



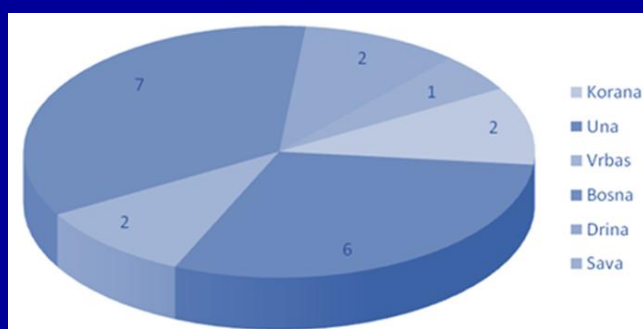
PLAN UPRAVLJANJA VODAMA

ZA VODNO PODRUČJE RIJEKE SAVE U FEDERACIJI BOSNE I HERCEGOVINE

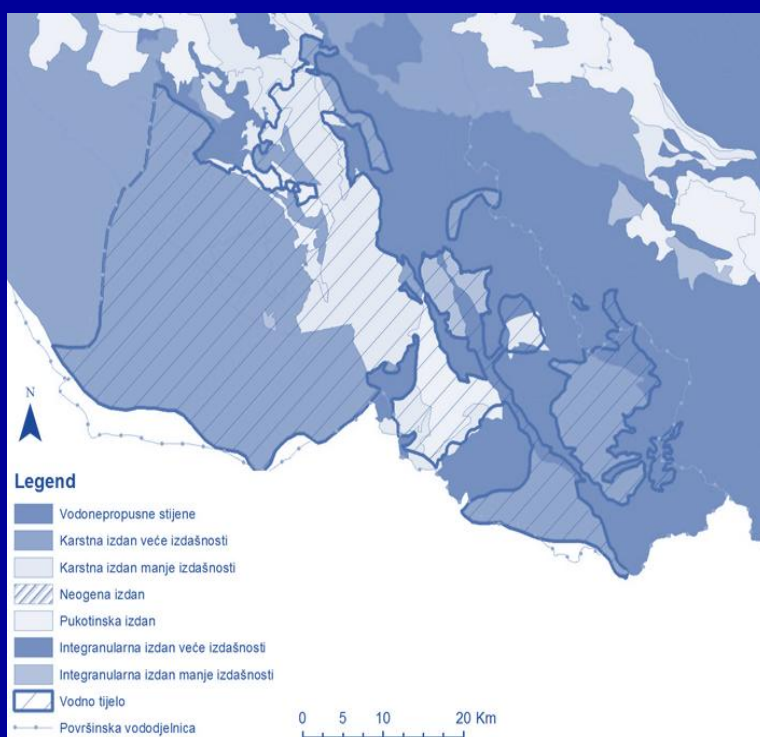
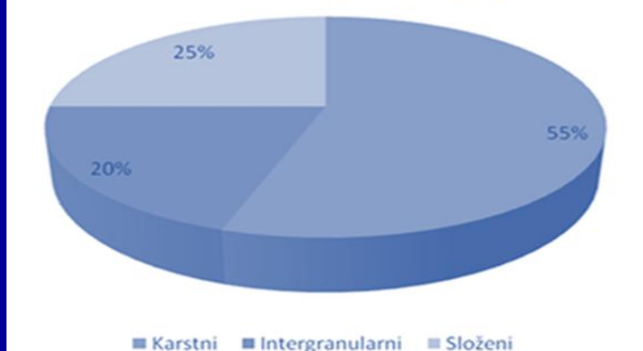
(2016 – 2021)

Prateći dokument br. 4

- Podzemne vode -



Procenat GVTPV u FBiH prema tipu poroznosti



LISTA SKRAĆENICA I AKRONIMA

μ	Koeficijent specifične izdašnosti (efektivne poroznosti)
α	Koeficijent pražnjenja (karstnog akvifera)
A	Akvifer (izdan)
Acl	Akviklud (stijene sa slabom vodopropusnošću i malim rezervama vode)
BD BiH	Brčko Distrikt BiH
Bilansne rezerve	Odnosi se na dinamičke (obnovljive) rezerve podzemnih voda koje se mogu aktivno koristiti
CIS	Common Implementation Strategy on Water Framework Directive (Zajednička strategija implementacije EU Okvirne direktive o vodama)
DEM	Digital Elevation Model (Digitalni elevacioni model)
Do	Dolomiti
DPSIR analiza	Driving forces, Pressures, Strenght, Impacts, Response (Pokretači, pritisci, jačina, uticaji, odzivi)
EBS	Ekvivalentan broj stanovnika
EU	Evropska unija
FBiH	Federacija Bosne i Hercegovine
GVTPV	Grupa vodnih tijela podzemnih voda
I	Vodno tijelo podzemnih voda integranularne poroznosti
ICPDR	International Commission for the Protection of the Danube River (Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Dunav)
ISRBC	International Sava Riber Basin Commission (Međunarodna komisija za sliv rijeke Save)
IUCN	Međunarodna unija za konzervaciju prirode (International Union for Conservation of Nature)
K	Vodno tijelo podzemnih voda karstne poroznosti
Kf	Koeficijent filtracije
Kr	Krečnjaci
M	Mješoviti tip izdani prema hidrodinamičkim karakteristikama (kombinacija izdani sa slobodnim nivoom i izdani sa nivoom pod pritiskom)
Nivo pouzdanosti	S, VV, V, GP, N: Sigurno, Vrlo vjerovatno, Vjerovatno, Grubo procijenjeno, Nesigurno
ODV	Okvirna direktiva o vodama Evropske unije
P	Vodno tijelo podzemnih voda pukotinske poroznosti
PP	Hidrodinamički nivo izdani pod pritiskom
Pr	Propusno
PV	Podzemne vode
PVŠ	Prihranjivanje na račun površinskih voda
PVT	Podzemno vodno tijelo
Q	Srednja izdašnost vrela
Q_{max}	Minimalna izdašnost vrela
R	Padavine (rainfalls)
RS	Republika Srpska
S	Slobodni hidrodinamički nivo izdani
SI	Vodno tijelo sa složenim tipom poroznosti (npr. karstno – pukotinsko)
Sn	Prihranjivanje na račun otapanja snijega
T	Transmisibilnost (transmisivnost)

TEC	Theoretical Effective Circle (Teoretski efektivni krugovi)
Tip PVT	Tip podzemnog vodnog tijela : I – unutarentitesko (Inner Entity); IE – međuentitetsko (Inter Entity); TBA – međugranično (Transboundary)
TN	potpuno ili dominantno nepropusno (<i>aquifuge</i>)
UKTAG	United Kindgom Technical Advisory Group (Tehnička savjetodavna grupa Velike Britanije)

LISTA KLJUČNIH TERMINA

EU WFD	Ovaj izvještaj	Zakon o vodama FBiH	Zakon o vodama RS
River Basin	Sliv rijeke	Riječni bazen (sliv)	Riječni sliv
River Basin District	Slivno područje rijeke ili RBD	Vodno područje (distrikt)	Oblasni riječni sliv (distrikt)
River Basin Management Plan	RBM plan	Plan upravljanja vodama (vodnog područja)	Plan upravljanja (oblasnim) riječnim slivom

SADRŽAJ

1.	UVOD	14
2.	Metodologija izdvajanja grupa vodnih tijela za analize u Planu upravljanja.....	16
2.1	Hidrogeološke karakteristike istražnog prostora	22
2.2	Lokacija, granice i karakterizacija vodnih tijela podzemnih voda	26
2.2.1	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Donji sliv Korane – Velika Kladuša	30
2.2.2	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Korane – Cazin	33
2.2.3	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Srednji sliv Une	36
2.2.4	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Grmeč	39
2.2.5	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Une	42
2.2.6	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Srednji sliv Sane	46
2.2.7	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Sane	50
2.2.8	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Aluvijon Sane	53
2.2.9	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Vrbasa	55
2.2.10	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Srednji sliv Vrbasa.....	59
2.2.11	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Igman – Jahorina	62
2.2.12	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Sarajevsko – Zeničko polje	66
2.2.13	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Zapadna Romanija	69
2.2.14	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Gostilje i Spreče.....	72
2.2.15	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Stanarski basen	75
2.2.16	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Tuzlansko – Sprečko polje.....	78
2.2.17	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Vlačić – Plava voda	82
2.2.18	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Drinjača	85
2.2.19	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Romanija - Devetak	88
2.2.20	Grupa vodnih tijela podzemnih voda Posavina	92
2.3	Postojeći značajni pritisci na podzemne vode	95
2.3.1	Tačkasti izvori zagađenja	97
2.3.2	Difuzni izvori zagađenja	103
2.4	Postojeća monitoring mreža	114
2.4.1	Kvantitativni monitoring podzemnih voda	114
2.4.2	Kvalitativni monitoring podzemnih voda.....	116
2.5	Koncept bilansiranja podzemnih voda na regionalnom nivou – podloga za ocjenu kvantitativnog pritiska	117
2.6	Ocjena ranjivosti akvifera i podzemnih voda na regionalnom nivou	125
2.7	Nepotpunost i nepouzdanost podataka	131
3.	Ekološki ciljevi za podzemne vode	133

3.1	Ocjena bilansnih rezervi podzemnih voda u okviru GVTPV.....	136
3.2	Ocjena stanja ranjivosti podzemnih voda – rezultat primene metode SODA.....	137
3.3	Procjena rizika i hazarda podzemnih voda	138
3.4	Pritisci na podzemne vode na teritoriji FBiH u slivu r. Save	145
3.5	Procjena pritiska na grupe vodnih tijela podzemnih voda	150
3.5.1	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Donji sliv Korane – Velika Kladuša</i>	<i>150</i>
3.5.2	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Korane – Cazin</i>	<i>153</i>
3.5.3	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Srednji sliv Une</i>	<i>155</i>
3.5.4	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Grmeč</i>	<i>158</i>
3.5.5	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Une.....</i>	<i>161</i>
3.5.6	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Srednji sliv Sane</i>	<i>165</i>
3.5.7	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Sane</i>	<i>168</i>
3.5.8	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Aluvijon Sane</i>	<i>171</i>
3.5.9	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Vrbasa</i>	<i>173</i>
3.5.10	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Srednji sliv Vrbasa.....</i>	<i>176</i>
3.5.11	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Igman – Jahorina</i>	<i>179</i>
3.5.12	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Sarajevsko – Zeničko polje</i>	<i>181</i>
3.5.13	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Zapadna Romanija</i>	<i>184</i>
3.5.14	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Gostilje i Spreče.....</i>	<i>187</i>
3.5.15	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Stanarski basen</i>	<i>191</i>
3.5.16	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Tuzlansko – Sprečko polje.....</i>	<i>194</i>
3.5.17	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Vlašić – Plava voda</i>	<i>198</i>
3.5.18	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Drinjača</i>	<i>200</i>
3.5.19	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Romanija – Devetak.....</i>	<i>203</i>
3.5.20	<i>Grupa vodnih tijela podzemnih voda Posavina</i>	<i>206</i>
3.6	Mreža monitoringa podzemnih voda	210
3.6.1	<i>Nadzorni monitoring</i>	<i>210</i>
3.6.2	<i>Operativni monitoring</i>	<i>219</i>
3.6.3	<i>220</i>	
3.6.4	<i>Kvantitativni monitoring.....</i>	<i>220</i>
3.7	Program mjera za održivo korištenje podzemnih voda.....	227
4.	Literatura	231
5.	APENDIKSI I - XX.....	239

Popis slika

Sl. 1 Shema definicije pojma akvifer prema Okvirnoj direktivi Evropske unije (ODV EU 2000/60)	15
Sl. 2 Predloženi hijerarhijski pristup pri identifikaciji vodnih tijela (Guidance document no.° 2, Identification of Water Bodies, ODV 2000/60/EC)	16
Sl. 3 Metodologija kodiranja grupa vodnih tijela podzemnih voda internacionalnog karaktera	27
Sl. 4 Broj grupa vodnih tijela podzemnih voda po podslivovima na nivou FBiH	29
Sl. 5. Procenat grupa vodnih tijela podzemnih voda prema tipu poroznosti na nivou FBiH	29
Sl. 6 Geografski položaj GVT „Donja Korana – Velika Kladuša“ (Google Earth); Legenda: Crvena linija – granica GVT „Donji sliv Korane – Velika Kladuša“; Žuta linija – granica BiH; 1 – TVP „Velika Kladuša“; 2 – TVP „Bužim“	30
Sl. 7 Prikaz GVT „Donji sliv Korane – Velika Kladuša“ na hidrogeološkoj karti BiH (prema originalima OGK 1:100.000)	32
Sl. 8 Geografski položaj GVT „Gornja Korana – Cazin“ (Google Earth) ; Legenda: Crvena linija – granica GVT „Gornja Korana – Cazin“; Žuta linija – granica BiH; 1 – TVP „Cazin“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Srednji sliv Une“); 2 – TVP „Tahirović“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Srednji sliv Une“)	33
Sl. 9 Prikaz GVT „Gornji sliv Korane – Cazin“ na hidrogeološkoj karti BiH (prema originalima OGK 1:100.000)	35
Sl. 10 Geografski položaj GVT „Srednji sliv Une“ (Google Earth) ; Legenda: Crvena linija – granica GVT „Srednji sliv Une“; žuta linija – granica BiH; 1 – TVP „Cazin“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv Korane - Cazin“); 2 – TVP „Tahirović“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv Korane - Cazin“); 3 – TVP „Stijena – Otoka“	36
Sl. 11 Prikaz GVT „Srednji sliv Une“ na hidrogeološkoj karti BiH (prema originalima OGK 1:100.00) ..	38
Sl. 12 Geografski položaj GVTPV „Grmeč“ (Google Earth) ; Legenda: Crvena linija – granica GVT „Grmeč“; žuta linija – granica BiH; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Klekovača“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv Une“ i „Srednji sliv Sane“); 2 – TVP „Grmeč Krušnica“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv Une“ i „Srednji sliv Sane“); 3 – TVP „Grmeč Sanica“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv Une“ i „Srednji sliv Sane“)	40
Sl. 13 Prikaz GVT „Grmeč“ na hidrogeološkoj karti BiH (prema originalima OGK 1:100.00)	41
Sl. 14 Geografski položaj GVT „Gornji sliv Une“ (Google Earth) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Gornji sliv Une“; žuta linija – granica BiH; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Klekovača“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Grmeč“ i „Gornji sliv Sane“); 2 – TVP „Plješevica Ostrovnica i Toplica“; 3 – TVP „Plješevica Klokot i Privilica“	43
Sl. 15 Prikaz GVT „Gornji sliv Une“ na hidrogeološkoj karti BiH (prema originalima OGK 1:100.000) .	45
Sl. 16 Geografski položaj GVT „Srednji sliv Sane“ (Google Earth) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Srednji sliv Sane“; žuta linija – granica BiH; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Grmeč Krušnica“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Grmeč“); 2 – TVP „Grmeč Sanica“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv Une“ i); 3 – TVP „Grmeč Dabar i Zdena“	47
Sl. 17 Prikaz GVT „Srednji sliv Sane“ na hidrogeološkoj karti BiH (prema originalima OGK 1:100.000)	48
Sl. 18 Geografski položaj GVT „Gornji sliv Sane“ (Google Earth) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Gornji sliv Sane“; žuta linija – granica BiH; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Grmeč Sanica“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Srednji sliv Sane“); 2 – TVP „Klekovača“ (drugi deo TVP je	

obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv Une“); 3 – TVP „Srnetica Okašnica“; 4 – TVP „Srnetica Ribnik“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv Une“ i „Gornji sliv Vrbasa“)	50
Sl. 19 Prikaz GVT „Gornji sliv Sane“ na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.000) 52	
Sl. 20 Geografski položaj GVT „Aluvijon Sane“ (<i>Google Earth</i>).....	53
Sl. 21 Prikaz GVT „Aluvijon Sane“ na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.000)...	55
Sl. 22 Geografski položaj GVT „Gornji sliv Vrbasa“ (<i>Google Earth</i>) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Gornji sliv Vrbasa“; žuta linija – granica BiH; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Vitorog“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv Sane“); 2 – TVP „Vrela Sane“; 3 – TVP „Arapka Buget“; 4 – TVP „Okašnica“; 5 – TVP „Daličko vrelo“	56
Sl. 23 Prikaz GVT „Gornji sliv Vrbasa“ na hidrogeološkoj karti BIH (prema autorskim originalima OGK 1:100.000)	58
Sl. 24 Geografski položaj GVT „Srednji sliv Vrbasa“ (<i>Google Earth</i>) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Gornji sliv Vrbasa“; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Vlašić 1“; 2 – TVP „Plava voda Vlašić“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Vlašić Plava voda“)	60
Sl. 25 Prikaz GVT „Srednji sliv Vrbasa“ na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.00)	61
Sl. 26 Geografski položaj GVT „Igman Jahorina“ (<i>Google Earth</i>) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Igman Jahorina“; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Rakovica“; 2 – TVP „Kreševo“; 3 – TVP „Hadžići“; 4 – TVP „Igman“; 5 – TVP „Krupac Presjenica“	62
Sl. 27 Prikaz GVT „Igman - Jahorina“ na hidrogeološkoj karti BIH (prema autorskim originalima OGK 1:100.000)	64
Sl. 28 Geografski položaj GVT „Sarajevsko – zeničko polje“ (<i>Google Earth</i>) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Sarajevsko – zeničko polje“; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Pitka voda Kakanj“; 2 – TVP „Kraljeva Sutjeska Kakanj“; 3 – TVP „Milkino vrelo“; 4 – TVP „Mahmutovića rijeka“; 5 – TVP „Vrutak buci“; 6 – TVP „Sarajevsko polje“	66
Sl. 29 Prikaz GVT „Sarajevsko – Zeničko polje“ na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.000)	68
Sl. 30 Geografski položaj GVT „Zapadna Romanija“ (<i>Google Earth</i>) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Zapadna Romanija“; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Izron Suha Zavidovići“; 2 – TVP „Očevija“; 3 – TVP „Orlja“; 4 – TVP „Zeleni Vir Olovo“; 5 – TVP „Vrutak Podlipnik“; 6 – TVP „Sokolina“; 7 – TVP „Mošćanica Crnil“	69
Sl. 31 Prikaz GVT „Zapadna Romanija“ na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.000)	71
Sl. 32 Geografski položaj GVT „Gornji sliv Gostilje i Spreče“ (<i>Google Earth</i>) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Gornji sliv Gostilje i Spreče“; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Krabašnica“; 2 – TVP „Gračanica Živinice“; 3 – TVP „Stupari“;	72
Sl. 33 Prikaz GVT „Gornji sliv Gostilje i Spreče“ na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.00)	74
Sl. 34 Geografski položaj GVT „Stanarski basen“ (<i>Google Earth</i>)	75
Sl. 35 Prikaz GVT „Stanarski basen“ na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima 1:100.000)	77
Sl. 36 Geografski položaj GVT „Tuzlansko – Sprečko polje“ (<i>Google Earth</i>) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Tuzlansko – Sprečko polje“; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Gračanica 1“; 2 – TVP „Soko“; 3 – TVP „Sklop“; 4 – TVP „Lohinja“; 5 – TVP „Orahovica“; 6 – TVP „Miričina“; 7 – TVP „Krekanski basen“; 8 – TVP „Spreča – Lukavac“; 9 – TVP „Sprečko polje“; 10 – TVP „Soljanuša“	78

Sl. 37 Prikaz GVT „Tuzlansko – Sprečko polje” na hidrogeološkoj karti BiH (prema originalima OGK 1:100.000)	80
Sl. 38 Geografski položaj GVT „Vlašić – Plava voda” (<i>Google Earth</i>) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Vlašić – Plava voda”; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Plava voda Vlašić”; 2 – TVP „Kremenik”; 3 – TVP „Kruščica”; 4 – TVP „Tocila”; 5 – TVP „Požarna”; 6 – TVP „Bježanija Fojnica”	83
Sl. 39 Prikaz GVT „Vlašić – Plava voda” na hidrogeološkoj karti BiH (prema originalima OGK 1:100.000)	84
Sl. 40 Geografski položaj GVT „Drinjača” (<i>Google Earth</i>) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Drinjača”; žuta linija – granica BiH; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Teočak”; 2 – TVP „Sapna”; 3 – TVP „Kladanj 1”; 4 – TVP „Kladanj”;	86
Sl. 41 Prikaz GVT „Drinjača” na hidrogeološkoj karti BiH (prema originalima OGK 1:100.000)	87
Sl. 42 Geografski položaj GVT „Romanija Devetak” (<i>Google Earth</i>) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Romanija Devetak”; žuta linija – granica BiH zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Čeljadinići Prača”;	88
Sl. 43 Prikaz GVT „Romanija - Devetak” na hidrogeološkoj karti BiH (prema originalima OGK 1:100.000)	90
Sl. 44 Geografski položaj GVT „Posavina” (<i>Google Earth</i>) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Posavina”; žuta linija – granica BiH; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Jelah”; 2 – TVP „Sjeverna Majevica”; 3 – TVP „Kraševo”; 4 – TVP „Odžak”; 5 – TVP „Okanović Gradačac”; 6 – TVP „Orašje Domaljevac”; 7 – TVP „Mionica”; 8 – TVP „Sjeverna Majevica Domažić”; 9 – TVP „Misurići”; 10 – TVP „Havdine”	92
Sl. 45 Prikaz GVT „Posavina” na hidrogeološkoj karti BiH (prema originalima OGK 1:100.000)	94
Sl. 46 Okvir za primjenu DSPIR analize pritisaka na podzemne vode (www.eea.europa.eu)	96
Sl. 47 Grafički prikaz položaja većih naselja u slivu Save na teritoriji Federacije BiH (database: DIKTAS)	97
Sl. 48 Lokacije tačkastih zagađivača na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine u slivu Save	99
Sl. 49 CORINE Land Use map (2006) na teritoriji Federacije BiH koji pripada slivu r. Save	104
Sl. 50 Položaj zaštićenih područja na teritoriji Federacije BiH	108
Sl. 51 Vodozahvati na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine u slivu Save	110
Sl. 52 Šema prirodnih rezervi akviferskih voda (intergranularni akvifer, Filipović, 1980)	118
Sl. 53 Prirodne rezerve karstnog akvifera; (slučaj gravitacionog vrela i postojanja samo dinamičkih rezervi, Stevanović, 2010, 2015)	119
Sl. 54 Prirodne (statičke i dinamičke rezerve) karstnog akvifera; (slučaj uzlaznog vrela Q_1 i podzemnog isticanja Q_2 , Stevanović, 2010, 2015)	119
Sl. 55 Jednačina vodnog bilansa u karstu (Stevanović, 2015); Legenda: p – padavine, I_1 – površinski doticaj, I_2 – podzemni doticaj, S_r – površinski oticaj, E_1 – evapotranspiracija, Q_1 – izdašnost izvora, Q_2 – podzemni (potpovršinski) oticaj, E_2 – evaporacija sa nivoa akvifera, R – promjena rezervi akviferskih voda, E – greška u proračunu	122
Sl. 56 a) Šematizacija određivanja NPV u prostoru; b) Šematizacija određivanja NPV u profilu („I-I’”) i dodjeljivanja težinskih koeficijenata za dubine do vode po poprečnom profilu za područje prikazano na Sl. 68	130
Sl. 57 Dijagram procentualne zastupljenosti GVTPV pod kvantitativnim pritiskom u FBiH	147
Sl. 58 Uporedni dijagram rezervi i prosječne eksploatacije PV u okviru GVTPV u FBiH	147
Sl. 59 Dijagram procentualne zastupljenosti GVTPV pod kvalitativnim pritiskom u FBiH	149
Sl. 61 Karta ranjivosti GVTPV „Donji sliv Korane – Velika Kladuša”	151

