bunara.	10.000			H
41	Izvođenje planiranih ispitivanja, istraživanja i testiranja u Sarajevskom polju, a u cilju unaprjeđenja rada bunara.	200.000			H
42	Ugradnja pijezometara na granici prve i druge zaštitne zone izvorišta Sokolovići za potrebe praćenja kvaliteta (fizikalno-hemijski parametri) podzemnih voda. (cca 5 pijezometara).	10.000/godišnj e			H

17.3.1.3 MANJE HITNE MJERE (M)

Tabela 17.3.5. Pregled manje hitnih mjera (M)

	Opis aktivnosti	Troškovi (KM)	Nosilac aktivnosti	Izvor finansiranja	Stepen urgentnosti mjere
10	Priprema projektnog zadatka za izradu projekata prikupljanje i odvodnje otpadnih voda naselja na Stupu (ulica Tvornička).	10.000	Općina Ilidža, Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša, u saradnji sa KJKP "ViK"	Budžet Općine Ilidža ili vodne naknade koje pripadaju Kantonu	M
11	Izgradnja kanalizacione mreže za naselje na Stupu (lijeva obala rijeke Dobrinje, ulica Tvornička).	Troškovi će biti procijenjeni u okviru Projektno tehničke dokumentacije	Općina Ilidža, Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša, u saradnji sa KJKP "ViK"	Budžet Općine Ilidža ili vodne naknade koje pripadaju Kantonu	M
12	Izrada programa ispitivanja funkcionalnosti i (eventualno) rekonstrukcije kanalizacione mreže svih privrednih objekata koji se nalaze u industrijskoj zoni Stup.	15.000	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP "ViK"	Kredit Svjetske banke	M
13	Izrada projektno-tehničke dokumentacije za prikupljanje i odvođenje otpadnih voda (fekalnih i oborinskih) iz objekata u Velikoj Aleji i Srednje šumarske škole.	35.000	Općina Ilidža	Budžet općine Ilidža	M
14	Uklanjanje starog hrasničkog kolektor MB 400, nakon izgradnje projekta prikupljanja i odvodnje otpadnih voda (fekalnih i oborinskih) iz objekata u Velikoj Aleji i Srednje šumarske škole.	Troškovi će biti procijenjeni u okviru Projektno tehničke dokumentacije	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP "ViK"	kredit Svjetske banke i Projekat otpadnih voda	M
15	Izrada projektno-tehničke dokumentacije za uklanjanje monolitnog MB 175/205 kanala koji iz kruga „Famosa“ odvodi atmosfersku vodu i ispušta u rijeku Željeznicu na granici I i II zaštitne zone	7.000			M
16	Uklanjanje monolitnog MB 175/205 kanala koji iz kruga „Famosa“ odvodi atmosfersku vodu i ispušta u rijeku Željeznicu.	Troškovi će biti procijenjeni u okviru Projektno tehničke dokumentacije	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP "ViK"	Vodne naknade Kantona Sarajevo	M

	Opis aktivnosti	Troškovi (KM)	Nosilac aktivnosti	Izvor finansiranja	Stepen urgentnosti mjere
23	Regulacija rijeke Željeznice na potezu Ratni most u Sokolovićima –entitetska granica	7.200.000	Agencija za vodno područje slivova rijeke Save	Agencija za vodno područje slivova rijeke Save	M
28	Izrada programa prikupljanja, transporta i odvoza otpada iz domaćinstava, naročito dionice • r Bosne od izvora do filter stanice „Bosna“, • rijeke Željeznice (naročito dionica oko Ratnog mosta u Sokolovićima, desna obala na dionici ratni most-uzvodno prema Vojkovićima), • Večerica (sve dionice toka kroz naseljena mjesta).	20.000	Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša, KJKP "Rad" i Općina Ilidža	Budžeti Općine i Kantona	M
29	Provođenje programa prikupljanja, transporta i odvoza otpada iz domaćinstava	Troškovi u okviru redovnih aktivnosti	Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša, KJKP "Rad" i Općina Ilidža	Budžeti Općine i Kantona	M
34	Provođenje sanacionih i uzgojnih mjera na šumskim ekosistemima	Troškovi u okviru redovnih aktivnosti	Ministarstvo privrede Kantona Sarajevo i JP nadležna za upravljanje šumama	Budžet Kantona Sarajevo	M
35	Izrada programa kojim će se definirati obim i vrsta osmatračkih objekata i opreme, vrsta i metodologija istražnih radova za definiranje odnosa hladnih i termalnih i termomineralnih voda.	20.000	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo	Budžet Kantona Sarajevo	M
36	Provođenje istražnih radova za definiranje odnosa hladnih i termalnih i termomineralnih voda.	Troškovi će biti procijenjeni u okviru Programa mjera	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo	Budžet Kantona Sarajevo	M

17.3.1.4 REKAPITULACIJA TROŠKOVA PO GODINAMA IMPLEMENTACIJE

U narednoj tabeli je prikazana rekapitulacija procijenjenih troškova provođenja mjera po godinama.