Sl. 62 Karta hazarda PV prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Donji sliv Korane – Velika Kladuša"	151
Sl. 62 Karta rizika podzemnih voda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Donji sliv Korane – Velika Kladuša"	152
Sl. 63 Karta ranjivosti podzemnih voda	154
Sl. 65 Karta hazarda podzemnih voda prema difuznim zagađivačima	154
Sl. 66 Karta rizika podzemnih voda prema difuznim zagađivačima	154
Sl. 66 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV "Srednji sliv Une"	157
Sl. 67 Karta hazarda podzemnih voda prema difuznim zagađivačima	158
Sl. 68 Karta rizika podzemnih voda prema difuznim zagađivačima	158
Sl. 69 Karta ranjivosti podzemnih voda na teritoriji GVTPV "Grmeč"	160
Sl. 71 Karta hazarda podzemnih voda prema difuznim zagađivačima	160
Sl. 72 Karta rizika podzemnih voda prema difuznim zagađivačima	160
Sl. 72 Karta ranjivosti podzemnih voda na teritoriji GVTPV "Gornji sliv Une"	162
Sl. 74 Karta rizika podzemnih voda	163
Sl. 75 Karta hazarda podzemnih voda	163
Sl. 75 Karta ranjivosti podzemnih voda na teritoriji GVTPV "Srednji sliv Sane"	166
Sl. 76 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Srednji sliv Sane"	167
Sl. 77 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Srednji sliv Sane"	167
Sl. 78 Karta ranjivosti podzemnih voda na prostoru GVTPV "Gornji sliv Sane"	169
Sl. 79 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Gornji sliv Sane"	170
Sl. 80 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Gornji sliv Sane"	170
Sl. 81 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV "Aluvijon Sane"	172
Sl. 82 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Aluvijon Sane"	172
Sl. 83 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Aluvijon Sane"	172
Sl. 84 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV "Gornji sliv Vrbasa"	174
Sl. 85 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Gornji sliv Vrbasa"	175
Sl. 86 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Gornji sliv Vrbasa"	175
Sl. 87 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV "Srednji sliv Vrbasa"	177
Sl. 88 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Srednji sliv Vrbasa"	178
Sl. 89 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Srednji sliv Vrbasa"	178
Sl. 91 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Igman – Jahorina"	180
Sl. 92 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Igman – Jahorina"	180
Sl. 91 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV "Igman – Jahorina"	180
Sl. 93 Karta ranjivosti GVTPV „Sarajevsko – Zeničko polje"	182
Sl. 94 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Sarajevsko – Zeničko polje"	183
Sl. 95 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Sarajevsko – Zeničko polje"	183
Sl. 96 Karta ranjivosti podzemne vode u okviru GVTPV "Zapadna Romanija"	185
Sl. 97 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Zapadna Romanija"	186
Sl. 98 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Zapadna Romanija"	186
Sl. 99 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV "Gornji sliv Gostilje i Spreče"	188
Sl. 100 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Gornji sliv Gostilje i Spreče"	189
Sl. 101 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Gornji sliv Gostilje i Spreče"	190
Sl. 102 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV "Stanarski basen"	191
Sl. 103 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Stanarski basen"	193

Sl. 104 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Stanarski basen"	193
Sl. 105 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV "Tuzlansko – Sprečko polje"	195
Sl. 106 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Tuzlansko – Sprečko polje"	196
Sl. 107 Karta rizika podzemne vode u okviru GVTPV "Tuzlansko – Sprečko polje"	196
Sl. 108 Karta ranjivosti PV u okviru GVTPV "Vlašić – Plava voda"	199
Sl. 109 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Vlašić – Plava voda"	199
Sl. 110 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Vlašić – Plava voda"	199
Sl. 111 Karta ranjivosti PV u okviru GVTPV "Drinjača"	201
Sl. 112 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Drinjača"	202
Sl. 113 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Drinjača"	202
Sl. 114 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV "Romanija – Devetak"	204
Sl. 115 Karta hazarda PV u okviru GVTPV "Romanija – Devetak"	205
Sl. 116 Karta rizika PV u okviru GVTPV "Romanija – Devetak"	205
Sl. 117 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV "Posavina"	207
Sl. 118 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Posavina"	208
Sl. 119 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Posavina"	208

Popis tabela

Tabela 1 <i>Izdvojene grupe vodnih tijela na području BiH u sklopu nacrtu Plana upravljanja riječnim slivom Save (ISRBC, 2013)</i>	18
Tabela 2 <i>Izdvojene grupe vodnih tijela podzemnih voda u slivu Save na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine</i>	27
Tabela 3 <i>Odnos površina GVTPV prema površini Federacije Bosne i Hercegovine</i>	28
Tabela 4 <i>Naseljenost važnijih gradova u slivu Save na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine, prema preliminarnim rezultatima popisa stanovništva iz 2013. godine (Agencija za statistiku Bosne i Hercegovine)</i>	98
Tabela 5 <i>Prijelegled industrijskih postrojenja u vidu tačkastih zagađivača, čije je opterećenje izraženo preko ekvivalentnog broja stanovnika (EBS) u Federaciji BiH</i>	100
Tabela 6 <i>Pregled minimalnih proticaja Une, Vrbasa, Bosne, Drine i njihovih pritoka, kao i pregled prosječne eksploatacije podzemnih voda u okviru pripadajućih grupa vodnih tijela podzemnih voda</i>	105
Tabela 7 <i>Zaštićena područja u Federaciji Bosne i Hercegovine</i>	107
Tabela 8 <i>Predviđena nova zaštićena područja na teritoriji Federacije BiH</i>	108
Tabela 9 <i>Osnovne karakteristike izvorišta na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine</i>	111
Tabela 10 <i>Prikaz zaštićenih područja i GVTPV u okviru Federacije BiH kojima pripadaju</i>	114
Tabela 11 <i>Težinski koeficijenti za parametar S - inklinacija, nagib terena (engl. Slope)</i>	127
Tabela 12 <i>Težinski koeficijenti za parametar O – pokrivka, povlatni sloj (engl. Overlying strata)</i>	127
Tabela 13 <i>Težinski koeficijenti za parametar D – dubina do nivoa podzemnih voda (engl. Depth to the groundwater table)</i>	130
Tabela 14 <i>Težinski koeficijenti za parametar A – tip akvifera (engl. Aquifer)</i>	130
Tabela 15 <i>Kategorizacija prirodne ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA</i>	131
Tabela 16 <i>Faktori koji utiču na očuvanje resursa podzemnih voda (Foster i MacDonald, 2014)</i>	134
Tabela 17 <i>Procjene bilansa podzemnih voda za izdvojene GVTPV na teritoriji FBiH u slivu Save</i>	136

Tabela 18 Procentualna zastupljenost kategorija prirodne ranjivosti podzemnih voda u slivu Save na teritoriji BiH, dobijene primenom metode SODA	137
Tabela 19 Korištenje zemljišta prema CORINE map 2006 na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i prikaz koeficijenta opterećenja (Čenčur Curk et al., 2014) kao osnov Karte hazarda u odnosu na difuzne zagađivače. Napomena: Plavom bojom su prikazane samo one vrijednosti iz CORINE map koje se nalaze na teritoriji Federacije BiH u okviru GVTPV u slivu Save.	140
Tabela 20 Klasifikacija vrijednosti hazarda od zagađenja prema difuznim zagađivačima	141
Tabela 21 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda podzemnih voda od zagađenja na teritoriji FBiH u slivu Save	141
Tabela 22 Vrijednost poluprečnika pripadajućeg kruga na osnovu opterećenja EBS	142
Tabela 23 Klase rizika podzemnih voda prikazane na Karti rizika od difuznih zagađivača.....	143
Tabela 24 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine u slivu Save	143
Tabela 25 Klase rizika podzemnih voda prikazane na Karti rizika od tačkastih zagađivača.....	144
Tabela 26 Uporedna tabela vrijednosti prosječne eksploatacije podzemnih voda i proračunatih bilansnih rezervi u okviru GVTPV na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine u slivu Save. Legenda: svijetlo plavo – nije pod pritiskom; žuto – potencijalno pod pritiskom, svijetlo crveno – uslovno pod pritiskom	146
Tabela 27 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA .	150
Tabela 28 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda podzemnih voda prema difuznim zagađivačima	152
Tabela 29 Procentualna zastupljenost kategorija rizika podzemnih voda prema difuznim zagađivačima	152
Tabela 30 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA .	153
Tabela 31 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima	155
Tabela 32 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima.....	155
Tabela 33 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA .	156
Tabela 34 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima	158
Tabela 35 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima.....	158
Tabela 36 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA .	159
Tabela 37 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima	161
Tabela 38 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima.....	161
Tabela 39 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA .	162
Tabela 40 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima	163
Tabela 41 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima.....	163
Tabela 42 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA .	165
Tabela 43 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima	167
Tabela 44 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima.....	167
Tabela 45 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA .	168
Tabela 46 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima	170
Tabela 47 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima.....	170
Tabela 48 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA .	171
Tabela 49 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima	172
Tabela 50 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima.....	173
Tabela 51 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA .	174

Tabela 52 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima	175
Tabela 53 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima.....	175
Tabela 54 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA .	176
Tabela 55 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima	178
Tabela 56 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima.....	178
Tabela 57 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA .	179
Tabela 58 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima	181
Tabela 59 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima.....	181
Tabela 60 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA .	182
Tabela 61 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Sarajevsko – Zeničko polje"	182
Tabela 62 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Sarajevsko – Zeničko polje"	184
Tabela 63 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA u GVTPV „Zapadna Romanija“	185
Tabela 64 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Zapadna Romanija"	187
Tabela 65 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Zapadna Romanija"	187
Tabela 66 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA u okviru GVTPV „Gornji sliv Gostilje i Spreče“	188
Tabela 67 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Gornji sliv Gostilje i Spreče"	190
Tabela 68 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Gornji sliv Gostilje i Spreče"	190
Tabela 69 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA u okviru GVTPV „Stanarski basen“	192
Tabela 70 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Stanarski basen"	193
Tabela 71 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Stanarski basen"	194
Tabela 72 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA .	195
Tabela 73 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Tuzlansko – Sprečko polje"	197
Tabela 74 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Tuzlansko – Sprečko polje"	197
Tabela 75 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA u okviru GVTPV „Vlašić – Plava voda“	198
Tabela 76 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Vlašić Plava voda"	200
Tabela 77 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Vlašić – Plava voda"	200
Tabela 78 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA u okviru GVTPV „Drinjača“	201

Tabela 79 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Drinjača"	203
Tabela 80 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Drinjača"	203
Tabela 81 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA u okviru GVTPV „Romanija – Devetak“	204
Tabela 82 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Romanija - Devetak"	205
Tabela 83 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Romanija - Devetak"	205
Tabela 84 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA u okviru GVTPV „Posavina“	206
Tabela 85 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Posavina"	209
Tabela 86 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Posavina"	209
Tabela 87 Predložena minimalna frekvencija nadzornog monitoringa podzemnih voda (CIS Vodič no. 15)	212
Tabela 88 Prijedlog monitoringa podzemnih voda na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine u slivu rijeke Save	213
Tabela 89 Predložena minimalna frekvencija operativnog monitoringa podzemnih voda (CIS Vodič no. 15)	219
Tabela 90 Broj novih pijeometara koje bi trebalo uključiti u monitoring mrežu na teritoriji Federacije BiH	221
Tabela 91 Norveški primer obrasca za izveštavanje o monitoringu podzemnih voda	226

I DIO

1. UVOD

Najvažniji dokument na kome se temelje nacionalni propisi i strategije upravljanja vodnim resursima uključujući podzemne vode je **Okvirna direktiva za vode (ODV) Evropske Unije** usvojena u oktobru 2000. godine (EU 2000/60). Dok su raniji propisi članica Evropske Unije donošeni kao zajednički preporučujući dokumenti, imali za cilj bolju zaštitu voda kroz prevenciju prisustva toksičnih supstanci u vodama (npr. nitrati), ODV predstavlja ključni dokument kojim su bliže određeni principi vodnog menadžmenta i monitoring, koji ima direktan uticaj ne samo na zemlje članice Unije već i na cio evropski prostor (Stevanović, 2011). Tako su i zemlje nečlanice uključujući i BiH u većinu svojih propisa o vodama ugradile koncept i rješenja ove Direktive. Osnovni koncept EU u oblasti životne sredine usmjeren je na očuvanje, zaštitu i poboljšanje kvaliteta okoline u smislu razumne i racionalne upotrebe prirodnih resursa koja treba da se bazira na predostrožnosti i preventivnim akcijama kako bi se potencijalna šteta otklonila, a zagađivač primjerno sankcionisao (European Commission, 2008). Voda se u Direktivi definiše kao nasleđe Zemlje koje treba štititi i podvlači se njen nekomercijalni karakter.

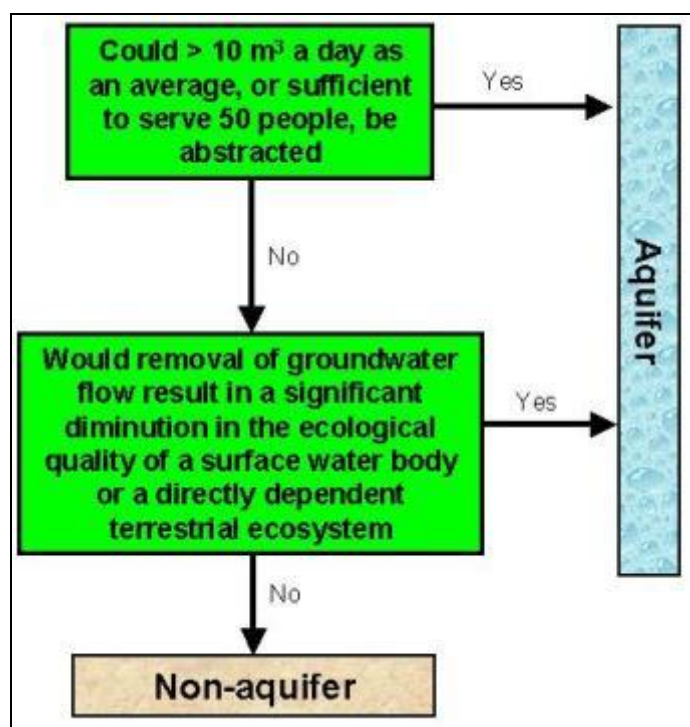
Posebna direktiva EU odnosi se na podzemne vode «*Groundwater Daughter Directive* » i bazirana je na uslovima i kriterijumima koji proizilaze iz tačke 17.2. ODV. Značaj «Sestre direktive» je da ističe da se podzemne vode nalaze pod povećanim pritiskom antropogenog faktora.

Politika odnosa EU prema vodi, sadržana u ODV se zasniva na upravljanju vodnim resursima na nivou riječnih slivova, čime se ističe međunarodna koordinacija kako među zemljama članicama EU, tako i među zemljama koji su u procesu pregovaranja o članstvu.

Prema ODV, prvi korak u implementaciji strategije jeste utvrđivanje manjih vodnih jedinica (vodnih tijela) na koje se mogu primijeniti principi koje prijedlaže ODV za uspostavljanje tzv. «dobrog statusa» podzemnih voda (Quevauviller 2008). Takav pristup mora biti razmatran u kontekstu hijerarhijske definicije podzemnih voda, akvifera i vodnih tijela podzemnih voda, kako ih definiše Direktiva u Članu 2:

- **Podzemna voda** podrazumijeva cjelokupnu zapreminu vode koja se nalazi ispod površine terena u zasićenoj sredini i koja je u direktnom kontaktu sa površinskim i podpovršinskim slojevima.
- **Akvifer** podrazumijeva sloj(eve) ispod površine koji su dovoljno porozni i propusni da omoguće kako nesmetan tok podzemnih voda, tako i eksploataciju značajne količine podzemne vode.
- **Vodno tijelo** podrazumijeva određenu zapreminu podzemne vode u okviru jednog ili više akvifera.

Imajući u vidu prethodno pomenutu hijerarhiju, prvi korak u delineaciji vodnih tijela bi podrazumijevao precizno utvrđivanje pojma akvifer, za koji se kao sinonim koristi i termin izdan (Sl. 1). ODV definiše akvifer na osnovu količine vode koja se iz njega može zahvatiti .



Sl. 1 Shema definicije pojma akvifer prema Okvirnoj direktivi Evropske unije (ODV EU 2000/60)

Preporuka je da se identifikuju (vodi se registar) svi akviferi, odnosno vodna tijela podzemnih voda iz kojih se za piće zahvata 10 m³/dan tj. obezbjeđuje snabdijevanje više od 50 osoba, dok treba da se kontrolišu (monitoring) svi oni iz kojih se obezbjeđuje zahvat veći od 100 m³/dan. Mora se istaći da se u područjima relativno bogatim vodom, kakva je i BiH, može po ovim kriterijumima izdvojiti više stotina pa i hiljada vodnih tijela, te su određena grupisanja i racionalizacije, kako je to učinjeno i u ovom izvještaju, neophodna.

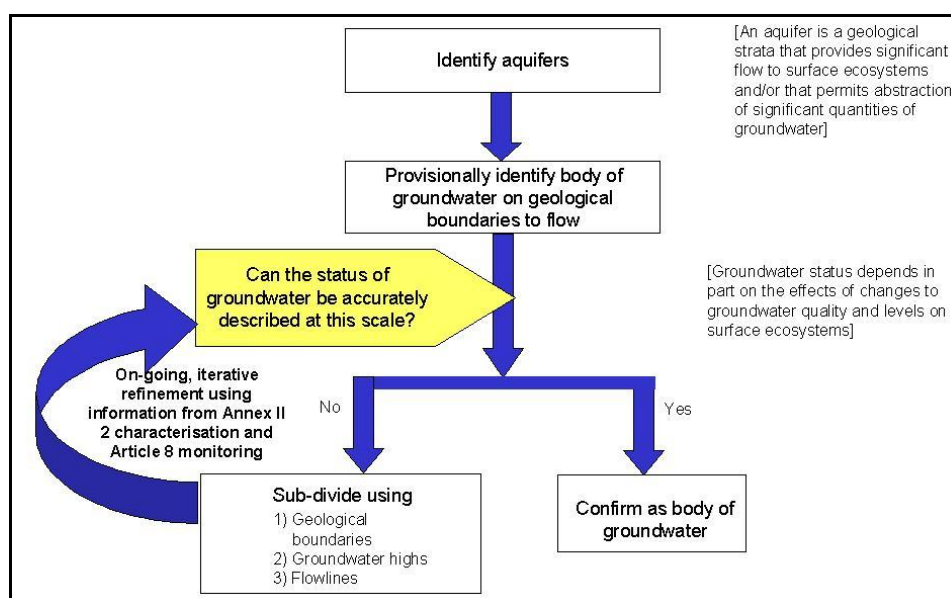
Detaljnija uputstva za delineaciju vodnih tijela ODV daju se u posebnim vodičima i strategijama, kao što su Vodič za identifikaciju vodnih tijela¹ i Sumarni izveštaj o podzemnim vodama². Ipak, važno je napomenuti da u ovim izvještajima ne postoji decidna metodologija za delineaciju vodnih tijela iz razloga što praktično ne postoji shema koja može biti primjenjiva za sve geološke i hidrogeološke uslove. Tako se u ODV i pratećim dokumentima predlaže hijerarhijski pristup identifikaciji vodnih tijela (Sl. 2), koji generalno može pomoći u procesu delineacije. Time je praktično ostavljeno državama članicama (također i državama koji su u procesu pridruživanja EU) da utvrde optimalnu metodologiju za izdvajanje vodnih tijela podzemnih voda na svojoj teritoriji. Tome u prilog ide i pomenuti generalni koncept ODV o izdvajanju vodnih tijela koji mogu da obezbijede 10 m³/dan, ili količinu dovoljnu za vodosnabdijevanje više od 50 osoba (Sl. 1). Vodič ODV o identifikaciji vodnih

¹ *Guidance document n.º 2 Identification of Water Bodies*, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)

² *Groundwater summary report*, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)

tijela razmatra, također slučajeve izdvajanja vodnih tijela u okviru akvifera koji je razdvojen vodonepropusnim slojem. Po tom pitanju ODV je fleksibilna, tj. ostavlja državama članicama odluku, ali u isto vrijeme i predlaže izdvajanje više vodnih tijela u tom slučaju, pogotovo ako se nalaze slojevi izrazito različitih karakteristika i različitog statusa. Pored toga, izdvajanje vodnih tijela na velikim dubinama može biti diskutabilno iz više razloga. Vodič ODV o identifikaciji vodnih tijela sugerira u kojim slučajevima nije neophodno izdvajati vodna tijela kao posebne cjeline:

- Ukoliko ne utiču negativno na površinske ekosisteme,
- Ukoliko se podzemna voda na većim dubinama ne eksploatira,
- Ukoliko je podzemna voda na većim dubinama nepodesna za vodosnabdijevanje stanovništva pitkom vodom, zbog svog neodgovarajućeg prirodnog kvaliteta ili zbog neopravdanosti eksploatacije (previsoke cijene eksploatacije),
- Ukoliko postoji veliki rizik pri eksploataciji.



Sl. 2 Predloženi hijerarhijski pristup pri identifikaciji vodnih tijela (Guidance document no.º 2, Identification of Water Bodies, ODV 2000/60/EC)

2. Metodologija izdvajanja grupa vodnih tijela za analize u Planu upravljanja

Kako je u prethodnom tekstu navedeno, prijedlozi ODV vezani za delineaciju podzemnih vodnih tijela, svaka država potpisnica može i mora da modifikuje prema konkretnim uslovima, u svojim planovima upravljanja vodnim resursima. U zavisnosti od efekta razmjere, iskustva u delinaciji vodnih tijela većine evropskih zemalja se generalno poklapaju i najviše oslanjaju na prijedloge *Vodiča o identifikaciji vodnih tijela*. Tako, irski princip delineacije vodnih tijela podzemnih voda, svodi se na izdvajanje i karakterizaciju vodnih tijela koja jesu ili nisu pod rizikom, od čega je također zavisila dalja detaljnija karakterizacija, dok su planovi upravljanja ostalih evropskih zemalja podrazumijevali

delineaciju pretežno prema geološkim karakteristikama (Bugarska i Francuska), dok se metod izdvajanja u Hrvatskoj zasniva na tome da vodna tijela treba izdvajati tako da između njih nema većih tokova, ili ako postoje, da se mogu precizno utvrditi.

Evropski dokumenti koja sadrže podatke o vodnim tijelima na prostoru Bosne i Hercegovine su izvještaji Savske³ i Dunavske⁴ komisije. Ovi izvještaji tretiraju problematiku upravljanja vodnim resursima u slivu Save, odnosno Dunava, te je stoga akcenat pri delineaciji stavljen samo na međugranične akvifere (*Transboundary aquifers*). Na taj način se jasno može definisati i tzv. *efekat razmjere*, koji zavisi od veličine teritorije. Time je praktično plan upravljanja jednim riječnim slivom detaljan u mjeri u kojoj je i veličina obuhvaćene teritorije. ODV EU je postavila logičan princip “od većeg ka manjem” tako da su podaci na nivou najvećeg sliva generalizovani u najvećoj mjeri, dok se stepen detaljnosti povećava sa prelaskom ka jedinicama nižeg reda, ali uz uslov da se poštuju preporuke i rješenja određena za veće rječne slivove.

U konkretnom slučaju, u okviru rada ICPDR (Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Dunav) u čiji rad su uključeni predstavnici 13 zemalja na slivu, izrađen je *Plan upravljanja na nivou cijelog sliva Dunava* (2009). Potom je od strane ISRBC - “Savske komisije” u martu 2013. izrađen *Nacrt (draft) Plana upravljanja riječnim slivom Save*. Ovaj plan sadrži i sedam izdvojenih (grupa) vodnih tijela podzemnih voda na području BiH (Tabela 1). “Efekat razmjere” i regionalizacija na višem nivou od ovoga koji zahtijeva naša analiza, opredijeljeni su preko dva osnovna kriterijuma:

- Prikazuju se samo grupe vodnih tijela koje imaju međugranični ili nacionalni karakter i zahvataju površinu veću od 1,000 km².
- Prikazuju se i grupe vodnih tijela manjih od 1,000 km² pod uslovom da zadovoljavaju neki od dodatnih socio-ekonomskih kriterijuma koji potvrđuju njihov praktičan značaj: korištenje, uticaji, pritisci i veza sa akvatičnim eko-sistemom.

Pomenuti nacrt *Plana upravljanja riječnim slivom Save* dakle uzima u obzir samo “značajna” vodna tijela po određenim kriterijumima koji se ne bi mogli primijeniti u našoj analizi koja zahtijeva viši nivo detaljnosti i naravno drugačiji pristup u određivanju “značajnosti”. Prema tome, ni podjela grupa vodnih tijela u okviru podslivova rijeke Save ne može biti identična sa navedenom, već se samo mora uzeti u obzir, što je i učinjeno tokom ove analize.

Još jedan primjer pokazuje razlike u stepenu detaljnosti. Dok je za sliv Save na teritoriji BiH u nacrtu Plana upravljanja određena površina od 38.349 km², analize najnovijih literaturnih podataka i dodatno prikupljene informacije za potrebe ove analize ukazuju da je ova površina sliva manja za oko 70 km². Razlog je uvećanje Jadranskog sliva na račun Crnomorskog (Savskog) i ispitivanja bojenjem potvrđena je veza dijela II sliva sa dolinom Trebišnjice u Jadranskom slivu.

³ International Sava River Basin Commission, *Sava River Basin Management Plan*, 2013

⁴ International Commission for the Protection of the Danube river, *The Danube River Basin District Management Plan*, 2009

Tabela 1 Izdvojene grupe vodnih tijela na području BiH u sklopu nacrtu Plana upravljanja riječnim slivom Save (ISRBC, 2013)

Grupa vodnih tijela	Površina (km ²)	Prekogranični uticaj
Posavina II	1,350	ne
Romanija-Devetak-Sjemeč	2,050	ne
Treskavica-Zelengora-Lelija-Maglić	1,240	ne
Manjača-Čemernica-Vlašić	1,800	ne
Grmeč-Srnetica-Lunjevača-Vitorog	3,770	ne
Unac	1,720	ne
Plješevica	120	da

Kada se razmatraju uslovi za delineaciju i karakterizaciju vodnih tijela podzemnih voda treba imati u vidu sljedeće faktore:

1. Zakonski okvir i regulativa na nacionalnom nivou i koncept i rješenja sadržani u WFD EU.
2. Iskustva drugih zemalja u ovim analizama.
3. Veličina teritorije ("efekat razmjere").
4. Hidrogeološke specifičnosti razmatrane teritorije (regionalizacija, distribucija i raspoloživost resursa).
5. Korištenje i stanje resursa podzemnih voda (aktuelno, planovi, iskustva u dosadašnjim analizama).
6. Zakon o vodama FBiH ("Službene novine Federacije BiH" broj 70/06), Strategija upravljanja vodama FBiH (2010 - 2022) i drugi podzakonski akti

Imajući u vidu da je u BiH, i to posebno na području Federacije BiH, već započeo i realizovan dio aktivnosti na delineaciji i preliminarnoj karakterizaciji vodnih tijela podzemnih voda, to su dobiveni rezultati uzeti u obzir pri izradi ovog dokumenta. Analize su vršene za pet podslivova u slivu rijeke Save (Una sa Sanom, Vrbas, Bosna, Drina i neposredni sliv Save), za koji je bila nadležna *Agencija za vodno područje rijeke Save* iz Sarajeva tokom koje je primijenjena metodologija delineacije vodnih tijela podzemnih voda u potpunosti obuhvatila prijedloge ODV sadržane u članu 2 i 5, Aneksu II, Vodiču o identifikaciji vodnih tijela, odnosno prema Zakonu o vodama FBiH (70/06).

Tokom 2009. godine *Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo* angažovala je „Zavod za vodoprivredu d.d.“ Sarajevo za izradu studija o *Karakterizaciji podzemnih voda sliva rijeke Save na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine*. Studija *Karakterizacija podzemnih voda sliva rijeke Save* izrađena je za 5 podslivova (Una, Vrbas, Bosna, Drina i neposredni sliv Save) i za svaki sliv urađena je posebna studija. Razgraničenje i definiranje vodnih tijela izvršeno je na osnovu proučavanja raspoložive relevantne dokumentacije o izvedenim geološkim, hidrogeološkim i hidrološkim istraživanjima i ispitivanjima podzemnih voda. Ova dokumentacija je obuhvatila sljedeće:

- fondovska dokumentacija Ministarstva poljoprivrede vodoprivrede i šumarstva , Agencije za vodno područje sliva rijeke Save - Sarajevo, Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Federalnog zavoda za geologiju u Sarajevu, Instituta za geologiju u Sarajevu,

- Zavoda za vodoprivredu - Sarajevo, Instituta za hidrotehniku u Sarajevu, Rudarsko-geološko-građevinskog fakulteta u Tuzli i drugih preduzeća koja se bave geološkim, hidrogeološkim i hidrotehničkim poslovima,
- prostorni planovi Kantona u Federaciji BiH,
- Studija ranjivosti prostora Federacije BiH,
- Strategija upravljanja vodama u Federaciji BiH,
- objavljeni radovi u naučnim stručnim časopisima u Federaciji BiH,
- objavljene i nepublikovane doktorske disertacije, magistarski radovi i dr.

Osnov delineacije tzv. malih vodnih tijela podzemnih voda na teritoriji FBiH u slivu Save u ovim studijama bila je izdašnost veća od 10 l/s.

Granice vodnih tijela su određene uzimajući u obzir (Grupa autora, 2009e) :

- Geološku građu terena,
- Hidrogeološke karakteristike, kategorije i funkcije stijena,
- Kontakt i odnos propusnih i nepropusnih stijena,
- Strukturni položaj akvifera,
- Slivna područja (hidrogeološka i orografska vododjelnica),
- Zone prihranjivanja i pražnjenja akvifera,
- Podatke traserskih ispitivanja,
- Strukturno-tektonske karakteristike terena (strukturne jedinice)
- Glavne navlake i rasjede u strukturno-tektonskim jedinicama.

Pored navedenih faktora za određivanje granica vodnih tijela formiranih u akviferima integranularne poroznosti korišteni su, uglavnom, fizički hidrogeološki modeli i ekspertske procjene na bazi podataka pojedinačnih i grupnih crpljenja i granulometrijskog sastava akviferskih naslaga, dok su za vodna tijela formirana u akviferima karstno-pukotinske poroznosti, korištene hidrogeološke i geološke karte, te podaci traserskih ispitivanja o utvrđivanju podzemnih veza između ponora i kraških vrela. Autori studije (Grupa autora, 2009) ističu ograničenost ovako detaljno izvršene delineacije imajući u vidu nedostatak traserskih ispitivanja kojima bi se potvrdile granice pojedinih VT, kao i nedostatak pouzdanih "ispitivanja kvaliteta i rezervi podzemnih voda".

Pomenute studije Zavoda za vodoprivredu FBiH izdvojile su :

- u slivu Une, 13 VT u akviferima P i K, i 1 VT u akviferima I poroznosti,
- u slivu rijeke Vrbas 6 VT u akviferima P i K poroznosti,
- u slivu Bosne 35 VT u akviferima P i K, i još 14 u akviferima I poroznosti,
- u slivu Drine 5 VT u akviferima P i K poroznosti.

Također, analize su vršene i za dio Jadranskog sliva obuhvaćenog sistemom Neretva – Trebišnjica koji nije predmet ovih analiza, ali koji može poslužiti kao primjer delineacije vodnih tijela. Naime,

metodologija pri izdvajanju koja je korištena se zasnivala na iterativnom postupku delineacije⁵, gdje su se prvo određivale topografske, geološke i hidrogeološke karakteristike izdvojenih cjelina, da bi se zatim granice vodnih tijela preciznije određivale na osnovu srednjeg godišnjeg bilansa i opita trasiranja podzemnog toka.

Za četiri selekcionirana vodna tijela podzemnih voda na teritoriji FBiH (Toplica, Stapari, Sprečko polje i Orašje) u okviru pilot projekata izvršena su i detaljnija razmatranja pritisaka na kvantitet i kvalitet resursa, urađena ocjena ranjivosti akvifera (COP i TEC metodom) i dat prijedlog mreže za monitoring.

Metod određivanja granica vodnih tijela u ranijem periodu, kao što je bio slučaj za potrebe Nacionalnog izvještaja 2004. god. se prilagođavao tipu poroznosti akvifera i za akvifere sa intergranularnim strukturnim tipom poroznost su korišteni, hidrodinamički modeli i ekspertske procjene na bazi podataka o pojedinačnim crpljenjima i granulometriji akvifera dok su, za akvifere karstno-pukotinske poroznosti, korištene hidrogeološke i geološke karte i podaci o utvrđivanju podzemnih veza (bojenja) ponorskih zona i karstnih vrela, bilansne jednačine i ekspertske procjene. Ovim postupkom su na prostoru BiH identifikovana 22 vodna tijela, za potrebe Nacionalnog izveštaja za 2004. godinu i to 8 VT sa integranularnim tipom poroznosti i 14 VT podzemnih voda sa karstno – pukotinskim tipom poroznosti (Jolović, 2013).

Također, na kraju bi trebalo napomenuti da ODV, pored pojma vodno tijelo, sadrži i termin *grupa vodnih tijela*, koji se odnosi na grupisanje vodnih tijela koja su različitih tipova poroznosti ili fizički odvojena, ali praktično funkcionišu kao jedna cjelina, te se mogu smatrati kao jedna jedinica u planovima upravljanja, naročito imajući u vidu efekat razmjere koji je prisutan u ovom Planu upravljanja. Detaljnija razmatranja pojma grupa vodnih tijela, kao i konkretne primijenjene metodologije delineacije vodnih tijela u slivu Save na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine, biće date u nastavku teksta.

Vodič o identifikaciji vodnih tijela definiše termin *grupa vodnih tijela podzemnih voda* u smislu grupisanja više vodnih tijela u jednu cjelinu u cilju procjene rizika, monitoringa i upravljanja resursima. Također, strani primjeri pokazuju da se grupisanje vodnih tijela može odnositi i na postupak smanjenja broja vodnih tijela na nacionalnom nivou. Naime, Norveška i Finska su imale administrativnih problema zbog velikog broja izdvojenih vodnih tijela, tako da je bilo neophodno grupisati ih prema principu analogije, čime se obezbjeđuje jednostavnije upravljanje vodnim resursima na nacionalnom nivou. Na ovom primjeru se još jednom može vidjeti značaj veličine teritorije (efekat razmjere) koja se tretira u planovima upravljanja.

Sličan postupak je primijenjen i u ovoj studiji na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine, koja pripada Crnomorskom (Savskom) slivu. Imajući u vidu navedene činjenice i uslove, a za potrebe izrade Plana upravljanja riječnim slivom Save na teritoriji FBiH **usvojen je sljedeći koncept za delineaciju vodnih tijela podzemnih voda :**

⁵ Takav prijedlog sadrži i *Vodič o identifikaciji vodnih tijela*, treba vršiti detaljna istraživanja u cilju što preciznijeg okonturivanja vodnog tijela podzemnih voda.

1. Vodna tijela se grupišu u veće cjeline (Grupe vodnih tijela podzemnih voda – **GVTPV**) spajanjem manjih vodnih tijela i uvažavajući rezultate prethodnih analiza (npr. Grupa autora, 2009.), po dva kriterijuma:
 - po osnovi istovjetne ili slične hidrogeološke funkcije (akviferi istog tipa poroznosti koji mogu biti i međusobno odijeljeni lateralno ili u vertikalnom profilu, nepropusnim ili slabije propusnim stijenama, ali čine jednu funkcionalnu cjelinu);
 - po osnovi regionalne povezanosti (akviferi različitog tipa poroznosti, ali u neposrednom ili bliskom kontaktu). Na taj način izbjegava se izdvajanje vrlo malih tijela podzemnih voda i ona se za potrebe izrade Plana koji je regionalnog karaktera, posmatraju kao veće cjeline, što ima svog značaja i u analitičkom, ali i finansijskom smislu (npr. kod uspostavljanja monitoring mreže).

U narednim fazama rada i pri izradi planova upravljanja na nižim nivoima (podslivovi) moguće je vršiti dalja raščlanjavanja i izdvajati pojedinačna vodna tijela podzemnih voda (VTPV), s tim da treba imati u vidu da je ovaj proces dijelom već urađen u Federaciji Bosne i Hercegovine. U svakom slučaju potrebna je revizija i verifikacija granica VT i u skladu sa ODV to je kontinualni proces, usaglašen sa raspoloživim sredstvima za nova istraživanja i organizaciju monitoringa, tj. ispunjavanje ciljeva koje nameće ODV. Verifikacija prethodno izdvajanih tzv. malih VT neophodna je i zbog činjenice da ova VT ne obuhvataju značajan dio propusnih stijena i akvifera, kao i alogene dijelove sliva, koji u ovoj studiji i izdvojenim GVTPV, nisu izostavljani.

2. Sva izdvojena vodna tijela podzemnih voda u ranije vršenim analizama u okviru podslivova rijeke Save se u potpunosti uključuju u nove izdvojene GVTPV.
3. Grupama vodnih tijela se određuju i pripadajuće slivne površine koje nisu akviferi, ali se sa njih voda kreće u pravcu akvifera i na taj način se vrši prihranjivanje i izmjena kvantitativnih i kvalitativnih parametara. Ovaj priključeni, tzv. alogeni dio sliva se posebno označava na kartama i tretira u analitičkim tabelama.
4. GVTPV se izdvajaju i okonturuju bez obzira na političke i administrativne granice, tako da se formiraju tri kategorije GVTPV prema pripadnosti entitetima: interna (I; FBiH ili RS ili DB), interentitetska (IE) i međudržavna (TBA).
5. Granice GVTPV prate konture geoloških jedinica tj. hidrogeoloških cjelina (akvifera) i moraju u skladu sa ODV EU biti pridružene odgovarajućem rječnom slivu. U slučaju nepoklapanja površinske i podzemne vododjelnice, što je čest slučaj u BiH i posebno terenima Dinarskog karsta, vodi se računa da prioritet ima podzemna vododjelnica i da se odgovarajuća korekcija granice GVTPV sugeriše i pri okonturivanju predmetnog i susjednog rječnog sliva.
6. U slučaju razlika u litološkom sastavu terena na različitim geološkim i hidrogeološkim kartama koje se koriste kao podloge, a koje imaju za posljedicu i nesaglasnosti u ocjeni vodonositosti akvifera, tj. granica GVTPV, vršiće se u narednoj fazi i izradi planova upravljanja

na nivou manjih slivova, odgovarajuća usaglašavanja sa lokalnim stručnjacima za ovu oblast. U ovoj fazi rada na Planu upravljanja prihvaćeno je preovlađujuće mišljenje u pogledu granica GVTPV, a sva eventualno problematična područja treba dodatno istražiti i verifikovati pri izradi budućih planova upravljanja na nižim nivoima.

Također, u okviru određenih GVTPV razmatrani su i dublji akviferi, prevashodno oni koji se eksploatišu. U skladu sa ODV tijela podzemnih voda dubokih izdani izdvajana su samo na područjima gdje se duboki akviferi koriste (ili će se koristiti u budućnosti) i gdje postoji mogućnost da bude ugrožen njihov status. Tijela podzemnih voda dubokih akvifera nisu izdvajana u slučajevima kada:

- se ne koriste za zahvatanje podzemnih voda,
- nisu ugrožena,
- ne utiču na površinske eko sisteme i
- nisu pogodna za zahvatanje za potrebe vode za piće zbog neodgovarajućeg kvaliteta ili neekonomičnosti takve eksploatacije.

Pored toga u dijelovima terena gdje postoji hidraulička veza između podinskih, uglavnom neogenih sedimenata i povlatnih terasnih ili aluvijalnih kvartarnih naslaga nisu međusobno separatisana i izdvajana posebna VT. Ovo je posebno tipično za prostor Posavine.

2.1 Hidrogeološke karakteristike istražnog prostora

Prije nego što se predstavi broj i lokacija izdvojenih GVTPV, neophodno je u kratkim crtama prikazati regionalne geološke, hidrogeološke i tektonske karakteristike teritorije Federacije Bosne i Hercegovine, odnosno Bosne i Hercegovine, budući da su hidrogeološki uslovi, distribucija akvifera i njihove osobine, ali i položaj nepropusnih stijena koji imaju karakter potpunih ili relativnih barijera za kretanje podzemnih voda, od ključnog značaja za izdvajanje granica i analizu grupa vodnih tijela podzemnih voda (GVTPV).

Bosna i Hercegovina nalazi se u središnjem dijelu Dinarida koji predstavlja južnu granu Alpskog orogena. Prema Skopljaku et al. (2011) Bosna i Hercegovina obuhvata oko 25% Dinarida. Ovaj prostor odlikuje se specifičnom geološkom građom i intenzivnom tektonikom što je rezultat dugotrajne evolucije terena koja je trajala od perma do kvartara.

Za ocjenu hidrogeoloških uslova na dijelu sliva rijeke Save u BiH postoji obimna publikovana i pisana literatura. Dio literaturnih izvora korišten je pri izradi ovog dokumenta. Također, nakon II Svjetskog rata izrađeno je nekoliko hidrogeoloških karata sitnije razmjere (regionalni nivo) koje su korisno poslužile u ovim analizama za Plan upravljanja. Između ostalih to su Hidrogeološka karta SFRJ 1:500,000 (sa inputima koje su realizovali Geološki zavodi pojedinih republika bivše SFRJ), zatim Hidrogeološka karta Federacije BiH 1:200,000 (Geoinstitut, Sarajevo), Digitalna HG karta Dinarskog karsta u okviru projekta DIKTAS, i dr. U nekim slučajevima između karata postoji nesaglasnost u pogledu prikaza ne samo granica litostratigrafskih članova (moguće kao rezultat distorzija podloga), već i karaktera prikazane jedinice. Stoga se u ovoj analizi posebno vodilo računa da se konsultuje i druga raspoloživa literatura, zatim karte krupnije razmjere (ukoliko postoje) i da se koliko god je

moguće provjere, i kao podloga postave, relevantni podaci o hidrogeološkim članovima. Oni su, kako je već navedeno, klasifikovani kao:

- karstni akviferi
- intergranularni akviferi
- pukotinski akviferi

i kao takvi uključeni u pojedine GVTPV.

Prikaz hidrogeoloških oblasti kojima pripadaju GVTPV vršen je prema klasifikaciji koju su u svom radu prezentovali Skopljak, Hrvatović, Žigić i Pašić-Škripić (2011). Ovi autori su prihvatajući geotektonsku rejonizaciju Dinarida Bosne i Hercegovine koju je izvršio Hrvatović (2006), u prostoru Bosne i Hercegovine izdvojili šest hidrogeoloških oblasti koje se značajno razlikuju prema strukturi, geološkom sastavu, hidrogeološkim i hidrohemijskim karakteristikama. To su:

- Alohtone paleozojsko-trijaske formacije,
- Dinarska karbonatna platforma,
- Dinarska ofiolitska zona,
- Bosanski fliš,
- Savsko-varždarska zona, i
- Post-orogene oligocenske, neogenske i kvartarne formacije

1. Alohtone paleozojsko-trijaske formacije

Alohtone paleozojsko-trijaske formacije u sjeverozapadnoj Bosni izgrađuju terene u rejonu Sanskog Mosta, Sanice, Ključa, Bronzanog Majdana i Ljubije, te se pružaju dalje na sjeverozapad preko Bosanske Krupe i Bužima do Velike Kladuše. U njihovom sastavu su paleozojske, trijaske i jurske tvorevine. U hidrogeološkom smislu najznačajniji su karstni akviferi formirani u srednje trijaskim i jurskim stijenama, ali značajno rasprostranjenje imaju i pukotinski akviferi.

2. Dinarska karbonatna platforma

Dinarska karbonatna platforma u Bosni i Hercegovini obuhvata pojas dužine oko 300 km koji se pruža od Trebinja i Gacka na jugoistoku do Bihaća na sjeverozapadu. U građi platforme učestvuju pretežno karbonatne naslage koje su taložene od srednjeg trijasa do gornjeg eocena i u njima su formirani vodom bogati karstni akviferi. Debljina karbonatnog kompleksa prelazi i 1000 m.

3. Dinarska ofiolitska zona

Dinarska ofiolitska zona obuhvata najveći dio Unutrašnjih Dinarida Bosne i Hercegovine od Višegrada na jugoistoku do Prijedora na sjeverozapadu. Izgrađena je od četiri jedinice (Skopljak et al. 2011):

- a) Radiolaritna formacija, srednje-gornjo trijaske do donjokredne starosti, izgrađena pretežno od radiolarita i šejlova s podređenim učešćem mikrita i bazalta.

- b) Gornjojurski olistostromski ofiolitni melanž, ili u starijoj literaturi poznat kao „dijabaz-rožna formacija“, debljine preko 1 km.
- c) Ultramafitni masivi dijelom serpentinisani, kao relikat okeanske kore koja pliva na debelom ofiolitnom melanžu.
- d) Sedimentne formacije koje leže transgresivno preko ofiolita.

4. Bosanski fliš

Bosanski fliš otkriven je u pojasu koji se u dužini od oko 320 km pruža od Gacka i Volujaka na jugoistoku do Velike Kladuše na sjeverozapadu. Predstavlja klastično-karbonatnu formaciju jursko-krednih i gornjokrednih naslaga. Preovlađuju slabo do potpuno nepropusne stijene.

5. Savsko-varždarska zona

Savsko-varždarska zona obuhvata terene sjeverne Bosne izgrađene od gornjokrednih (K_2) i paleogenih naslaga (Pc,E). U ovoj zoni je na manjim površinama, u jezgri planina Majevice i Trebovac, otkriven tektonizirani ofiolitni melanž.

6. Post-orogene oligocenske, neogene i kvartarne formacije

Post-orogene oligocenske, neogene i kvartarne formacije najveće rasprostranjenje imaju na padinama Kozare, Vučjaka, Trebovca i Majevice i u okviru potoline Bosanske Posavine u Sjevernoj Bosni, u okviru slatkovodnih neogenih basena (Tuzlanski, Sarajevsko-zenički, Bugojanski, Kamengradski, Livanjski, Duvanjski, Gatački i dr.). Nastale su nakon finalnog strukturiranja Dinarida tokom eocenske deformacione faze. Preovlađuju intergranularni akviferi u aluvijalnim i neogenim sedimentima, dijelom sa nivoom pod pritiskom (artesiani).

Karstni akviferi

Prema Skopljaku et al. (2011) karstni akviferi su formirani u krečnjacima, dolomitičnim krečnjacima, mermerima devona (D); anizika (T_2^1), srednje-gornjeg ($T_{2,3}$) i gornjeg trijasa (T_3); donje (J_1), srednje (J_2) i gornje jure (J_3); donje i gornje krede (K_1 i K_2); liburnijskim krečnjacima (Pc), paleocen-eocenskim krečnjacima (Pc,E), alveolinsko-numulitičnim krečnjacima ($E_{1,2}$) i tortonskim krečnjacima (M_2^2).

Ovi akviferi najveće rasprostranjenje imaju u strukturno-tektonskim jedinicama „Dinarska karbonatna platforma“, „Alohtone paleozojske i trijaske formacije“, i dijelom u „Ofiolitskoj zoni“ i zoni „Bosanski fliš“.

Stepen vodonosnosti je u direktnoj funkciji intenziteta karstifikacije. Najintenzivnije su skaršćeni krečnjaci trijasa, i donje i srednje jurske starosti. Na izraženu karstifikaciju ukazuju velike prividne brzine podzemnih tokova registrovane pri ispitivanjima obilježavanja akviferskih tokova, najčešće od 1-5 cm/s. Karstni akviferi se dominantno prihranjuju vodama od padavina kao i poniranjem voda površinskih tokova. Brojna su jaka karstna vrela čije minimalne izdašnosti predstavljaju rekorde i u svjetskim razmjerama. Brojna su i vrela koja se koriste za snabdijevanje velikih gradova i industrijskih potrošača. Tako na primjer vrela Bosne snabdijevaju Sarajevo, vrela Klokot stanovnike Bihaća, vrelo Plava voda Travnik.

Za potrebe međunarodnog projekta WOKAM (*World Karst Aquifer Map*) koji se realizuje pod okriljem Svjetske asocijacije hidrogeologa (IAH), B. Jolović i Z. Stevanović su selekcionisali ukupno devet karstnih vrela sa teritorije BiH, a koji se nalaze u slivu rijeke Save za prikaz na Karti svijeta karstnih akvifera, što je najveća koncentracija izvora na teritoriji jedne zemlje u svijetu u odnosu na njenu površinu (pet od njih je na području FBiH: Klokot 2,3 – 70 m³/s; Crno Vrelo 4,5 m³/s; Pliva 8 m³/s; Vrelo Bosne 1,5 – 5,6 – 18 m³/s; Plava Voda 0,97 – 1,8 – 3,5 m³/s).

Između ostalih treba pomenuti i sljedeća značajna karstna vrela: „Bastašica“, „Crno vrelo“, „Sanica“, „Ribnik“, „Sanica“, „Arape mlin“, „Krušnica“, „Vrela Plive“, „Vrelo Prače“, „Vrelo Bioštica“, „Ribnik“, „Ljuta“.

Intergranularni akviferi

Propusne stijene intergranularne (međuzrnske) poroznosti predstavljaju šljunkovi, pijeskovi, konglomerati, drobina i njihovi međusobni prelazi. Starost ovih naslaga je najčešće gornji miocen ili pliocen, kada su deponovani u izolovanim jezerskim basenima ili karstnim poljima u Dinarskom prostoru. Neke formacije su starije i odgovaraju i oligocenu, a najviši dijelovi su najčešće pokriveni tvorevinama pliokvartara i kvartara. S druge strane, mlađe terasne i recentne aluvijalne naslage su skoro po pravilu pleistocenske ili holocenske starosti, dok starije terase mogu biti i pliocenske. Skopljak et al. (2011) su na osnovu raspoloživih podataka o veličini transmisivnosti (T), specifične izdašnosti (q) i najveće izdašnosti bunara (Qv), ove naslage razvrstali u tri klase: slabo, dobro i vrlo dobro propusne stijene.