Tabela 17.3.6. Troškovi provođenja mjera po godinama

Godina	Druga	Treća	Četvrt	Peta	UKUPNO
Troškovi (KM)	3.114.826	5.656.826	5.624.826	5.599.826	19.996.305

Godišnji troškovi monitoringa 130.000 KM, od čega 80.000 KM troškova monitoringa Agencije za vodno područje rijeke Save i 30.000 KM monitoringa KJKP“ViK“.

U narednoj tabeli je prikazana raspodjela troškova po godinama (bez monitoringa) i instituciji koja snosi troškove.

Tabela 17.3.7. Raspodjela troškova po godinama i institucijama

	Kanton	Općina Ilidža	KJKP“ViK“	AVP Sava	Federalni agropedološki zavod
II	2.864.826	160.000	0	0	100.000
III	2.659.826	25.000	607.000	2.400.000	0
IV	2.599.826	25.000	600.000	2.400.000	0
V	2.599.826	0	600.000	2.400.000	0
Ukupno	10.724.304	210.000	1.807.000	7.200.000	100.000

Troškovi koji u ovom trenutku ne mogu biti procijenjeni su prikazani u narednoj tabeli.

Tabela 17.3.8. Radovi u okviru programa mjera koji će se procijeniti u okviru projektne dokumentacije

Opis aktivnosti	Nosilac aktivnosti	Stepen urgentnosti mjere
Izvođenje kanalizacione mreže u zaštitnim zonama izvorišta i uklanjanje septičkih jama (II zaštitna zona), izgradnja samostalnih sistema za tretman otpadnih voda ili eventualno izgradnja nepropusnih septičkih jama.	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“	V
Izgradnja vodonepropusnih jaraka sa obje strane aleje Ilidža-Vrelo Bosne i pristupnog puta prema Stojčevcu i ceste koja vodi od Vrelo Bosne prema Rimskom mostu (mjera iz odluke iz 1975.)	Ministarstvo privrede Kantona Sarajevo	H
Izgradnja kanalizacione mreže za naselje na Stupu (lijeva obala rijeke Dobrinje, ulica Tvornička).	Općina Ilidža, Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša, u saradnji sa KJKP “ViK“	M
Uklanjanje starog hrasničkog kolektor MB 400, nakon izgradnje projekta prikupljanja i odvodnje otpadnih voda (fekalnih i oborinskih) iz objekata u Velikoj Aleji i Srednje šumarske škole.	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“	M
Uklanjanje monolitnog MB 175/205 kanala koji iz kruga „Famosa“ odvodi atmosfersku vodu i ispušta u rijeku Željeznicu.	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“	M
Provođenje mjera sanacije zemljišta	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo u saradnji KJKP“ViK“	H
Sanacija odlagališta otpada.	Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša, KJKP “Rad” i Općina Ilidža	H
Provođenje programa korištenja i zbrinjavanja stajskog gnojiva, prikupljanja i zbrinjavanja otpadnih voda za domaćinstva koja drže stoku i perad za vlastite potrebe, prikupljanja i zbrinjavanja otpadnih voda.	Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša i Općina Ilidža	H
Provođenje programa za uvođenje promjena, odnosno prelaska na poljoprivrednu proizvodnju zdrave hrane bez korištenja vještačkih đubriva, stajnjaka, pesticida , herbicida i insekticida, za domaćinstva koja su se do sada bavila poljoprivrednom proizvodnjom, a koristili su đubriva i zaštitna sredstva.	Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša i Općina Ilidža	H
Provođenje sanacionih i uzgojnih mjera na šumskim ekosistemima	Ministarstvo privrede Kantona Sarajevo i JP nadležna za upravljanje šumama	M
Provođenje istražnih radova za definiranje odnosa hladnih i termalnih i termomineralnih voda.	Resorna ministarstva Kantona Sarajevo	M