„Slabo propusne stijene međuzrnske poroznosti su naslage gornjeg miocena (pont), pliocena i pliokvartara u čijem sastavu su, uglavnom, prašina i sitnozrni pijeskovi. Vodopropusnost ovih naslaga je relativno slaba, a koeficijent filtracije je u rasponu $1,0 \times 10^{-5}$ – $1,0 \times 10^{-9}$ m/s. U njima su mjestimično formirana ležišta pitkih podzemnih voda većeg rasprostranjenja (Tuzlanski basen).

Dobro propusne stijene međuzrnske poroznosti predstavljaju kvartarne aluvijalne naslage u čijem sastavu su, uglavnom, pjeskovito-šljunkovite naslage zaglinjene u određenoj mjeri. Ove naslage imaju relativno dobre filtracione karakteristike sa koeficijentom filtracije $1,0 \times 10^{-4}$ – $1,0 \times 10^{-5}$ m/s U njima su formirana brojna manja ležišta pitkih podzemnih voda, uglavnom u aluvijalnim terasama i dolinama bosanskih rijeka (Sprečko polje, Jelah, Odžak, Domaljevac i dr.).

Veoma dobro propusne stijene međuzrnske poroznosti su predstavljene aluvijalnim naslagama izgrađenim uglavnom od šljunka sa podređenim učešćem pjeskovite frakcije. Prosječne vrijednosti koeficijenta filtracije 10^{-2} – 10^{-4} m/s i više. U ovim sedimentima su formirana velika ležišta pitkih podzemnih voda (Sarajevsko polje, Okanovići-Gradačac, i dr.).⁶

⁶ Skopljak et al. (2011): *Novi prilog hidrogeološkoj rejonizaciji Bosne i Hercegovine*, str. 20

Pukotinski akviferi

Skopljak et al. (2011) su u pukotinske akvifere uvrstili krečnjake sa rožnacima ladinskog kata (T_2^2) kao i krečnjake, konglomerate i pješčare srednjeg miocena (M_2) i gornjeg miocena (M_3).

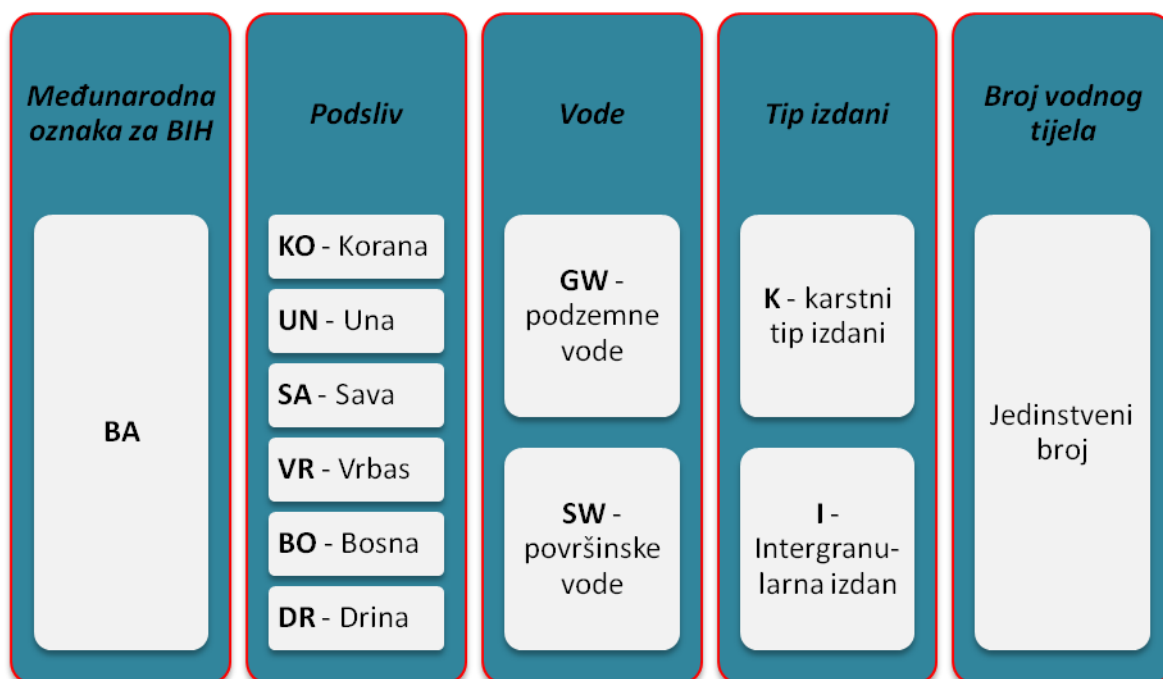
Pukotinski akviferi imaju najveće rasprostranjenje u „Alohtonim paleozojskim i trijaskim formacijama“, kao i „Postorogenim oligocenskim, neogenim i kvatarnim formacijama“. Njihova vodopropusnost je slaba do srednja ali sadrže akumulacije podzemnih voda iskoristive za lokalno vodosnabdijevanje.

Postoji veliki raspon između maksimalne i minimalne izdašnosti vrela, također i velike varijacije u toku hidrološke godine, i kod vrela manje izdašnosti to je jedan od najvećih problema u eksploataciji. Tokom kasnih ljetnih i jesenjih meseci, kada su i najveće potrebe u vodi, izdašnost većine vrela se značajno smanji.

2.2 Lokacija, granice i karakterizacija vodnih tijela podzemnih voda

Poštujući navedene principe delineacije vodnih tijela, a na osnovu gore pomenutih geoloških i hidrogeoloških osobina terena, uz korištenje Osnovne geološke karte Bosne i Hercegovine (1:100.000), Hidrogeološke karte Bosne i Hercegovine (1:200.000), kao i Hidrogeološke karte SFRJ (1:500.000), na prostoru Federacije Bosne i Hercegovine je izdvojeno ukupno 20 GVTPV (Tabela 2; Aneks 1), od čega samo 3 imaju interni karakter, 2 su međudržavna (sa Hrvatskom), 13 GVTPV su interentitetska, 1 GVTPV zahvata prostor oba entiteta i istovremeno ima međudržavni karakter, dok 1 GVTPV zahvata pored oba entiteta i teritoriju Brčko Distrikt BiH, nastavljajući se na prostoru susjedne Hrvatske čime je definisan i međudržavni karakter. Ovde bi trebalo istaći da su nazivi GVTPV dodjeljivani prema geografskim terminima koji se prije svega odnose na geografske nazive i to vodotokova, planina i dolina (baseni i polja). Istovremeno, grupama su dodjeljivani kodovi na dva načina (Sl. 3): internacionalni kodovi i lokalni kodovi. U prvom slučaju, slijede standarde i praksu EU ODV (sadrže skraćenicu rječnog sliva, zatim podsliva, odrednicu GW da se radi o podzemnoj vodi i pripadajuće numjeričke attribute). Drugi, lokalni kod za istu GVTPV je zapravo neslužbeni, radni, uveden za potrebe izrade Plana i lakšeg prikaza na pratećim kartama. Sastoji se od samo odabrana dva slova (abrevijacije) konkretnog vodnog tijela.

Površina svih izdvojenih GVTPV u slivu rijeke Save na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine iznosi 8 038,52 km² i njom je obuhvaćeno oko 30,8% od ukupne površine teritorije FBiH (26 114,9 km²). Daleko je relevantniji podatak o odnosu površine GVTPV prema slivnom području Save koji pripada Federaciji (17 183,2 km²) gdje se uočava da je skoro polovina sliva "pokrivena" sa GVTPV, tačnije 46,8% od ukupnog sliva (Tabela 3). Imajući u vidu složenost geološke građe, rasprostranjenje bogatih akvifera i korištenih resursa, ovo značajno učešće područja sa vodnim tijelima podzemnih voda sasvim je logično, iako je u analizi značajno pooštren minimalni kriterijum koji je uspostavljen ODV EU o izdvajanju vodnih tijela sa kojih se zahvata 10 m³/dan tj. kada postoji 50 ekvivalentnih korisnika voda predmetnog tijela. Da je ovaj kriterijum bio konsekvnetno primijenjen praktično skoro cijela teritorija BiH bila bi pokrivena grupama vodnih tijela podzemnih voda.



Sl. 3 Metodologija kodiranja grupa vodnih tijela podzemnih voda internacionalnog karaktera

Tabela 2 Izdvojene grupe vodnih tijela podzemnih voda u slivu Save na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine

Br. GVT PV	Kod	Skr.	Pripadnost	Naziv GVT PV	P (km ²)
1	BA_KO_GW_K_1	KK	FBIH	Donji sliv Korane – Velika Kladuša	97,8
2	BA_KO_GW_K_2	KC	FBIH/TBA	Gornji sliv Korane – Cazin	127,4
3	BA_UN_GW_K_4	SU	FBIH	Srednji sliv Une	255,9
4	BA_UN_GW_K_5	GR	IE	Grmeč	823,8
5	BA_UN_GW_K_3	GU	FBIH/TBA	Gornji sliv Une	1171,9
6	BA_UN_GW_K_2	SS	IE	Srednji sliv Sane	837,6
7	BA_UN_GW_K_1	GS	IE	Gornji sliv Sane	911,9
12	BA_UN_GW_I_2	AS	IE	Aluvijon Sane	38,9
8	BA_VR_GW_K_1	GV	IE	Gornji sliv Vrbasa	1128,5
9	BA_VR_GW_K_2	SV	IE	Srednji sliv Vrbasa	226,4
13	BA_BO_GW_K_1	IJ	IE	Igman – Jahorina	386,5
14	BA_BO_GW_I_3	SZ	IE	Sarajevsko – Zeničko polje	528,8
15	BA_BO_GW_K_2	ZR	IE	Zapadna Romanija	299,3
17	BA_BO_GW_K_3	GO	IE	Gornji sliv Gostilje i Spreče	93,01
18	BA_BO_GW_I_3	ST	IE	Stanarski basen	21,68
25	BA_BO_GW_I_1	TS	IE	Tuzlansko – Sprečko polje	432,9
26	BA_BO_GW_K_4	VL	FBIH	Vlašić – Plava voda	172,2
16	BA_DR_GW_K_4	DR	IE	Drinjača	65,4
22	BA_DR_GW_K_3	RD	FBIH/RS/TBA	Romanija – Devetak	37,8
19	BA_SA_GW_I_1	PS	FBIH/DB/RS/TBA	Posavina	376,3

Legenda: RS – Republika Srpska; FBiH – Federacije Bosne i Hercegovine; IE – Interentitetsko vodno tijelo; TBA – međudržavno vodno tijelo

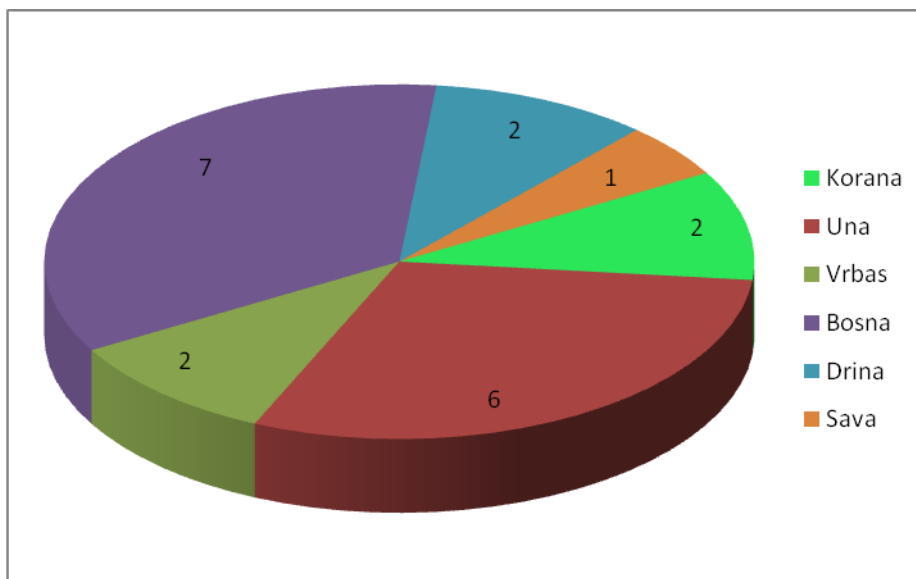
U tabeli 3 dat je prikaz odnosa površine svih GVTPV prema površini Federacije. Iz pomenute tabele se može vidjeti da je ukupna površina svih GVTPV u dijelu koji pripada Federaciji 8038,52 km² što je oko 50% površine svih GVTPV koje su izdvojene na cijeloj teritoriji Bosne i Hercegovine. Ukoliko posmatramo površinu cijelog entiteta Federacije, lako se može izračunati da površina GVTPV izdvojenih u Federaciji zauzima 30,8% teritorije FBiH, odnosno 46,8% teritorije FBiH koje pripada slivu rijeke Save (tj. Crnomorskom slivu).

Tabela 3 Odnos površina GVTPV prema površini Federacije Bosne i Hercegovine

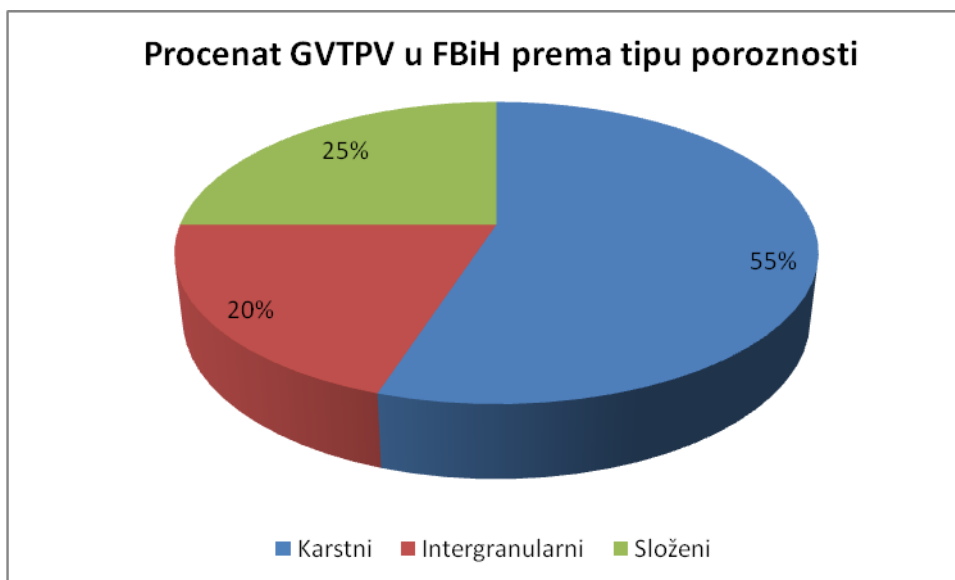
Entitet	Površina (P) (km ²)	Površina (sliv Save) (PSS) (km ²)	Površina GVTPV (km ²)	Odnos P : P GVTPV (%)	Odnos PSS : P GVTPV (%)
F BiH	26 114,9	17 183,2	8 038,52	30,8	46,8
Ukupno	51 247,5	38 291,9	16 405,3		
	BIH	Sliv Save u BIH	GVTPV (sliv Save)		

Prema metodologiji kodiranja ODV može se konstatovati da su GVTPV izdvajane na nivou podslivova (Sl. 4). Statistički gledano, najveće GVTPV se nalaze u JZ dijelu Federacije u okviru karstnih terena, dok su nešto manja u integranularnim sredinama. Najmanja po površini je GVTPV Stanarski basen sa 21,68 km², pored koje se nalazi još 5 GVTPV površine ispod 100 km² (Donji sliv Korane – Velika Kladuša, Aluvijon Sane, Drinjača, Gornji sliv Gostilje i Spreče, Romanija – Devetak). Sa druge strane, u najveće GVTPV spadaju Gornji sliv Vrbasa (1 128,5 km²), odnosno Gornji sliv Une (1 171,3 km²), koje su i jedine grupe vodnih tijela podzemnih voda površine iznad 1 000 km².

Ukupna površina alogenih dijelova slivova GVTPV je 811,9 km², što je 11,2% ukupne površine GVTPV izdvojenih na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine. Pri tome, ukupno 4 GVTPV nema alogenih dijelova već se prihranjivanje odvija direktno na površini vodnog tijela koje je u cjelini vodopropusno. Još 10 GVTPV ima površine alogenih dijelova manje od 50 km². Što se tiče tipa zastupljenih akvifera (Sl. 5) u izdvojenim GVTPV dominira karstni tip akvifera, zastupljen u ukupno 11 slučajeva. Četiri akvifera je integranularnog tipa poroznosti i vezani su za aluvijone većih vodotokova i neogene basene. Preostalih 5 GVTPV karakteriše prisustvo akvifera različitog poroziteta (kompleks), pri čemu se karstni akviferi kombinuju sa drugim kod 4 GVTPV, intergranularni kod 4, a akviferi pukotinske poroznosti se javljaju u dvije GVTPV u kombinaciji sa drugim akviferima, po jednom sa karstnim i jednom sa integranularnim. Najveća GVTPV sa karstnim akviferom je Gornji sliv Une sa 1 171,3 km², a najveća sa intergranularnim je Posavina sa 432,95 km².



Sl. 4 Broj grupa vodnih tijela podzemnih voda po podslivovima na nivou FBiH



Sl. 5. Procenat grupa vodnih tijela podzemnih voda prema tipu poroznosti na nivou FBiH

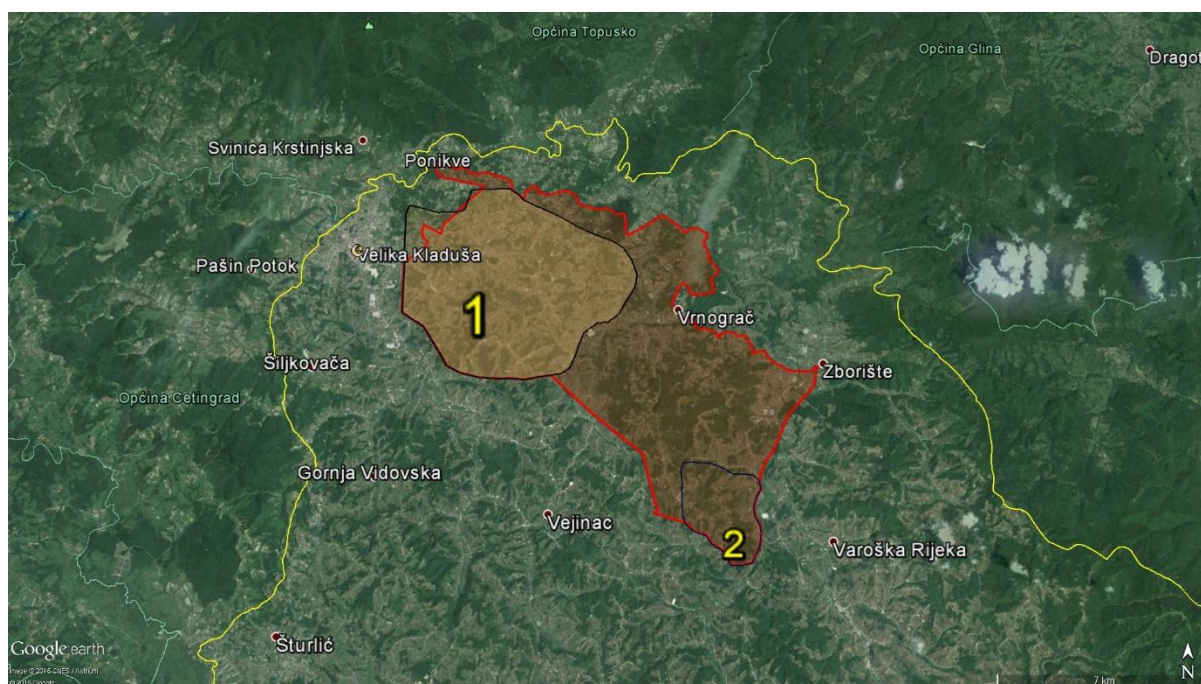
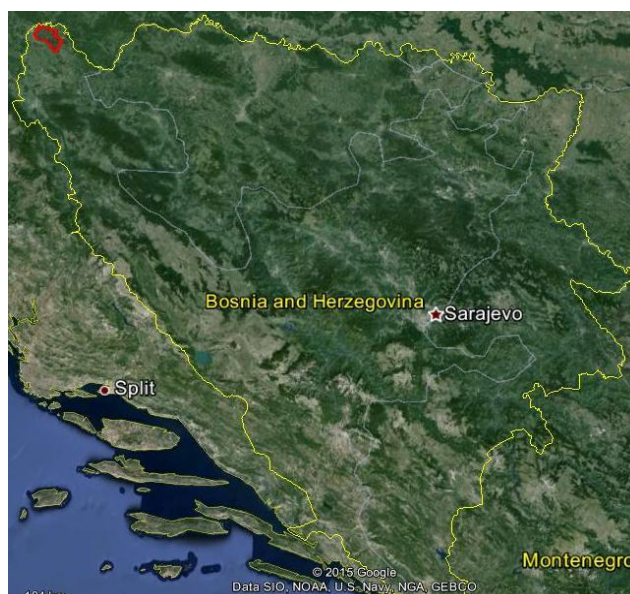
Početni korak koji je neophodno primijeniti pri identifikovanju statusa vodnih tijela podzemnih voda, predstavlja tzv. karakterizacija vodnih tijela, koja dozvoljava povezivanje u grupe podzemnih vodnih tijela. Karakterizacija podrazumijeva određivanje - opis i kvantifikaciju geoloških, hidrogeoloških uslova terena, posebno geometrije vodnog tijela, karaktera povlate i podine, brzine vodozamene, zavisnosti eko sistema na površini terena od infiltriranih ili isteklih podzemnih voda. Posebno se razmatraju pritisci na hemijski kvalitet – rasuti i koncentrisani izvori zagađivanja, kao i pritisci na kvantitet – obim eksploatacije i vještačko prihranjivanje (ako postoji).

U daljem tekstu biće dat tekstualni i tabelarni prikaz karakterizacije svih grupa vodnih tijela podzemnih voda koja su izdvojena u slivu Save na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine, dok su tabele date na kraju dokumenta u Aneksima I – XXVI. Također, važno je napomenuti da su u tekstu u

tabelama navedene i sve GVTPV koje se prostiru i u drugom entitetu i ona su obilježena posebnom oznakom u tabelama.

2.2.1 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Donji sliv Korane – Velika Kladuša

Grupa vodnih tijela Donji sliv Korane – Velika Kladuša (BA_KO_GW_K_1) se nalazi na krajnjem sjeverozapadnom dijelu Bosne i Hercegovine, praktično prateći jednim svojim dijelom državnu granicu Bosne i Hercegovine i Hrvatske. GVTPV (Sl. 6) se pruža između Poljana (sjeverna granica) i Todorova (južna granica), odnosno Velike Kladuše (zapadna granica) i Bužima (istočna granica), ukupne površine 97.8 km², bez učešća alogenih terena. Ova GVTPV se cijelom svojom površinom prostire u Federaciji Bosne i Hercegovine.



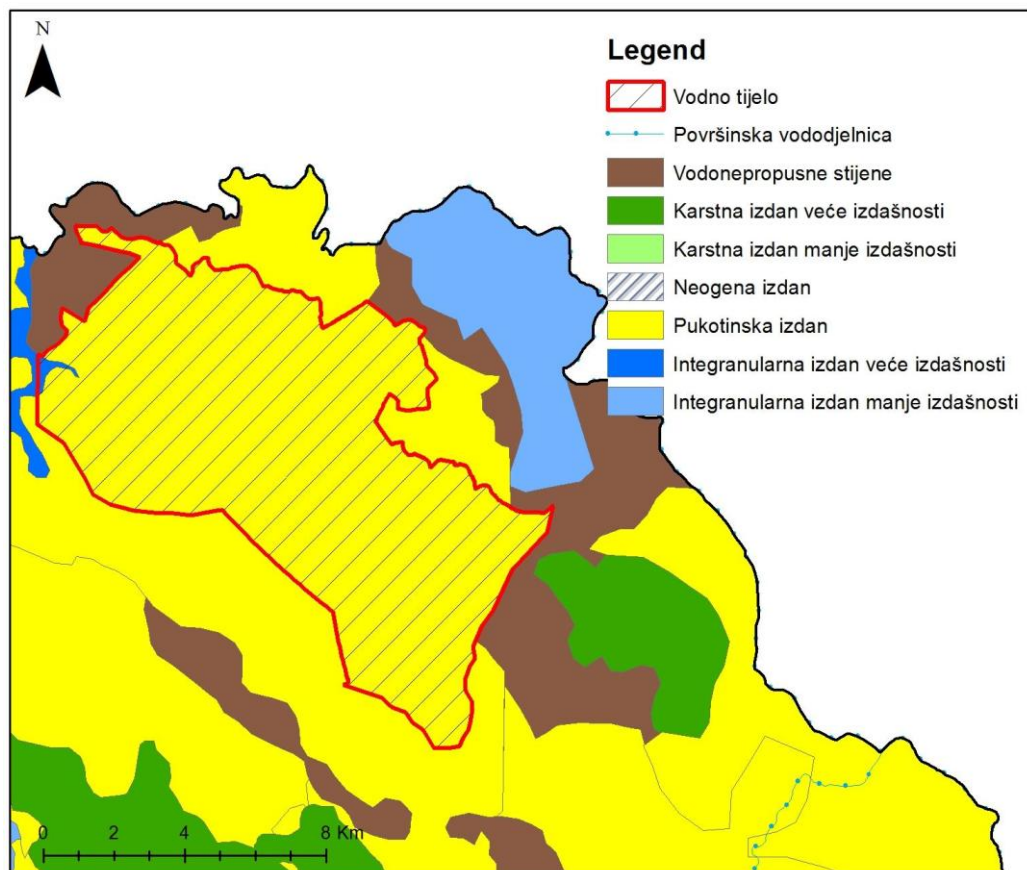
Sl. 6 Geografski položaj GVT „Donja Korana – Velika Kladuša“ (Google Earth); Legenda: Crvena linija – granica GVT „Donji sliv Korane – Velika Kladuša“; Žuta linija – granica BiH; 1 – TVP „Velika Kladuša“; 2 – TVP „Bužim“

Blizinom državne granice definisan je karakter vodnog tijela kao međudržavnog. U okviru *Plana upravljanja vodnim područjima Republike Hrvatske*, na susjednoj teritoriji se nalazi vodno tijelo Korana, koje praktično predstavlja nastavak GVT Donji sliv Korane – Velika Kladuša. U odnosu na ostala izdvojena vodna tijela, ova grupa vodnih tijela je praktično izolovana od ostalih, budući da su joj u blizini samo GVT Gornji sliv Korane – Cazin i nešto južnije GVT Srednja Una. Također, trebalo bi napomenuti da u sastav ove grupe vodnih tijela ulazi Vodno tijelo Velika Kladuša-Bužim-Cazin-Otoka (Sl. 6), koja su izdvojena u prvoj iteraciji na području Federacije Bosne i Hercegovine, predstavljena u karakterizacijskom izvještaju *“Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Une na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine”* (Zavod za vodoprivredu, Sarajevo, 2009a).

Sa aspekta geomorfoloških karakteristika, reljef terena koji je obuhvaćen ovom grupom vodnih tijela podzemnih voda je pretežno brdski sa pojavom dijelova reljefa koji pripadaju niskoplaninskom tipu. Nadmorske visine se kreću od 150 m.n.v. neposredno uz rijeku Glinu, dok se idući ka južnoj i jugoistočnoj granici, nadmorske visine povećavaju do maksimalnih 420 m.n.v. Riječna mreža je prisutna na površini vodnog tijela u vidu nekoliko manjih riječnih tokova: Slapnica, Kladušnica, Glinica, rijeka Ponor i dr. koje pripadaju podslivu rijeke Gline, koja se nalazi na teritoriji Hrvatske. Proticaji Kladušnice i Glinice se osmatraju na mjernim profilima Trnovi i Glinica, ali su nizovi hidroloških osmatranja dosta kratki (Zavod za vodoprivredu Sarajevo, 2009a). Karakteristični proticaji su u prethodno pomenutom karakterizacijskom izvještaju predstavljeni sumarno kao 16 m³/s, što predstavlja ukupnu količinu vode koja izlazi iz BIH u Hrvatsku preko podsliva Gline i Korane, pri čemu su, pored Glinice i Kladušnice, uključeni i pritoci rijeka Toplica i Mutnica koje se nalaze nešto južnije.

GVT Donji sliv Korane – Velika Kladuša velikim dijelom svoje površine pripada „Alohtonoj paleozojskoj – trijaskoj formaciji“, dok se ostatak nalazi u okviru „Bosanskog fliša“, geotektonskim jedinicama koje su izdvojene na teritoriji Bosne i Hercegovine (2 od ukupno 6). U okviru nižeg raščlanjavanja Alohtone paleozojsko – trijasko formacije, GVT pripada Sansko – unskoj navlaci prvog reda, koja je proizašla iz tektonskog kretanja paleozojskih i trijaskih jedinica i koja je navučena na Ključko – radušku navlaku i navlaku Bosanskog fliša. Alohtona paleozojsko – trijaska formacija ima rasprostranjenje od istočne i jugoistočne pa do sjeverozapadne Bosne, gdje je i locirana GVTPV. Najstariji litostratigrafski članovi koji se pojavljuju na području ove grupe jesu naslage donjeg trijasa izgrađene od pješčara, glinaca i laporaca, odnosno kampilskih slojeva predstavljenih krečnjacima, koji se nalaze u višim nivoima serije (Skopljak et al. 2011). Ova jedinica otkrivena je kod Velike Kladuše, Bužima i dalje se pruža ka istoku u pravcu Bosanskog Novog i Sanskog Mosta. Debljina naslaga je oko 400 do 500 m. U okviru trijasa razvijene su srednjetrijaske naslage, predstavljene krečnjacima i dolomitima (anizik T₂¹) i klastični sedimenti sa pločastim krečnjacima (ladinik T₂²), koji pripadaju tzv. vulkanogeno – sedimentnoj seriji. Rasprostranjenje anizijskih tvorevina je veće od ladinskih, koje zahvataju manje površine oko Velike Kladuše i Bužima, debljine 200 – 400 m. Drugim riječima, dominantno je prisustvo krečnjaka i dolomita anizijskog kata čija debljina može dostizati 300 do 500 m. Južnije od pomenute geotektonske jedinice, nalaze se naslage koje pripadaju Bosanskom flišu, čije je prostiranje od Velike Kladuše (SZ) do Gacka (JI), ukupne dužine 320 km. Kredno – paleogeni fliš u čiji sastav ulaze krečnjački i škriljavi lapori, laporci, laporoviti krečnjaci i sočiva krečnjaka sa rožnacima, odnosno kalkarenitima, ukupne debljine oko 500 m. Na kraju, najmlađe formacije pripadaju kvartaru, i litološki su predstavljene pjeskovito – šljunkovitim naslagama.

Sa hidrogeološkog aspekta, najveći značaj imaju stijene karstno – pukotinske poroznosti, predstavljene masivnim i ispućalim krečnjacima i dolomitima anizika koji predstavljaju glavni hidrogeološki kolektor podzemnih voda u okviru ove grupe podzemnih vodnih tijela (Sl. 7).

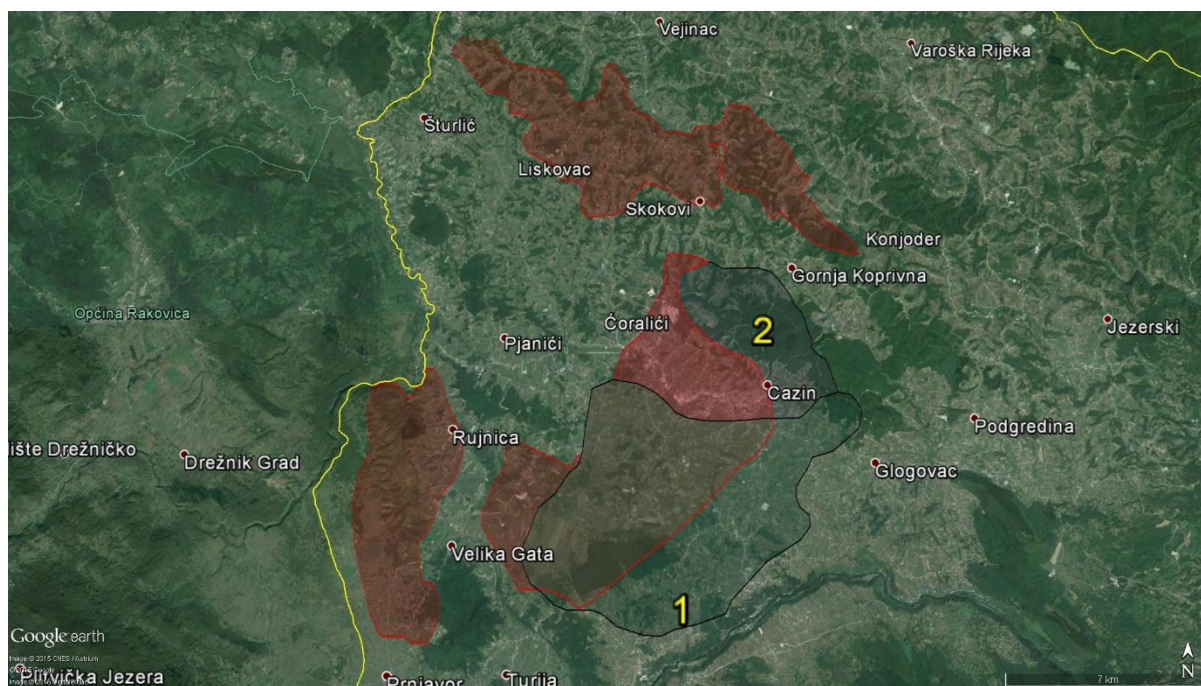
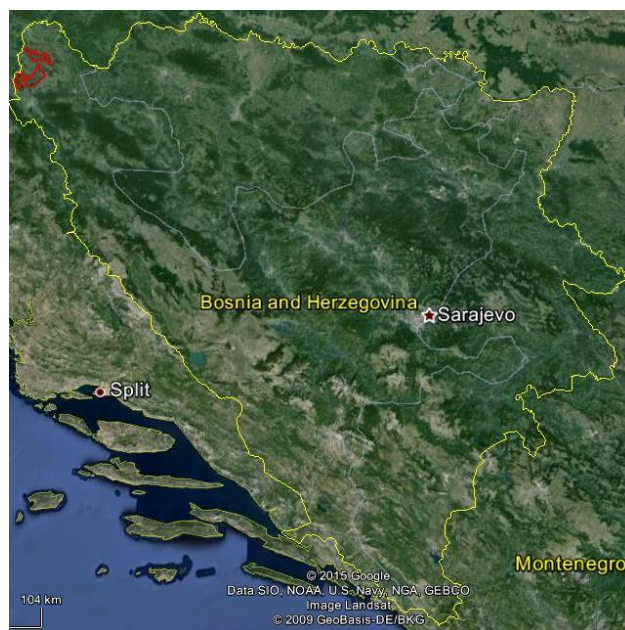


Sl. 7 Prikaz GVT „Donji sliv Korane – Velika Kladuša” na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.000)

Glavni vid prihranjivanja ove izdani jeste infiltracija atmosferskih voda, koja se procjenjuje na oko 40% padavina godišnje, uzimajući u obzir sve relevantne faktore koji mogu uticati na efektivnu infiltraciju (nagib terena, pošumljenost, geološki sastav, hidrografsku mrežu i sl.). Za detaljniju determinaciju pravca cirkulacije podzemnih voda neophodno je izvršiti detaljna i obimna istraživanja koja bi svakako uključivala opite trasiranja. Međutim, iako na ovom prostoru nisu vršeni opiti trasiranja podzemnih tokova, na osnovu tektonskih i geoloških karakteristika terena se mogu utvrditi generalni pravci tečenja. Oni se pružaju pravcem jugoistok – sjeverozapad i sjeverozapad – jugoistok, prateći pritom glavne rasjedne strukture, pri čemu su oni orijentisani ka glavnom izvoru u okviru ove GVT, izvoru „Musići”. Od filtracionih karakteristika sredine, određeni su koeficijenti transmisibilnosti ($T = 1.2 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ za Veliku Kladušu i $T = 2.23 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ za Bužim), na osnovu kojih je određena fiktivna brzina kretanja izdanskog toka, koja iznosi 0.19 – 0.23 m/dan. Kao izlazna komponentna figuriše dreniranje karstne izdani, koje se odvija preko nekoliko manjih karstnih vrela, koja su mahom presušila nakon izgradnje eksploatacionih bunara. To su uglavnom bili izvori na području Kvrkulje, u Dabravinama i Slapnici, od kojih su „u funkciji” jedino izvori Čaglica ($Q = 5 \text{ l/s}$), Dervino vrelo ($Q = 6 \text{ l/s}$) i Musića vrelo ($Q = 5 \text{ l/s}$).

2.2.2 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Korane – Cazin

Grupa vodnih tijela Gornji sliv Korane – Cazin (BA_KO_GW_K_2) nalazi se na krajnjem sjeverozapadu Bosne i Hercegovine (Sl. 8). Jednim svojim dijelom je ograničeno državnom granicom prema Republici Hrvatskoj. U Planu upravljanja vodnim područjima Republike Hrvatske, vodno tijelo koje se nastavlja na „Gornji sliv Korane“ naziva se VT „Una“. Prostiranje ove GVTPV je u potpunosti na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine.



Sl. 8 Geografski položaj GVT „Gornja Korana – Cazin“ (Google Earth) ; Legenda: Crvena linija – granica GVT „Gornja Korana – Cazin“; Žuta linija – granica BiH; 1 – TVP „Cazin“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Srednji sliv Une“); 2 – TVP „Tahirović“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Srednji sliv Une“)

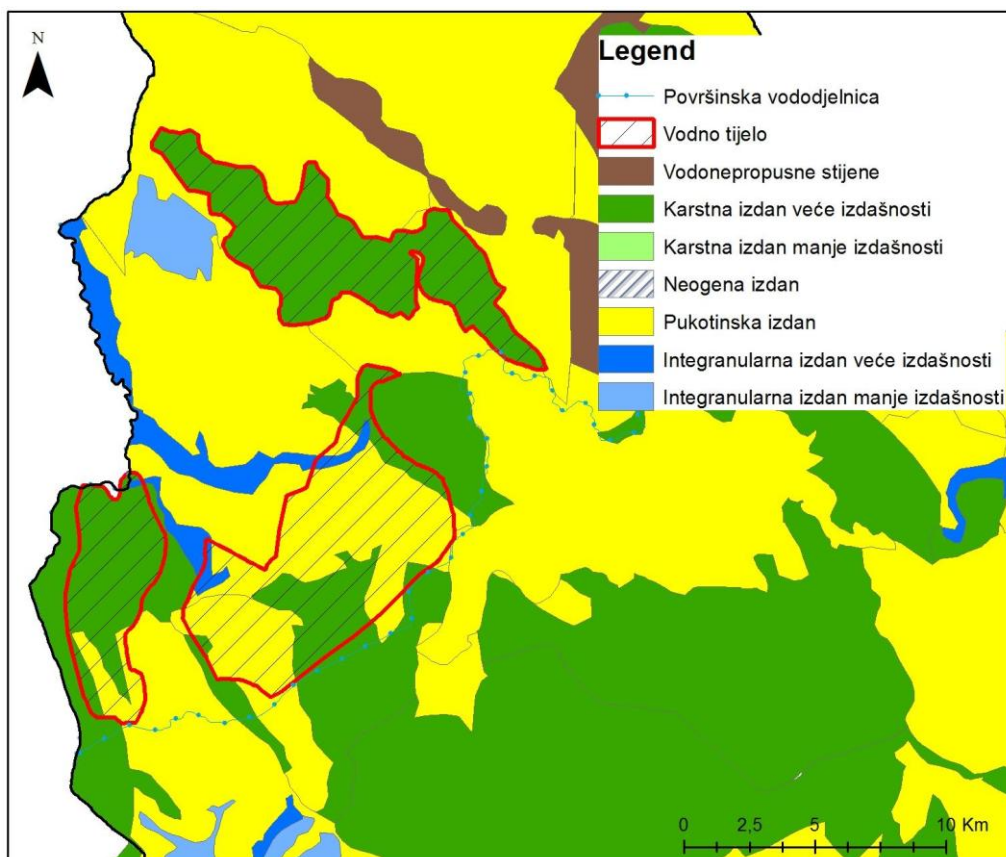
Ova grupa VT ima ukupnu površinu 127.4 km², od čega oko jedne trećine pripada alogenom karstu. Sastoji se iz tri manja vodna tijela, koja su fizički odvojena i nalaze se na relativno malom rastojanju. Prvi dio grupe se prostire od Kudića do rijeka Marceljice i Pivnice, drugi dio zahvata prostor od Velike Gate, preko Urge do Radetine rijeke, dok je rasprostranjenje trećeg dijela od rijeke Toplice do Izačića. Sa druge strane, GVT je okružena grupama vodnih tijela „Donji sliv Korane – Cazin“, „Srednji sliv Une“ i „Gornji sliv Une“. U sastav ove grupe vodnih tijela ulaze i vodna tijela izdvojena u karakterizacijskom izvještaju *„Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Une na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine“* (Zavod za vodoprivredu Sarajevo, 2009a): Tahirović i Cazin (Sl. 8).

Sa geomorfološkog aspekta, može se reći da je reljef terena brdskog tipa, obzirom na nadmorske visine terena koje se kreću prosječno 350 – 400 m, dok maksimalna nadmorska visina dostiže 500 m.n.v. Drenažna mreža je razvijenija u južnim dijelovima GVT, dok u sjevernom dijelu ona praktično izostaje. Tako, veći riječni tokovi koji se nalaze na području ove grupe jesu Toplica, Koprivska rijeka, Mutnica, kratkim tokom Dobrenica i jednim svojim manjim dijelom rijeka Korana. Proticaji rijeka Toplica i Mutnica se osmatraju na vodomjernoj stanici Trzac, ali uslijed kratkog perioda osmatranja, proticaj je određen preko hidrološke regionalizacije sliva i o iznosi $Q = 16 \text{ m}^3/\text{s}$ za podsliv Korane i Gline zajedno (Zavod za vodoprivredu, 2009).

Prema području rasprostranjenja, „Gornji sliv Korane“ zahvata dijelove četiri geotektonske jedinice: „Alohtone paleozojske i trijaskie formacije“, „Bosanski fliš“, „Dinarska karbonatna platforma“ i „Postorogene oligocenske, neogene i kvartarne formacije“ (Skopljak *et al.* 2011). Tako se u okviru Alohtone paleozojske i trijaskie formacije nalaze tvorevine srednjeg trijasa predstavljene dolomitima, prosječne debljine 300 – 500 m, odnosno jurskim naslagama koje su izgrađene pretežno od dolomita ($J_1, J_{2,3}, J_3$) sa rijetkim proslojcima krečnjaka. Debljina pomenutih jurskih sedimenata je od 220 pa do maksimalnih 700 m (Skopljak *et al.* 2011). Naslage donje krede (K_1) predstavljene krečnjacima dio su Dinarske karbonatne platforme, koja je prisutna na uskom prostoru sjeverno od Bihaća. Debljina ovih sedimenata nije velika, svega od 50 do 100 m, ali sa aspekta kvantiteta može biti značajan kolektor kvalitetnih podzemnih voda. Sljedeći litostratigrafski član, predstavljen gornjokrednim senonskim flišom (K_2) pripada geotektonskoj jedinici „Bosanski fliš“. Ovu formaciju izgrađuju glinci, alevroliti, rožnaci, kalkareniti, krečnjaci, debljine oko 500 m. Kredni fliš se može posmatrati kao hidrogeološka barijera, budući da je praktično vodonepropusni. Najmlađi sedimenti pripadaju postorogenim neogenim i kvartarnim sedimentima, gdje su rasprostranjene miocenske naslage u vidu konglomerata, pješčara, lapora, gline, uglja, krečnjaka i laporaca. To su tzv. jezerski srednjemiocenski sedimenti čija je debljina prosječno oko 150 m. Na kraju, istoj geotektonskoj jedinici pripadaju i kvartarne naslage.

Prema hidrogeološkim karakteristikama, najznačajnije količine podzemnih voda akumulirane su u stijenama kavernozno – pukotinske poroznosti (Sl. 9). One su predstavljene trijaskim i jurskim dolomitima „Alohtone paleozojske i trijaskie formacije“ u sjevernim dijelovima GVT, odnosno donjokrednim krečnjacima „Dinarske karbonatne platforme“ u južnim. Pomenuta dva tipa poroznosti su navedena zajedno iz razloga što se u područjima sa dominantnim dolomitima javlja prelaz ka pukotinskom tipu izdani uslijed manjeg stepena ispucalosti. Ipak, sa regionalnog stanovišta, ovakvi slučajevi su praktično zanemarivi, pa se cijela GVT može smatrati kao vodno tijelo karstne i dijelom intergranularne poroznosti.

Na osnovu izvedenih opita crpenja izračunate su i filtracione karakteristike podzemnih voda na ovom području, gdje je srednja vrijednost koeficijenta transmisibilnosti $T = 1.0 - 9.7 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$; specifična izdašnost $\mu = 0.20$, a koeficijent pijezoprovodnosti $a = 0.2 - 0.485 \text{ m}^2/\text{s}$, dok je hidrodinamički nivo pod pritiskom. Proces prihranjivanja podzemnih karstnih voda se vrši u najvećoj mjeri putem infiltracije atmosferskih padavina, koja je procijenjena kao 30% padavina na godišnjem nivou. Pored toga, prihranjivanje je moguće i poniranjem površinskih riječnih tokova, najviše u centralnim i južnim dijelovima GVT, budući da je procijenjena srednja povezanost površinskih i podzemnih voda, kao i da je potvrđena veza između ponora i nekih karstnih vrela izvedenim ispitivanjima trasiranja.

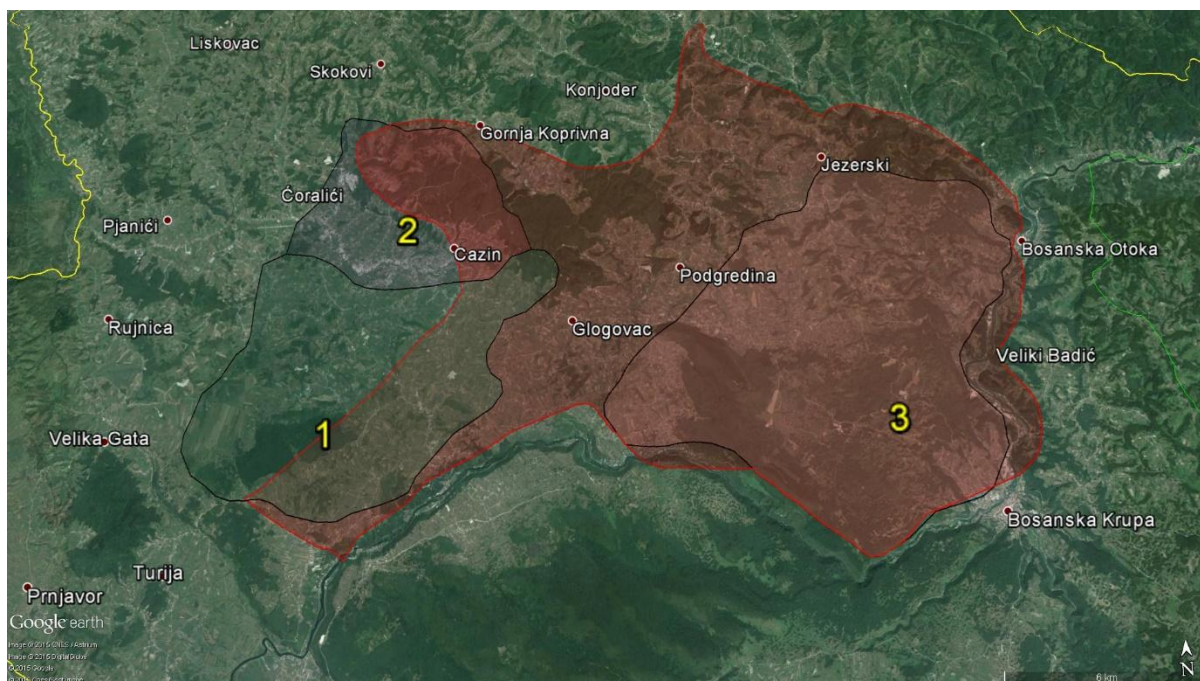
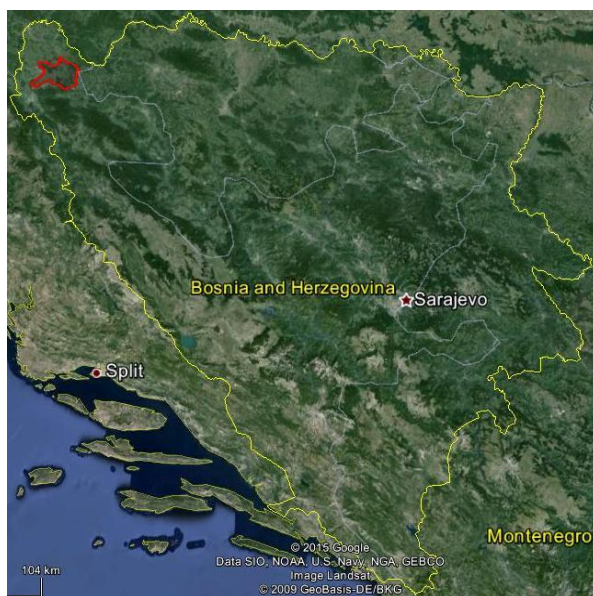


Sl. 9 Prikaz GVT „Gornji sliv Korane – Cazin” na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.000)

Pomenuta ispitivanja bojenja su izvršeni u ponorima Krivodol i Kličići, kao i bušotinama u Slatini i Tahirovićima. Njima je utvrđena veza između ponora Krivodol i vrela Vrelo i Dobrenica u Prošićima, odnosno bušotina MB-1, MB-2 i MB-3 u Mutniku, dok se traser ubačen u ponor Kličići pojavio na Vignjevića vrelu i vrelu Osredak (Zavod za vodoprivredu, 2009a). Stoga, je na osnovu izvedenih ispitivanja trasiranja utvrđena generalna orijentacija protoka podzemnih voda koja se odvija pravcem JI – SZ, odnosno virtuelna brzina koja je u granicama $v = 0.002 - 0.005 \text{ m/s}$. Drenirajuće tačke ove grupe podzemnih vodnih tijela su na karstnim vrelima u Mutniku, Vignjevićima i Tahiroviću, pojedinačne izdašnosti $Q = 5 \text{ l/s}$, dok izvor u Ćoralićima daje 42 l/s . Izvori u Mutniku, Vignjevićima i Tahirovićima su napušteni, umjesto njih su izgrađeni eksploatacioni bunari kojima se zahvata voda za vodosnabdijevanje ovih mjesta.