1. Analiza mogućnosti direktnog zahvata voda rijeke Bosne na profilu Plandište za potrebe Sarajevskog vodovodnog sistema, Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1996.
2. Bilans voda Sarajevskog polja u funkciji eksploatacije podzemnih voda, HZ/D-576, Zavod za hidrotehniku GF u Sarajevu, Sarajevo, 1990.
3. Derivation methods of soil screening values in Europe. A review and evaluation of national procedures towards harmonisation, European Commission, Joint Research Centre, Ispra, EUR 22805-EN, 306 pp.
4. Dokumentacija KJKP "Vodovod i kanalizacija", Sarajevo
5. Federacija Bosne i Hercegovine (1994). Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće, "Službeni list RBiH", broj 2/92 i 13/94, "Službeni list SFRJ", broj 33/87 i 13/91.
6. Federacija Bosne i Hercegovine (2002). Pravilnik o uslovima za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta voda koje se koriste ili planiraju da koriste za piće, "Službene novine Federacije BiH", broj 51/02.
7. Glavni projekt uređenja korita rijeke Željeznice od naselja Butmir do mosta u Vojkovićima, Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta, 2009. godina
8. Hidrodinamička analiza površinskih i podzemnih voda na lokalitetu Konaci, H3/D-418, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1987.
9. Infiltracioni sistem u Konacima (Izvorište u Sarajevskom polju), HZ/D-582; HZ/D-652, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1990.
10. Informacija o problemima vodozaštitne zone Sarajevsko polje i iznalaženju mogućnosti za trajno rješavanje problema, Stručna služba općina Ilidža, 2009. godina
11. Istraživanje uticaja poremećene ekološke ravnoteže u urbanim područjima grada Sarajeva na kvalitet življenja komponenta voda, I faza studije, Analiza stanja i procjena kvantitativno-kvalitativnog režima voda, HZ/ D-467, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1987.
12. Istražni radovi na prostoru izvorišta rijeke Bosne 1966-1969, 2.3. Hidraulička ispitivanja i probna pumpanja, (Sveska 4.), HZ/D-81, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1971.
13. Istražni radovi na prostoru izvorišta rijeke Bosne 1966-1969, opći geološki i hidrogeološki podaci, HZ/D-81, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1971.
14. Istražni radovi u priobalju rijeke Bosne i izbor vrste objekata za zahvatanje infiltracione podzemne vode, HZ/D-176, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1976.
15. Istražni radovi u Sarajevskom polju u 1985. godini, Idejno rješenje sistema zahvata i transporta vode iz rijeke Bosne do mjesta infiltracije, H6/D-399, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1986.
16. Istražni radovi za potrebe Sarajevskog vodovoda 1986/87 godini, HZ/D-437, HZ/D-478 (knjiga I i II), Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1988.
17. Istražni radovi za potrebe Sarajevskog vodovoda u 1984. Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1985.
18. Istražni radovi za potrebe Sarajevskog vodovoda u 1985. godini, HZ/D--399, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1986.
19. Istražni radovi za potrebe Sarajevskog vodovoda u 1987. godini, HZ/D--491; HZ/D-500, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1988.
20. Istražni radovi za potrebe Sarajevskog vodovoda u 1988. godini, HZ/D-522, HZ/D-522/1, HZ/D-552 (knjiga I i II), Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1989.
21. Istražni radovi za potrebe Sarajevskog vodovoda u 1989. godini, HZ/D-582, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1990.
22. Istražni radovi za potrebe Sarajevskog vodovoda u 1990. godini, HZ/D-652 (knjiga I i II), Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1991.
23. Istražni radovi za utvrđivanje rezervi i zahvatanje voda u Sarajevskom polju -period od 1976-1977. (knjiga I i II), HZ/D-182, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1981.
24. Izdate okolinske dozvole /okolišna dopuštenja u Federaciji BiH u periodu 2004.- 2011, Federalno ministarstvo okoliša i turizma
25. Izvještaj o ispitivanju kvaliteta vode izvorišta u Sarajevskom polju u 1967, HZ/D-81/3, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1968.
26. Izvod iz izvještaja o poslovanju za 2010. godinu, KJKP "Vodovod i Kanalizacija, mart 2011.g