2.2.3 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Srednji sliv Une

Grupa podzemnih vodnih tijela „Srednji sliv Une“ (BA_UN_GW_K_4) nalazi se u sjeverozapadnom dijelu Bosne i Hercegovine, u cijelosti u okviru entiteta Federacije Bosne i Hercegovine (Sl. 10). Rasprostranjenje ove grupe je između vododjelnice Korane i Une na sjeverozapadu, Mahmića sela na sjeveru, doline Une do Otoke i Bosanske Krupe na istoku i jugoistoku i Brekovice na jugu, ukupne površine 256 km², od čega je oko 105 km² alogenih terena.



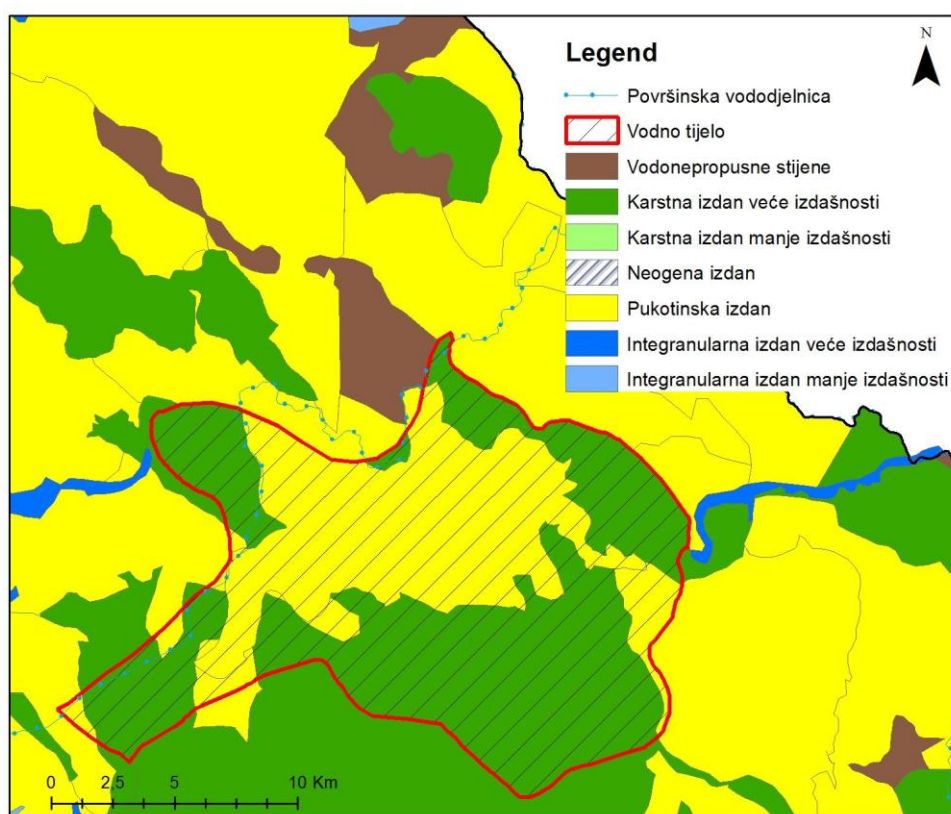
Sl. 10 Geografski položaj GVT „Srednji sliv Une“ (Google Earth) ; Legenda: Crvena linija – granica GVT „Srednji sliv Une“; žuta linija – granica BiH; 1 – TVP „Cazin“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv Korane - Cazin“); 2 – TVP „Tahirović“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv Korane - Cazin“); 3 – TVP „Stijena – Otoka“

Ograničena je grupama VT Gornji sliv Korane – Cazin (sjeverozapadna granica) i Grmeč (južna i jugoistočna granica), dok se nešto sjevernije od Srednjeg sliva Une nalazi GVT Donji sliv Korane – Velika Kladuša. Također, treba napomenuti da u sastav ove grupe vodnih tijela ulazi i vodno tijelo Stijena – Otoka, kao i dijelovi VT Tahirovići i Cazin, koja su izdvojena u prvoj iteraciji na području Federacije Bosne i Hercegovine, predstavljena u karakterizacijskom izvještaju *“Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Une na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine”* (Zavod za vodoprivredu, 2009).

Reljef terena koji pripada ovoj grupi VT pretežno je brdovit, sa prosječnim nadmorskim visinama od 400 m, dok maksimalne visine dostižu skoro 800 m, i to u južnom dijelu GVT. Riječna mreža je razvijena samo u sjevernim i centralnim dijelovima GVT, dok u južnim dijelovima, sve do doline Une, potpuno odsustvuje. Od značajnijih riječnih tokova, izdvaja se Una čija dolina predstavlja granicu i erozioni bazis grupe vodnih tijela. Rijeka Una izvire u Hrvatskoj, a svojim velikim dijelom teče kroz Bosnu i Hercegovinu. Proticaj Une se osmatra na više hidroloških stanica, od kojih je vodomjerna stanica “Bosanska Krupa” na granici ove GVT i GVT “Grmeč”, na kojoj je zabilježen minimalni proticaj od $Q_{\min} = 29.5 \text{ m}^3/\text{s}$, odnosno srednji proticaj od $Q_{\text{av}} = 116 \text{ m}^3/\text{s}$ (Zavod za vodoprivredu, 2009a). Ovaj predio obiluje geomorfološkim karstnim oblicima u vidu pećina, slapova, klisura, dolina, kanjona od kojih je najduži kanjon Une koji se proteže od Bihaća pa sve do Bosanske Krupe.

Grupa vodnih tijela “Srednji sliv Une” zahvata četiri geotektonske jedinice: “Alohtonu paleozojsku i trijasku formaciju”, “Bosanski fliš”, “Dinarsku karbonatnu platformu” i “Postorogene oligocenske, neogene i kvartarne naslage”, a također pripada i prostoru Sansko – Unske navlake (Skopljak *et al.* 2011). Najstarije litostratigrafske jedinice predstavljene su donjetrijaskim naslagama: pješćarima, laporcima i glincima, debljine oko 350 m, koje pripadaju “Alohtonoj paleozojskoj i trijaskoj formaciji”. Mlađe naslage trijasa ($T_{2,3}$, T_3) pripadaju “Dinarskoj karbonatnoj platformi” i njih izgrađuju pretežno dolomiti, prosječne debljine 400 – 1700 m. Jurske naslage su također razvijene u okviru Dinaridske karbonatne platforme. Predstavljene su sedimentima donje i srednje jure ($J_{1,2}$), lijasko – dogerski sedimenti predstavljeni su krečnjacima sa proslojcima dolomita i dolomitičnih krečnjaka čija debljina iznosi 400-500 m. Pored njih, u istu geotektonsku jedinicu ulaze i malmski sedimenti (J_3) izgrađeni također od krečnjaka debljine 200 – 400 m. Donja kreda (K_1) je izgrađena od krečnjaka debljine 300 – 400 m, i također spada u gore pomenutu platformu. Mlađe naslage koji geohronološki pripadaju gornjoj kredi (K_2) nalaze se u okviru Bosanskog fliša. Ove kredne tvorevine izgrađuju senonske flišne naslage (tzv. “ugarska grupa formacija”) i one su predstavljene krečnjacima, laporcima, kalkarenitima, sa podređenim rasprostranjenjem pješćara, alevrolita i rožnaca. Debljina flišnih naslaga je oko 500 m. Na kraju, kao najmlađe naslage postavljaju se srednjemiocenski jezerski sedimenti izgrađeni od konglomerata, pješćara, laporaca, gline i uglja, debljine između 200 i 900 m. Ova formacija ($M_{2,3}$) pripada Postorogenim neogenim i kvartarnim naslagama.

Prema hidrogeološkim osobinama, najznačajnije stijene na prostoru ove grupe VT su stijene kavernozno – pukotinske poroznosti (Sl. 11). U njih se ubrajaju srednji i gornjotrijaski krečnjaci i dolomiti, lijasko-dogerski i malmski krečnjaci, kao i krečnjaci donjokredne starosti. Sve ove naslage pripadaju Dinarskoj karbonatnoj platformi. U nekim dijelovima terena, moguće je da dođe do prelaza iz karstnog tipa akvifera u pukotinski, najviše zbog smanjenja stepena karstifikacije i to naročito u dolomitima. Međutim, to ne mijenja bitno način cirkulacije vode, budući da gledano sa regionalnog aspekta, razlike imaju samo lokalni značaj. Stoga, karstni akvifer možemo smatrati kao dominantan u ovoj grupi VT.



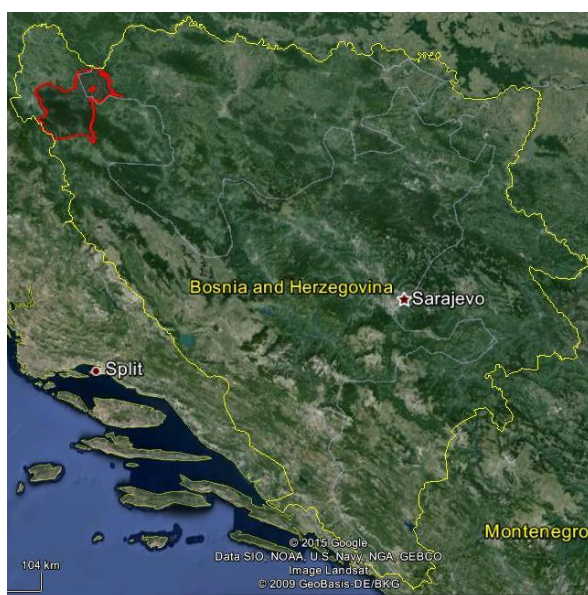
Sl. 11 Prikaz GVT „Srednji sliv Une” na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.00)

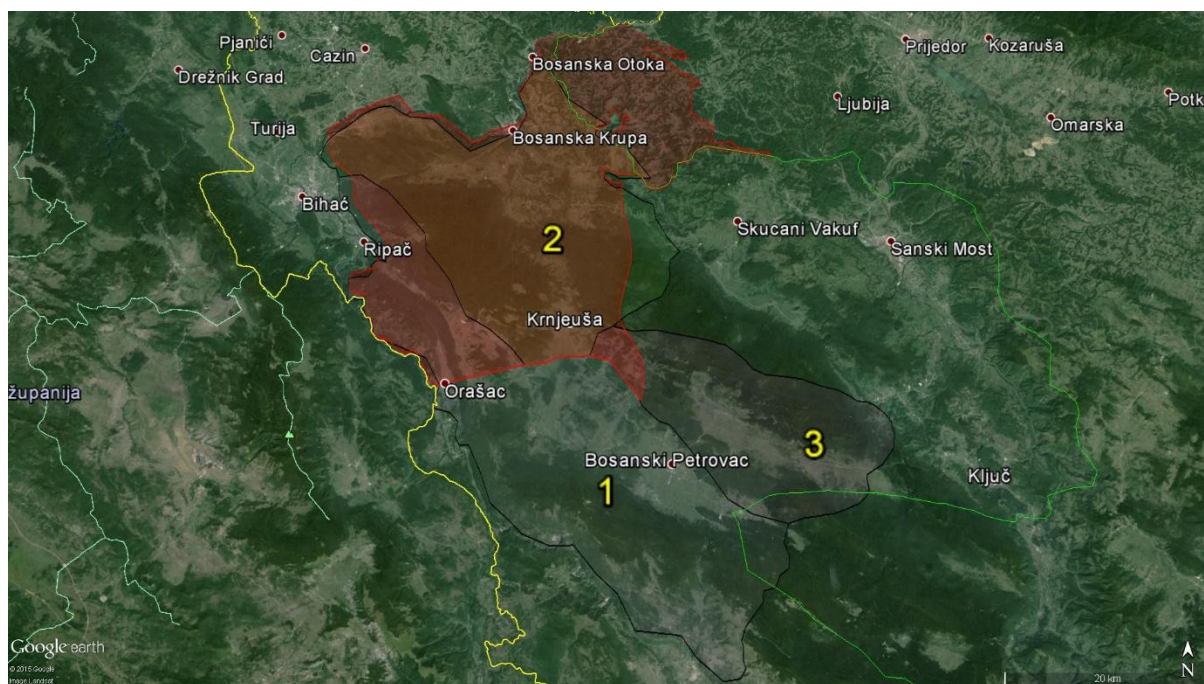
Glavni vid prihranjivanja karstnih akvifera je infiltracija voda od padavina. Procjena je da je efektivna infiltracija od padavina oko 30% na godišnjem nivou. Pored toga, ne bi trebalo zanemariti ni ostale vidove prihranjivanja, koji iako manji, mogu biti značajniji pri obnavljanju rezervi podzemnih voda. To se prije svega odnosi na poniranje površinskih tokova, odnosno infiltraciju vode nastale kao posljedica topljenja snijega. Tako, dok se prihranjivanje na račun poniranja površinskih voda može očekivati u sjevernim i centralnim dijelovima terena (jer tamo postoji drenažna mreža, a na južnim dijelovima odsustvuje), otapanje snježnih pokrivača je dominantnije u južnim dijelovima terena zbog nešto većih nadmorskih visina. Generalna orijentacija toka podzemnih voda se može odrediti na osnovu izvršenih opita trasiranja. Ova istraživanja obavljena su na ponorima Stijene, Pištaline, Krivodol, kao i u Jezerskom regionu. Njima su utvrđene veze između ponora Stijena i karstnog vrela Grmuša, zatim ponora Pištaline i Crnog vrela, dok se bojenjem površinskih tokova u Jezerskom regionu utvrdila podzemna veza između ovih ponora i vrela Voloder i Vodomut kod Bosanske Otoke (Zavod za vodoprivredu, 2009a). Tako je uz pomoć ovih opita bojenja sračunata fiktivna brzina izdanskog toka koja varira u dijapazonu od $v = 0.002 - 0.012$ m/s. dok je generalni pravac protoka definisan pravcem SZ – JI i Z – I u okviru ove grupe vodnih tijela podzemnih voda. Glavne drenirajuće tačke u okviru grupe VT “Srednji sliv Une” su karstna vrela na lijevoj obali Une koja predstavljaju erozioni bazu krečnjaka na ovom prostoru. To su pretežno vrela kontaktno – prelivnog tipa i uzlaznog mehanizma isticanja, što može ukazivati na dubinsku sifonalnu cirkulaciju podzemne vode. Takva karstna vrela bi bila vrela Voloder ($Q = 110 - 1000$ l/s), Vodomut ($Q = 60 - 1020$ l/s), Crno vrelo ($Q = 180 - 2360$ l/s), Grmuša ($Q = 150$ l/s) i vrelo Dobrenica. Ipak, iako perspektivna sa aspekta kvantiteta, ova karstna vrela nisu kaptirana za potrebe vodosnabdijevanja, što zbog

nepristupačnosti, što zbog nedovoljnih hidrogeoloških istraživanja. Sa hidrodinamičkog aspekta, karstne vode ove grupe VT su u određenim područjima sa slobodnim nivoom, a u drugim pod pritiskom. Sa druge strane, filtracione karakteristike karstnih vrela Voloder i Vodomot su određene na osnovu analize krive pražnjenja i koeficijenta recesije koji se nalazi u opsegu od $\alpha = 0.0042 - 0.0087$, što ukazuje na dobre filtracione sposobnosti ovih veoma karstifikovanih krečnjaka. Uporedo s tim, sračunata je i zapremina vode u posmatranim periodima recesije, pa tako za prvi period recesije, zapremina vode iznosi $Q = 0.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$, u drugom iznosi $Q = 8.93 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ (vrelo Voloder), a za vrelo Vodomot iznosi $Q = 10.42 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ (Zavod za vodoprivredu, 2009).

2.2.4 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Grmeč

Grupa podzemnih vodnih tijela „Grmeč“ (BA_UN_GW_K_5) nalazi se u sjeverozapadnom dijelu Bosne i Hercegovine (Sl. 12) i ima interentitetski karakter budući da granica između Federacije i Republike Srpske prolazi kroz GVT nešto istočnije od Bosanske Krupe. GVT „Grmeč“ je locirana između doline Une (sjever, sjeverozapad), vododjelnice između Une i Sane (istok), Bjelajskog polja (jug) i Bihaćke kotline (zapad). Zauzima ukupnu površinu od 1024 km^2 , od čega se u FBiH nalazi 823.8 km^2 .





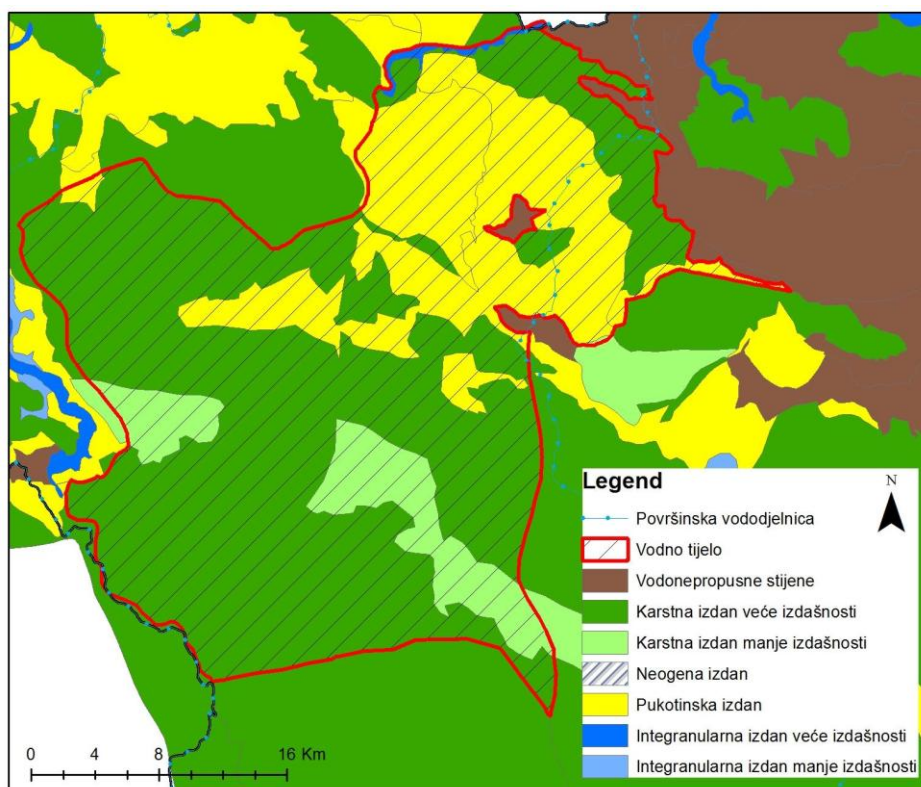
Sl. 12 Geografski položaj GVTPV „Grmeč“ (Google Earth) ; Legenda: Crvena linija – granica GVT „Grmeč“; žuta linija – granica BiH; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Klekovača“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv Une“ i „Srednji sliv Sane“); 2 – TVP „Grmeč Krušnica“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv Une“ i „Srednji sliv Sane“); 3 – TVP „Grmeč Sanica“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv Une“ i „Srednji sliv Sane“)

U odnosu na ostale GVT, „Grmeč“ je ograničen grupom VT „Srednji sliv Une“ na sjeverozapadu, zatim grupom „Srednji sliv Sane“ na istoku i sjeveroistoku, grupom VT „Gornji sliv Une“ na jugu i jugozapadu, dok veoma mali dio „Grmeča“ se na krajnjem jugoistoku graniči sa GVT „Gornji sliv Sane“. U sastav GVT „Grmeč“ ulaze i vodna tijela izdvojena u prvoj iteraciji na teritoriji Federacije BiH od strane Zavoda za vodoprivredu u karakterizacijskom izvještaju *“Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Une na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine”* (Zavod za vodoprivredu, 2009a): Grmeč Krušnica, i manji dijelovi vodnih tijela Grmeč, Sanica i Klekovača.

Reljef terena koji pripada ovoj grupi VT razlikuje se na sjeveroistočnim i centralnim i južnim dijelovima terena. Naime, u sjeveroistočnom dijelu preovladava brdski tip reljefa sa prelazom ka ravničarskom tipu, sa nadmorskim visinama do 200 m, sa razvijenom riječnom mrežom. S druge strane, na jugozapadnim, jugoistočnim i centralnim dijelovima terena preovladava tipičan brdsko – planinski tip reljefa u okviru koga se nadmorske visine penju do 1000 m, maksimalno do 1200 m.n.v. Rječna mreža je formirana samo u sjevernom dijelu GVT, gdje su postojali povoljni geološki i geomorfološki uslovi za njen razvoj i vododrživa podloga. Glavni riječni tok je rijeka Una, koja jednim svojim dijelom protiče kroz GVT Grmeč. Značajni vodotoci su još i Krušnica, Suvajčina, Mlaka, Vojskova, Japrica, Mraovac, Brska, Brankovac. Rijeka Una izvire u Hrvatskoj, a svojim velikim dijelom teče kroz Bosnu i Hercegovinu. Proticaj Une se osmatra na više hidroloških stanica, od kojih je vodomjerna stanica „Bosanska Krupa“ na granici ovog vodnog tijela i GVT „Srednji sliv Une“. Na njoj je zabilježen minimalni proticaj od $Q_{\min} = 29.5 \text{ m}^3/\text{s}$, odnosno srednji proticaj od $Q_{\text{sr}} = 116 \text{ m}^3/\text{s}$ (Zavod za vodoprivredu Sarajevo, 2009a).

Grupa podzemnih vodnih tijela "Grmeč" obuhvata dijelove 3 geotektonske jedinice: "Alohtone paleozojske i trijaske formacije" u dijelu Sansko – unske i Ključko – raduške navlake, "Dinarske karbonatne platforme" i "Bosanskog fliša". Među najstarijim litostratigrafskim jedinicama na području ove GVT, nalaze se naslage srednjeg i gornjeg trijasa. Ove naslage su dominantno izgrađene od dolomita, sa lokalnim pojavama klastičnih i vulkanogeno - sedimentnih sedimenata u vidu rožnaca, laporaca. Njihova debljina je između 600 i 700 m. Dalje, na terenu su prisutne i sedimenti jurske starosti. Donja jura (J_1) je predstavljena krečnjacima i dolomitima debljine 300 – 400 m, dogerske naslage (J_2) su također izgrađene od karbonata u vidu krečnjaka i dolomita sa lokalnim pojavama rožnaca. Na kraju, naslage malma (J_3) su predstavljene krečnjacima uz lokalno prisustvo laporaca, konglomerata, pješčara i breča. Treba napomenuti da jurske naslage pripadaju Dinarskoj karbonatnoj platformi. U okviru iste geotektonske jedinice, nalaze i kredne naslage u vidu donjokrednih tvorevina (K_1) predstavljenih dominantno krečnjacima i dolomitima, uz pojave laporaca, pješčara i breča, debljine 700 m. Preko ovih naslaga, nalazi se neraščlanjena serija donje i gornje krede ($K_{1,2}$) u čiji sastav ulaze krečnjaci, dolomiti, laporoviti krečnjaci, kalkareniti, breče i laporci debljine 500 – 600 m. Mlađe kredne naslage pripadaju drugoj geotektonskoj jedinici (Bosanski fliš) i predstavljene su senonskim flišem koji je izgrađen od konglomerata, breče, laporaca i škriljaca. Debljina ovih gornjokrednih naslaga fliša je oko 500 m.

Sa hidrogeološkog aspekta, najznačajnije su stijene karstno-pukotinske poroznosti, koje na ovom području imaju veliko rasprostranjenje (Sl. 13). Ove stijene su sposobne da akumuliraju veće količine podzemnih voda. Formacije u kojima se formiraju i cirkulišu karstne izdanske vode su u okviru jurskih i krednih krečnjaka. Sve pomenute serije pripadaju Dinarskoj karbonatnoj platformi.

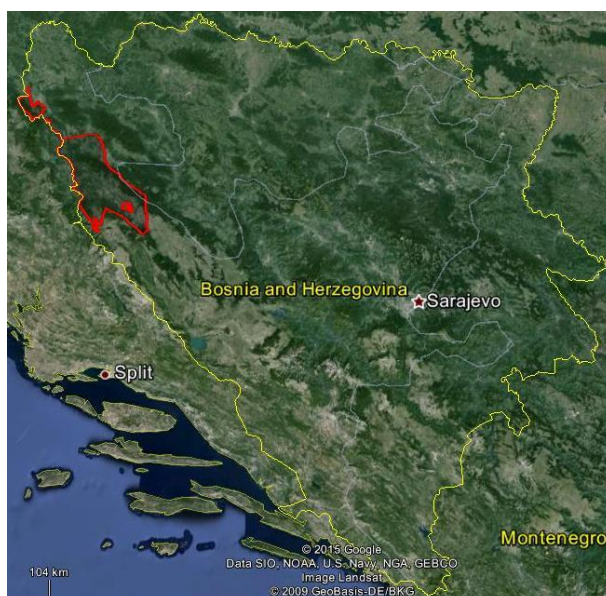


Sl. 13 Prikaz GVT „Grmeč” na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.00)

Glavni vid prihranjivanja karstnog akvifera je infiltracija voda od atmosferskih padavina. Procjena je da efektivna infiltracije dostiže i 50% padavina na godišnjem nivou, što ukazuje na velike apsorpcione mogućnosti karstifikovanih karbonatnih masa. Pored ovog načina, prirodno prihranjivanje se može odvijati i preko infiltracije voda koje potiču od otapanja snježnog pokrivača, te od koncentrisanog poniranja površinskih tokova. Ovo je posebno slučaj u južnim dijelovima GVT gdje su nadmorske visine i preko 1000 m (planina Grmeč) i gdje su locirana manja karstna polja. U njima se formiraju manji povremeni tokovi koji na kontaktu sa krečnjačkim naslagama poniru. Cirkulacija podzemnih voda se odvija dominantno pravcem JI – SZ što je potvrđeno traserskim ispitivanjima koja su izvršena u ponoru Risovac kada je utvrđena veza ovog ponora i karstnog vrela Krušnica. Generalno gledano, pravci toka prate pružanje glavnih regionalnih i lokalnih rasjednih struktura. Dreniranje karstnog akvifera u masivu Grmeča se odvija dominantno u dva pravca: manjim dijelom vjerovatno prema rijeci Uni na zapadu, većim dijelom prema istoj rijeci na sjever gdje se pojavljuju vrela Krušnica i Crno jezero (Zavod za vodoprivredu, 2009a). Na pomenutim vrelima se drenira karstni akvifer formiran uglavnom u donjokrednim krečnjacima, pa vrela imaju veoma veliku izdašnost. Tako, vrelo Krušnica, na kontaktu donjokrednih krečnjaka i nepropusne formacije dolomita, rožnaca i laporaca srednjeg i gornjeg trijasa u minimumu ima 1200 l/s, dok u maksimumu prelazi 100 m³/s. Proračunati koeficijent pražnjenja od $\alpha = 0.0172$ ukazuje na dobre retencione sposobnosti karstnog akvifera. Sa druge strane, Crno jezero je formirano na samom obodu korita rijeke Une, koja predstavlja erozioni bazis donjokrednih krečnjaka. Ovo karstno vrelo ima manju ali ne i zanemarivu izdašnost: $Q_{\min} = 80$ l/s i $Q_{\max} > 1000$ l/s. Oba vrela su uzlaznog mehanizma isticanja što ukazuje na vjerovatnu dubinsku, sifonalnu cirkulaciju podzemnih voda.

2.2.5 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Une

Grupa vodnih tijela "Gornji sliv Une" (BA_UN_GW_K_3) zahvata krajnji JZ dio Federacije BiH i pruža se duž državne granice sa Republikom Hrvatskom dajući ovoj grupi karakter međugranične grupe vodnih tijela (Sl. 14). Krajnja južna granica je područje nešto sjevernije od Bosanskog Grahova gdje se GVT Gornja Una graniči sa Jadranskim slivom. Sjevernu granicu predstavlja Bihaćko polje. Gornja Una obuhvata na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine prostor površine 1171,9 km².





Sl. 14 Geografski položaj GVT „Gornji sliv Une“ (Google Earth) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Gornji sliv Une“; žuta linija – granica BiH; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Klekovača“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Grmeč“ i „Gornji sliv Sane“); 2 – TVP „Plješevica Ostrovnica i Toplica“; 3 – TVP „Plješevica Klokot i Privilica“

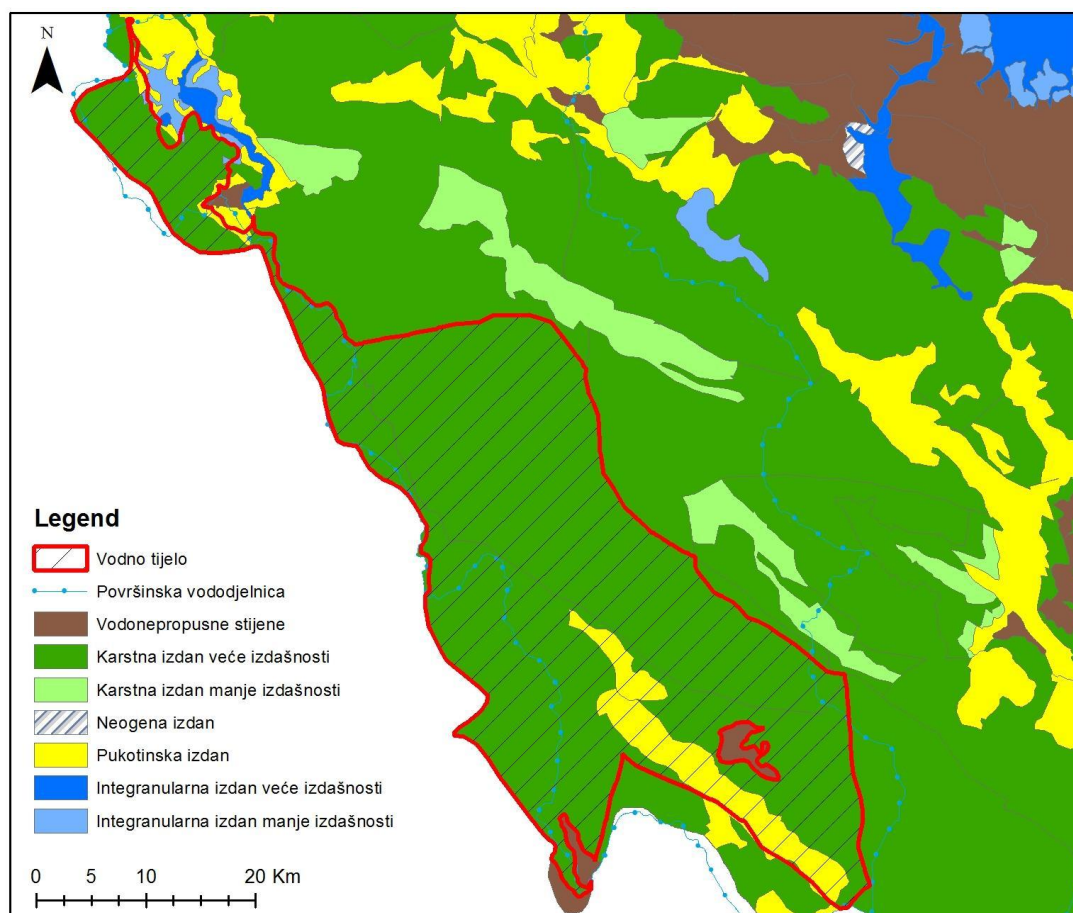
U sklopu *Plana upravljanja vodnim područjima Republike Hrvatske*, analogna grupa vodnih tijela (GVT) na susjednoj teritoriji ima naziv "Una krš" i produžava se dalje ka sjeveru u GVT "Una". Susjedna vodna tijela na teritoriji BiH su Gornji sliv Korane - Cazin i Srednji sliv Une na sjeveru, kao i GVT Grmeč na istoku. U sastav ove GVT ulaze vodna tijela izdvojena u *Karakterizacijskom izvještaju za podsliv rijeke Une* (Zavod za vodoprivredu Sarajevo, 2009a): Klekovača i Plješevica (sa vodnim tijelima Klokot-Privilica i Ostrovnica-Toplica).

Reljef terena je brdsko-planinski sa najvišom kotom 1960 m.n.v. (vrh planine Klekovače). Najniži dijelovi terena su tereni Bihaćke kotline (između 300 i 400 m.n.v.). Slivno područje gornje Une obiluje prirodnim ljepotama, duboko usječenim kanjonima, slapovima, pećinama, karstnim vrelima, površima i poljima. Una izvire u podnožju Orozove planine (1339 m.n.v.) kod Donjeg Srba u Hrvatskoj. Prosječni proticaji Une uzvodno od Martin broda kreću se oko $23.5 \text{ m}^3/\text{s}$ dok je prosječni minimum u toku hidrološke godine $4.7 \text{ m}^3/\text{s}$. Najveća desna pritoka u gornjem slivu je Unac koji izvire u BiH i čiji je prosječni proticaj na profilu kod Drvara oko $7.7 \text{ m}^3/\text{s}$. Do Rmanjskog manastira, prije ušća u Unu, prosječni proticaj Unca dostiže $29.5 \text{ m}^3/\text{s}$, dok je na "izlaznom" profilu Une iz područja koje zahvata ova GVT kod Bihaća, prosječni proticaj Une oko $90 \text{ m}^3/\text{s}$ (Zavod za vodoprivredu Sarajevo, 2009a).

Nacionalni park Una, koji se prostire na 19800 hektara osnovan je 2008. i smješten je između planinskih masiva Plješevica na zapadu, Grmeča na sjeveroistoku i Osječenice na istoku. Obuhvata područje kanjanskog dijela gornjeg toka Une uzvodno od Lohova, područje kanjanskog dijela donjeg toka rijeke Unac od njenog ušća u Unu uzvodno do Drvarskog polja i terene međusliva Une i Unca.

Najveći dio terena GVT "Gornji sliv Une" pripada Spoljašnjim dinaridima tj. Dinarskoj karbonatnoj platformi i dvjema jedinicama drugog reda: Karstnoj navlaci i Navlaci Una-Glamoč-Drežnica-Gacko. Dinaridska karbonatna platforma predstavlja pojas dužine oko 300 km, po karakterističnom „dinarskom“ pravcu pružanja SZ-JI koji prati GVT Gornji sliv Une, i sa jugoistoka iz pravca Trebinja dopire do Bihaća i Bosanske Krupe. Najstariji litostratigrafski član otkriven na površini terena su klastiti verfena - donjeg trijasa (T_1) debljine 200-300 m izgrađeni od pješčara, konglomerata i glinaca. Preko njih je nataložen debeli kompleks karbonatnih sedimenata koji su stvarani u dugom periodu od srednjeg trijasa do kraja gornje krede. Donji nivo srednjeg trijasa - anizik (T_2^1) predstavljen je krečnjacima maksimalne debljine oko 500 m, dok ladinski kat (T_2^2) izgrađuju pretežno krečnjaci sa rožnacima, kao i sedimenti «vulkanogeno-sedimentne formacije» u čijem sastavu su heterogeni klastični sedimenti i pločasti krečnjaci. U višim dijelovima javljaju se megalodonski krečnjaci gornjeg trijasa (T_3) debljine oko 700 m. Ukupna debljina trijaskih sedimenata procjenjuje se na oko 1.300 m. Stijene jurske starosti: krečnjaci, dolomiti i breče debljine su oko 1000 m, i navise prelaze u debele krečnjačke naslage donje i gornje krede koji izgrađuju vrhove planinskih vijenaca. Debljina krečnjaka gornje krede mjestimično prelazi i 2500 m. Jezerski sedimenti Bihaćke kotline su miocenske starosti i u njihovoj podlozi (paleoreljefu) se nalaze karbonatne mezozojske stijene. Maksimalna debljina miocenskih sedimenata ne prelazi 500 m.

Najveće rasprostranjenje i značaj sa aspekta korištenja podzemnih voda u okviru ove GVT ima karstna izdan (Sl. 15). Formirana je u debelom kompleksu krečnjaka sa kavernozno-pukotinskom poroznošću. U zonama većeg rasprostranjenja klastita ili dolomita (pr. tvorevine ladinskog kata), stepen kavernoznosti se smanjuje i prijeovlađuje karstno-pukotinski ili čisto pukotinski tip poroznosti, sa manjim rezervama podzemnih voda. Sa aspekta regionalne analize i formiranja podloga za plan upravljanja riječnim slivom, ove lokalne razlike nemaju veliki značaj i izdan se u cjelini može tretirati kao dominantno karstna, kako je izdvojena i na većini ranije izrađenih hidrogeoloških karata ove oblasti (npr. *Hidrogeološka karta SFRJ 1:500.000*, *Hidrogeološka karta Federacije BiH 1:300.000*, *Digitalizovana hidrogeološka karta Dinarskog karsta projekta DIKTAS*).



Sl. 15 Prikaz GVT „Gornji sliv Une” na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.000)

Glavni vid prihranjivanja karstnih akvifera je infiltracija padavina. Obzirom na geološki sastav terena, nagib, stepen pošumljenosti terena, razvijenost rječne mreže i sl. procjenjuje se da se efektivna infiltracija posmatrana kao osrednjena veličina na godišnjem nivou kreće oko 40% padavina. Velika vodopropusnost krečnjaka potvrđena je analizom recesione krive režima isticanja pojedinih vrela. Tako je za sliv Crnog vrela koji drenira vodno tijelo Klekovača koeficijent pražnjenja α određen na 0.0115, dok je kod vrela Klokot koji drenira masiv Plješevice nešto veća vrijednost koeficijenta, $\alpha=0.071$ što ukazuje na nešto brže pražnjenje izdani u recesionom periodu. Područje „Gornjeg sliva Une” obiluje podzemnim vodama koje se dreniraju na brojnim karstnim vrelima. Iz priraštaja proticaja Une od izvorišta do Bihaća, kao i Unca od izvorišta do ušća u Unu, uočljivo je da kanjoni ovih rijeka predstavljaju glavni erozioni bazu kome gravitiraju podzemne vode karstne izdani. Najveća karstna vrela u okviru ove GVT su Crno vrelo ($Q_{sr} 3.2 \text{ m}^3/\text{s}$), Bastašica ($Q_{min}/sr/\text{max} = 0.07/2.6/12.0$), Oko vir ($Q_{sr} 5 \text{ m}^3/\text{s}$), Ostrovnica ($Q_{min}/sr/\text{max} = 0.76/4.9/12.0$) i Klokot ($Q = 2.4 - 70 \text{ m}^3/\text{s}$).

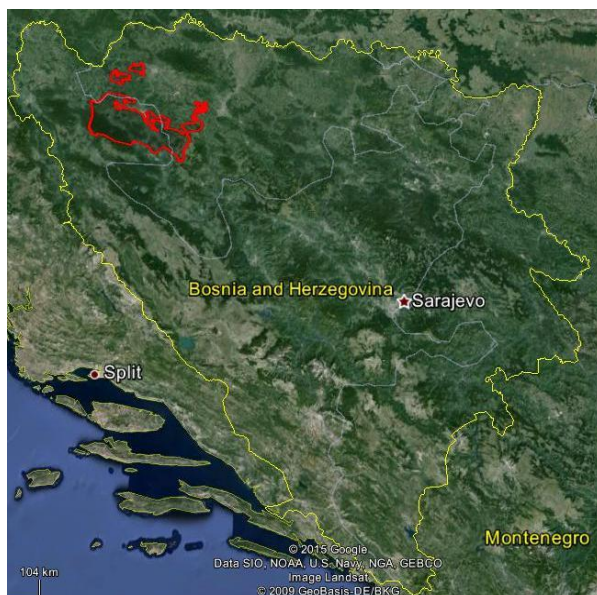
Prema karakterizacijskom izvještaju (Zavod za vodoprivredu Sarajevo, 2009) slivno područje Unca određeno hidrogeološkim istraživanjima i opitima trasiranja izdanskih tokova iznosi 1.200 km^2 što je veće za 113 km^2 od topografskog sliva. Dok su na prostoru Klekovače i Osječenice pravci kretanja podzemnih voda orijentisani od SI ka JZ, vode karstnog masiva Plješevice kreću se od JZ ka SI i SZ ka JI. Sliv vrela Klokot i Privolica koje drenira vodno tijelo Plješevice ima površinu $686,5 \text{ km}^2$. Sliv je određen opitima trasiranja i dokazana je hidraulička veza sa područjem Nacionalnog parka Plitvice

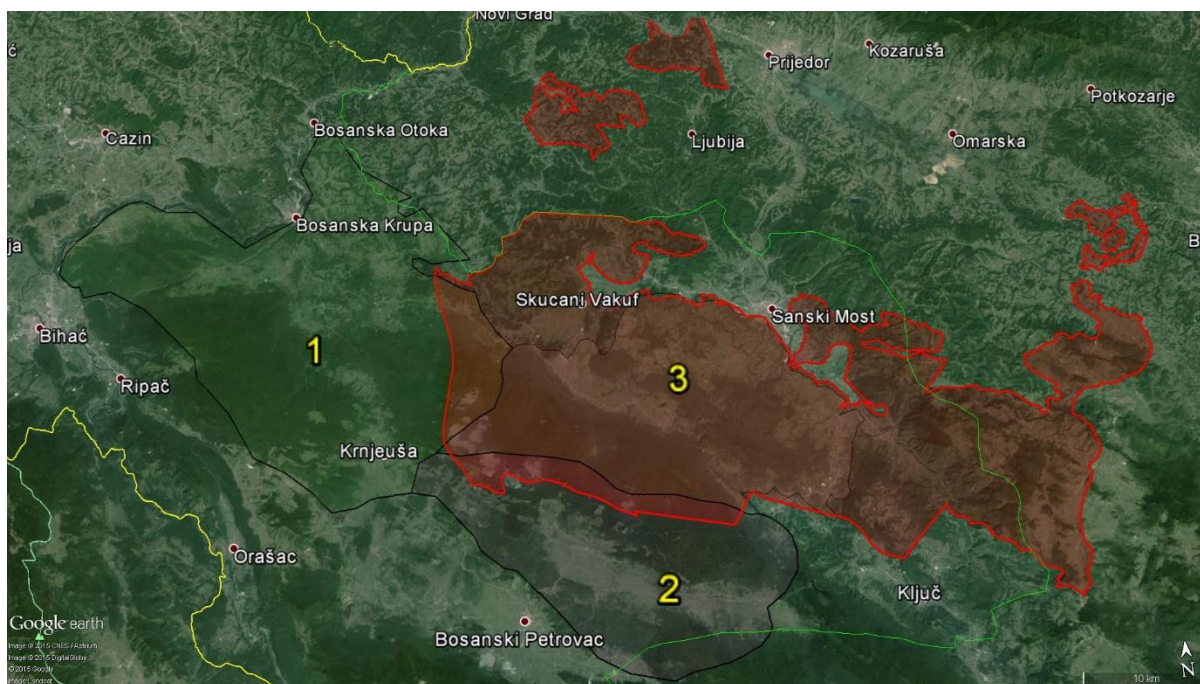
na teritoriji Hrvatske. Korenička rijeka povezana je sa vrelima Klokot 1 i Privilica. Bojenjem ponora Jaruge utvrđena je podzemna veza sa vrelom Klokot 1. Bojenjem ponora Prijeboj utvrđena je podzemna veza sa vrelima Klokot 1 i 2, Privilica i Žegar. Bojenjem deponije Vučjak kao i vrtače Željave utvrđena je podzemna veza sa svim pomenutim vrelima ove zone. Fiktivne brzine podzemnih voda određene su ovim opitima na prosječne vrijednosti od oko 3.4 cm/s dok se u periodu velikih voda kreću i do preko 11 cm/s, što je slučaj sa izdanskim tokom između vrtače Željave i vrela Privilica udaljenom 13.7 km (opit trasiranja proveden jula 1987).

Najznačajnije karstno vrelo ove GVT je vrelo Klokot, kaptirano za vodosnabdijevanje Bihaća. Razbijeno izvoriste Klokot sa dvije glavne zone isticanja (Klokot 1 primarno iz pećinskog kanala, i Klokot 2 sekundarno vrelo) nalazi se oko 6 km zapadno od Bihaća. na kontaktu krečnjaka gornje krede i nepropusnih sedimenata miocena. Kaptirano je prosječno 0.225 m³/s što je svega 10% od ekstremne minimalne izdašnosti ovih vrela. Vrela Privilica i Žegar su također kaptirana za Bihać, prvo sa oko 0.125 m³/s, a drugo sa svega 0.005 m³/s.

2.2.6 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Srednji sliv Sane

Grupa vodnih tijela podzemnih voda „Srednji sliv Sane“ (BA_UN_GW_K_2) se nalazi na zapadnom dijelu Bosne i Hercegovine i interentitetskog je karaktera (Sl. 16). Grupa VT je omeđena vododjelnicom između Sane i Une na zapadu, odnosno Sane i Vrbasa na istoku. Južna granica se pruža pravcem Ključ – Bosanski Petrovac, dok je granica na sjeveru određena linijom Kozica – Sanski Most – Kamengrad. Površina GVTPV je 1107 km², od čega se na teritoriji FBiH nalazi 837.6 km². Alogeni tereni obuhvataju 86.8 km². Od susjednih GVT na sjeveru se nalazi GVT „Aluvijon Sane“, na zapadu GVT „Grmeč“, GVT „Gornji sliv Sane“ na jugu i GVT „Srednji sliv Vrbasa“ na istoku.