27. Izvorište Sarajevsko polje, Knjiga, autor Busuladžić Hasija, Sarajevo, 2007.
28. Klimatološka analiza za FBiH, period 2010 i 2011, Federalni hidrometeorološki zavod, mjesečne publikacije,
29. Načela dobre poljoprivredne prakse, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja Republike Hrvatske, 2009. godina.
30. Praćenje infiltracije površinskih voda u podzemlje Sarajevskog polja - Interventne mjere, H1/D-363, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1984.
31. Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Službeni glasnik BiH 40/10).
32. Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće, Službeni list SFRJ br. 33, 1987, str. 865-874.
33. Pravilnik o uslovima za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta voda koja se koriste ili planiraju koristiti za piće, Službene novine Federacije BiH, br. 51, 2002, str. 2297-2302.
34. Pravilnik o načinu utvrđivanja uslova za određenje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta vode za javno vodosnabdijevanje stanovništva („Službene novine FBiH“ br. 88/12)
35. Preliminarni bilans potrebnih i raspoloživih količina vode u Sarajevskom vodovodnom sistemu u periodu do 2000. godine, H6/D-516, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1988.
36. Prilog analizi tehničkog rješenja vještačkog prihranjivanja podzemne vode uz primjenu monitoringa kvaliteta. Magistarski rad, Busuladžić Hasija Građevinski fakultet, Sarajevo, 2006.
37. Prilog metodologiji identifikacije transportnih procesa u intergranularnoj sredini za potrebe projektovanja i upravljanja zonama sanitarne zaštite izvorišta podzemnih voda, Doktorska disertacija, Osmančević Sarajevo, 1988.
38. Prilog proučavanju kolmacije upojnih bunara pri vještačkom prihranjivanju akvifera, Doktorska disertacija, Milašinović (Z.). Sarajevo, 1992.
39. Privremeno tehničko rješenje za obezbjeđenje infiltracije voda rijeke Večerice, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, H1/D-478, Sarajevo, 1987.
40. Problemi zaštite korištenja voda na području Sarajeva posmatrani sa stanovišta uređenja prostora i zaštite sredine, Studija, HZ/C137/2, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1975.
41. Procjena ugroženosti Bosne i Hercegovine od prirodnih ili drugih nesreća, Vijeće Ministara BiH, 2011. godina
42. Program istražnih radova za potrebe Sarajevskog vodovoda u 1988. godini, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1988.
43. Program istražnih radova za potrebe Sarajevskog vodovoda u 1991. godini, Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1991.
44. Program mjera za zaštitu izvorišta vode Sarajevsko polje od otpadnih voda Famosa, HZ/D-282, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1981.
45. Projekt zahvata voda za vodosnabdijevanje Sarajeva sa prostora izvorišta Sarajevsko polje (tender i tehnička specifikacija zahvata voda iz horizonta kraškog akvifera, D-819/3). Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1996.
46. Prostorni plan Kantona Sarajevo 2003.do 2023. godine,
47. Rezerve vode šireg izvorišta rijeke Bosne i njihov regionalni značaj, HZ/C-84, Sarajevo, 1971.
48. Rezultati ispitivanja kvaliteta vode na prostoru Bačevo -Vojkovići u 1966., HZ/D-81, Zavod za hidrotehniku GF u Sarajevu, Sarajevo, 1966.
49. Režim podzemnih voda dijela Sarajevskog polja obod Igman -r. Željeznica -Aleja, HZ/D-38, Grupa za hidrologiju, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1963.
50. Strategija razvoja općine Ilidža za period 2008 – 2013 godine, 2007.g.
51. Strategija razvoja općine Trnovo 2007-2011 godine, 2007.g.
52. Strategijska procjena okoliša za potrebe izrade Regulacionog plana „Privreda zona Hrasnica, 2010. Godina, Dvokut, Sarajevo.
53. Stručno praćenje i projektantski nadzor nad izvođenjem strukturno- pijezometarskih bušotina i bunara u Sarajevskom polju, H1/D-422, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1986.
54. Studija Hidrotermalni resursi područja Ilidže. Zavod za geologiju Sarajevo, Sarajevo, 1999.
55. Studija zaštite izvorišta Stup, HZ/D-217, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1978.
56. Šumskogospodarska osnova za „Igmansko“ šumskogospodarsko područje za period 01.01.2004.-31.12.2013. godine, JP Bosanskohercegovačke šume, Sarajevo
57. The contribution of landmines to land degradation. A. Berhe, Ecosystem Sciences Division, University of California, Berkeley, USA, 2006.
58. Unapređenje životne sredine na području grada Sarajeva u oblasti voda, Stanje i aktivnosti, Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1991.

59. Urbanistički plan grada Sarajeva za urbano područje Sarajeva (Stari grad, Centar, Novo Sarajevo, Novi grad, Ilidža i Vogošća) za period od 1986. Do 2015. Godine prečišćeni tekst , (Službene novine Kantona Sarajevo br 5/99.)
60. Utjecaj industrije na okoliš istraživanje i monitoring tla i podzemne vode onečišćene mineralnim uljima, Neven Kralj, 2010. godina
61. Višenamjenski vodoprivredni podsistem Crna Rijeka (VVPCR), Idejni projekat, B-infiltracione i vodozahvatne zone u Sarajevskom polju, D-879, Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 1999.
62. Zakon o proglašenju spomenika prirode "Vrelo Bosne", (Službene novine Kantona Sarajevo br 3/10.)
63. Zakon o vodama, "Službene novine Federacije BiH", broj 70/06.