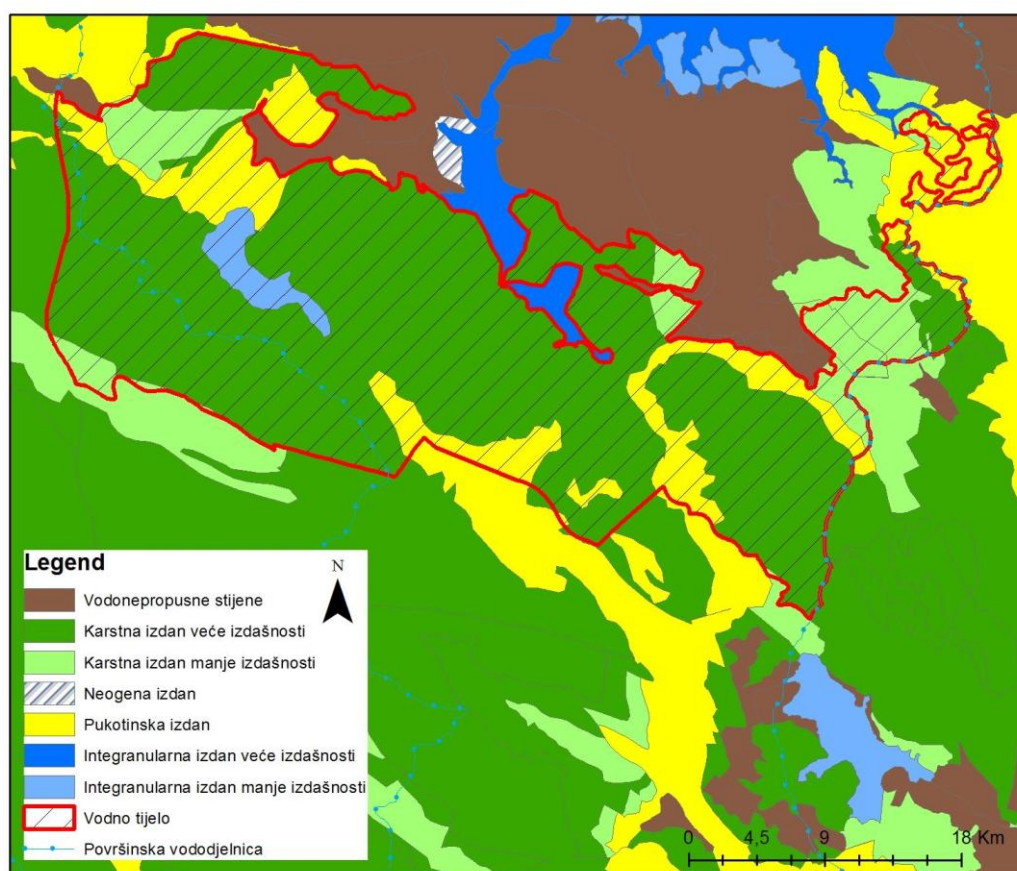
Sl. 16 Geografski položaj GVT „Srednji sliv Sane“ (Google Earth) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Srednji sliv Sane“; žuta linija – granica BiH; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Grmeč Krušnica“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Grmeč“); 2 – TVP „Grmeč Sanica“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv Une“); 3 – TVP „Grmeč Dabar i Zdena“

Prema reljefu teren se može podijeliti na dva dijela. Planinski i brdski tereni se nalaze na istočnim, južnim, jugozapadnim i u centralnim dijelovima GVT. U tim dijelovima nadmorske visine se kreću prosječno oko 850 m, a maksimalno do 1615 m, koliko iznose nadmorske visine najviših planinskih vrhova Grmeča. Ravničarski tip reljefa čini drugu cjelinu. Ovaj dio počinje nešto južnije od Sanskog Mosta, gdje rijeka Sana počinje da formira svoju dolinu. Prosječne nadmorske visine na ovom dijelu terena se kreću od 150 do 500 m.n.v. Značajniji riječni tokovi koji se nalaze na ovom terenu su Sana, Sanica, Jezernica, Japra, Surdup, Bilja, Zdena, Dabar. Rijeka Sana je najznačajniji riječni tok. Formiraju je tri karstna vrela na sjeverozapadnim padinama planine Vitorog u Republici Srpskoj. Njena dužina do ušća u Unu kod Bosanskog Novog iznosi 138 km, dok je pad 153,1 m (Zavod za vodoprivredu, 2009). Proticaj Sane izmeren na vodomjernoj stanici „Sanski Most“ iznosi $Q_{sr} = 68.9 \text{ m}^3/\text{s}$. Pored nje, značajniji riječni tokovi čiji proticaji se osmatraju su rijeka Zdena, gdje je na VS „Sanski Most“ izmereno $Q_{sr} = 1.08 \text{ m}^3/\text{s}$, sa maksimalnim registrovanim nivoom od $Q_{max} = 7.83 \text{ m}^3/\text{s}$. Dalje, rijeke Sanica i Dabar se osmatraju na VS „Hrustovo“, gdje je zabilježen srednji proticaj od $Q_{sr} = 14.9 \text{ m}^3/\text{s}$, odnosno VS „Dabar“ gdje je registrovan srednji proticaj $Q_{sr} = 5.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (Zavod za vodoprivredu, 2009a).

Sa geološkog aspekta, GVT „Srednji sliv Sane“ se prostire u okviru 4 geotektonske jedinice: „Dinarkoj karbonatnoj platformi“, „Autohtonoj paleozojskoj i trijaskoj formaciji“, „Bosanskom flišu“ i „Postorogenim oligocenskim, neogenim i kvartarnim naslagama“. Također, u okviru njih se nalaze i Sansko – unska navlaka, kao i navlaka Srednjobosanskog škriljavog gorja. Hronološki gledano, najstarije jedinice pripadaju trijasi, i to neraščlanjenoj seriji srednjeg i gornjeg trijasa i „čisto“ gornjeg trijasa ($T_{2,3}$, T_3) koja je izgrađena pretežno od dolomita i krečnjaka, uz pojavu klastičnih i vulkanogeno – sedimentnih stijena u vidu rožnaca i laporaca. Debljina ovih naslaga je oko 500 m. Mlađe naslage pripadaju juri koja ima veće rasprostranjenje jugozapadno od Sanskog Mosta.

Predstavljena je dolomitima i krečnjacima donje i srednje jure ($J_{1,2}$) i krečnjacima gornje jure (J_3) debljine između 250 i 700 m. Konkordantno preko njih leži neraščlanjena serija jursko – krednih (J, K) sedimenata predstavljena dolomitima sa krečnjacima debljine između 400 i 450 m (Zavod za vodoprivredu, 2009a). Sve prethodno pomenute jedinice ulaze u sastav “Alohtone paleozojske i trijaskke formacije”, izgrađujući Ključko – radušku navlaku i Sansko – unsku navlaku nešto sjevernije, u okolini Ljubije. Preko nerašlanjene serije jursko – krednih karbonata zaležu i donjokredni krečnjaci i dolomiti lokalno sa proslojcima laporovitih krečnjaka, laporaca, pješčara i breča. Ova serija razvijena je na krajnjem jugozapadu GVT i geotektonski pripada “Dinarskoj karbonatnoj platformi”, ukupne debljine oko 700 m. Pored donjokrednih, na istočnim dijelovima područja koje pripada ovoj GVT, nalaze se i gornjokredni sedimenti predstavljeni flišnim naslagama. Konstatovani su u području Majkić Japre, na jugozapadnim padinama Majdanske planine. Imaju debljinu 150 – 500 m i spadaju u geotektonsku jedinicu “Bosanskog fliša”. Najmlađe dijelove oko Sanskog Mosta izgrađuju kvartarni sedimenti u vidu aluvijalnih, dijeluvijalnih i proluvijalnih naslaga. Ovi sedimenti su jako plitki i pripadaju Postorogenim neogenim i kvartarnim naslagama.

Sa hidrogeološkog aspekta, u ovoj GVT dominiraju karstni akviferi, koji su formirani u okviru jurskih i krednih krečnjaka (Sl. 17). Krečnjaci su veoma karstifikovani i imaju dobro razvijenu mrežu podzemnih karstnih kanala, na šta ukazuje koeficijent pražnjenja karstnih vrela Dabar i Zdena koji iznose $\alpha = 0.014 - 0.066$ (vrelo Dabar) i $\alpha = 0.025$ (vrelo Zdena).

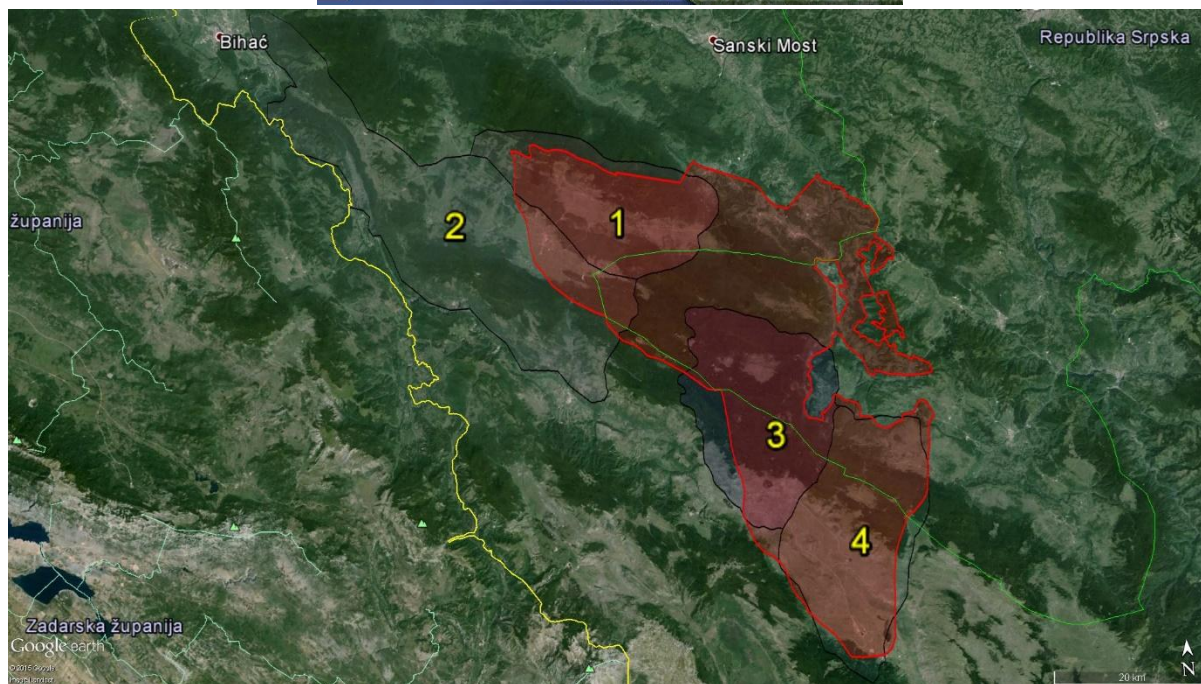
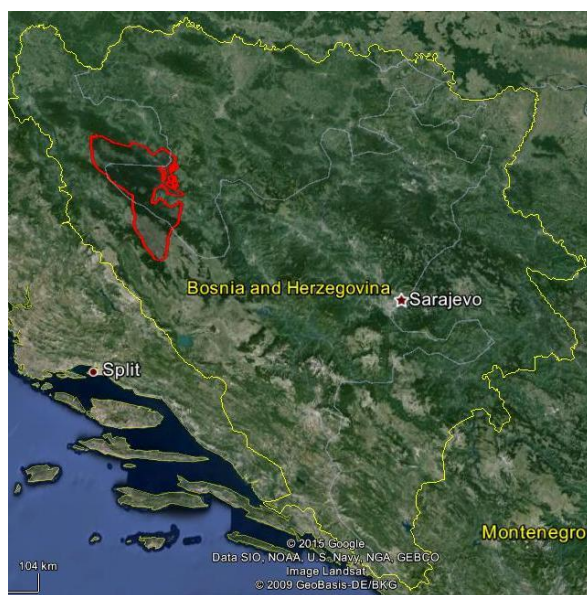


Sl. 17 Prikaz GVT „Srednji sliv Sane” na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.000)

Glavni vid prihranjivanja karsta je preko infiltracije padavina, koje iznose 1300 mm/god. Procjena je da količina efektivne infiltracije voda od atmosferskih padavina iznosi 35%, uzimajući u obzir sve relevantne faktore (geološki sastav zemljišta, reljef, nagib terena, vegetaciju i sl.). Cirkulacija podzemnih karstnih voda odvija se preko razgratne mreže karstnih kanala pravcem jugozapad – sjeveroistok ka vrelu Zdena, odnosno pravcem zapad – istok ka vrelu Dabar, ili pak pravcem JI-SZ što je slučaj podzemnog toka ka vrelu Kozica. Pored ovih vidova prihranjivanje podzemnih voda odvija se i na račun otapanja snježnog pokrivača. To je posebno slučaj u jugozapadnim i istočnim dijelovima terena, koje pokriva planina Grmeč, gdje su nadmorske visine i preko 1500 m. Koncentrisano prihranjivanje odvija se u području Jelašinovačkog polja, koje je poznatno po plavljenjima i brojnim ponorskim zonama. Trasiranjem ponora u ovom karstnom polju utvrđena je brzina podzemnog toka $v = 0.034$ m/s. Glavne drenirajuće tačke ovog karstnog akvifera su karstna vrela Dabar i Zdena, vrelo Blije (Q_{sr} 120 l/s), u istočnom dijelu GVT vrelo Kozica (Q_{min} 400 l/s), te na krajnjem sjeveroistoku vrelo Gomjenice (Q_{sr} 120 l/s) i Crno vrelo (Q_{min} 130 l/s). Vrelo Dabar se pojavljuje u zoni rasjeda, u Dabarskoj pećini, koja je također nastala na rasjedu (Zavod za vodoprivredu, 2009a). Vrelo je uzlazno, što može ukazati na duboku sifonalnu cirkulaciju karstnih voda. Veoma velika izdašnost ovog vrela ($Q_{min}/Q_{sr}/Q_{max} = 900 / 1\,200 / 150\,000$ l/s) ukazuje da je ovo vrelo izuzetno perspektivno sa aspekta zahvatanja većih količina vode za različite potrebe, prije svih vodosnabdijevanja. Pored njega, vrelo Zdena također figuriše kao značajna zona isticanja koja se nalazi oko 3 km jugozapadno od Sanskog Mosta. Formirano u donjokrednim krečnjacima (kao i vrelo Dabar), uzlaznog je mehanizma isticanja i izdašnosti koja iznosi $Q_{min}/Q_{sr}/Q_{max} = 320 / 1\,600 / 5\,600$ l/s.

2.2.7 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Sane

Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Sane (BA_UN_GW_K_1) se nalazi u sjeverozapadnom dijelu Bosne i Hercegovine (Sl. 18) i ima interentitetski karakter, budući da se južno od Ključa ka Šipovu, te na zapad ka Driniću, nalaze dijelovi koji su u entitetu Republika Srpska. Granice ove GVT su predstavljene vododijelnicom između Sane i Une na zapadu, odnosno Sane i Vrbasa na istoku. Južna granica je predstavljena granicom Savskog i Jadranskog sliva, dok se sjeverna granica prostire pravcem Sanica-Podrašnica (Mrkonjić Grad).



Sl. 18 Geografski položaj GVT „Gornji sliv Sane“ (Google Earth) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Gornji sliv Sane“; žuta linija – granica BiH; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Grmeč Sanica“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Srednji sliv Sane“); 2 – TVP „Klekovača“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv

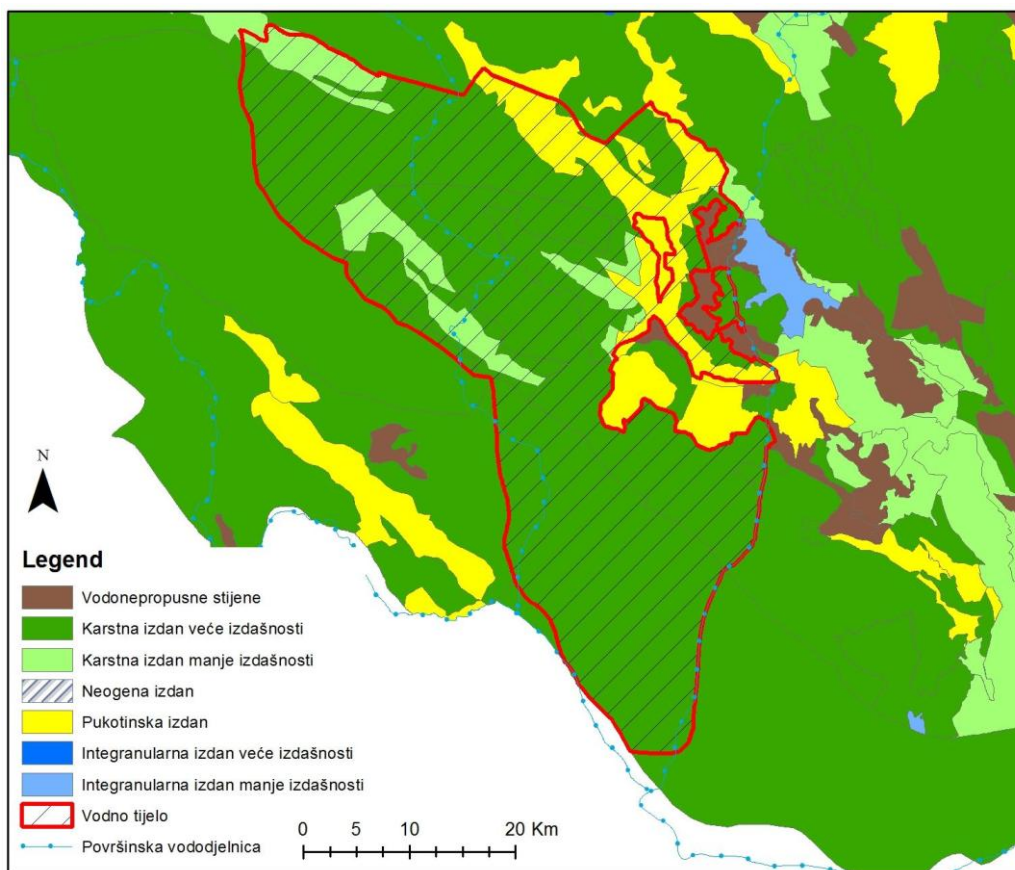
Une“); 3 – TVP „Srnetica Okašnica“; 4 – TVP „Srnetica Ribnik“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv Une“ i „Gornji sliv Vrbasa“)

Površina GVTPV je 1579.3 km², od čega se 911.9 km² nalazi na teritoriji FBiH. Oko 10% površine predstavlja alogene terene u slivu karstnih akvifera. GVT je okružena vodnim tijelima sa svih strana, pa se tako graniči sa GVT „Srednji sliv Sane“ na sjeveru, GVT „Srednji sliv Vrbasa“ na istoku, GVT „Gornji sliv Vrbasa“ na jugoistoku, GVT „Gornji sliv Une“ na zapadu, i veoma malim dijelom se graniči sa GVT „Grmeč“ na sjeverozapadu. U okviru ove grupe vodnih tijela, nalazi se i nekoliko vodnih tijela podzemnih voda izdvojenih u karakterizacijskom izvještaju *„Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Une na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine“* (Zavoda za vodoprivredu Sarajevo, 2009a): Vrela Sane, Srnetica Ribnik, Srnetica Okašnica, Sanica i Klekovača.

Reljef terena u okviru ove GVT je izrazito brdsko-planinski, posebno u južnijim dijelovima. Nadmorske visine dostižu i preko 1600 m.n.v. Sa druge strane, u sjeveroistočnim dijelovima ove GVT, kod Ključa, reljef prelazi u brdski, a dijelom i u ravničarski, budući da Sana nakon Ključa počinje tok kroz nešto širu dolinu, koja se nizvodno proširuje, pa tako u tim dijelovima terena nadmorske visine ne prelaze 350 m. Kako je rečeno, rijeka Sana je najznačajniji riječni tok u području koje pokriva GVT. Formiraju ga dva karstna vrela na sjeverozapadnim padinama planine Vitorog u Republici Srpskoj. Njena dužina do ušća u Unu kod Novog Grada iznosi 138 km, dok je pad 153,1 m. Proticaj Sane izmjeren na vodomjernoj stanici „Ključ“ iznosi $Q_{av} = 35.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Geomorfološki, tok rijeke Sane obiluje oblicima kao što su klisure, kanjoni, doline, a najpoznatiji je kanjon Sane od Ključa do Vrhpolja. Pored Sane, veći riječni tokovi su Sanica, koja izvire u sjevernom dijelu GVT, zatim Ribnik, Medljanska rijeka i dr. Drenažna mreža je nešto razvijenija u sjeveroistočnim dijelovima terena. Južna granica sliva Sane doseže do sjevernog dijela Glamočkog karstnog polja.

Sa geološkog aspekta, GVT „Gornji sliv Sane“ obuhvata dvije geotektonske jedinice: „Alohotnu paleozojsku i trijasku formaciju“ u vidu Ključko – raduške navlake i „Dinarsku karbonatnu platformu“ (Hrvatović, 2009) kao i navlaku Una – Glamoč – Drežnica – Gacko. Najstariji litostratigrafski član su permotrijaske naslage (P,T) predstavljene pješčarima, škriljcima, konglomeratima i krečnjacima, uz pojave gipsa i anhidrita, ukupne debljine oko 500 m. Ove naslage pripadaju Ključko – raduškoj navlaci u okviru „Autohtone paleozojske i trijaske formacije“. Naslage srednjeg i gornjeg trijasa su široko rasprostranjene u okviru ove grupe VT. Neraščlanjena serija srednjeg i gornjeg trijasa ($T_{2,3}$) pripada također Ključko – raduškoj navlaci u okviru „Autohtone paleozojske i trijaske formacije“ i izgrađena je od krečnjaka, tufova, laporaca i glinaca. Gornjetrijaske naslage su predstavljene dolomitima debljine 750 m. Pored njih jurske naslage su kompletno izgrađene od krečnjaka i pripadaju „Dinarskoj karbonatnoj platformi“. Lijaske naslage (J_1) su izgrađene od krečnjaka sa proslojcima rožnaca debljine 400 m, dogerski krečnjaci (J_2) su debljine 380 m, dok su na kraju malmski krečnjaci (J_3) sa proslojcima rožnaca debljine 500 m. Prelaz za kredu čini neraščlanjena serija jursko – krednih krečnjaka, debljine oko 500 m. Kreda je predstavljena također krečnjacima debljine do 1000 m (K_1), odnosno 1100 m (K_2), koje se također nalaze u okviru „Dinarske karbonatne platforme“. Pored njih, na području GVT se na krajnjem jugu, na području Glamočkog polja nalaze miocenski ($M_{2,3}$) laporci, pješčari i gline.

Sa hidrogeološkog aspekta, najznačajniji su jurski i kredni krečnjaci u kojima su formirane značajne akumulacije podzemnih voda u okviru karstno-pukotinskog tipa poroznosti (Sl. 19).

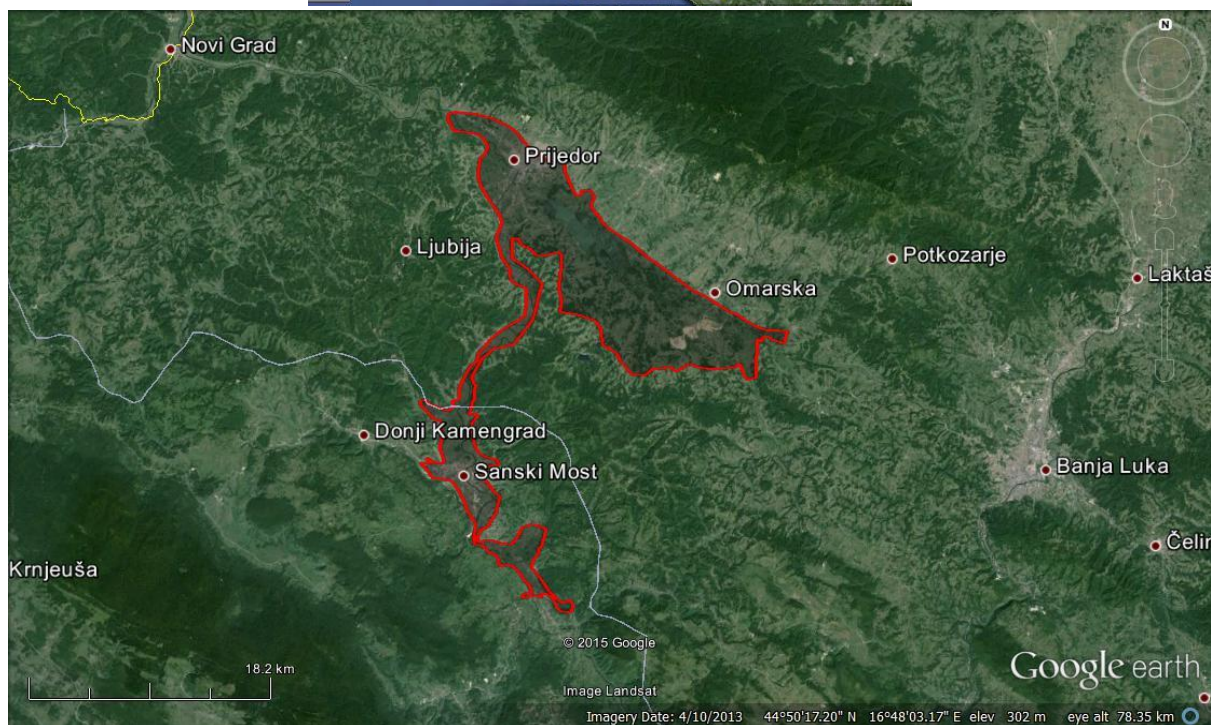
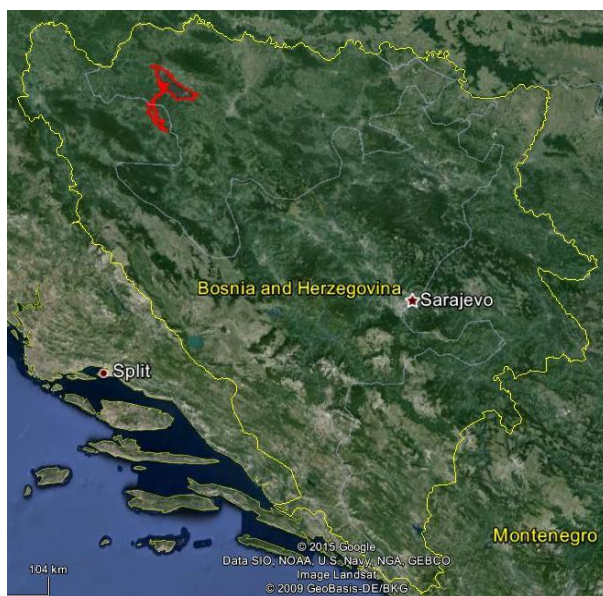


Sl. 19 Prikaz GVT „Gornji sliv Sane” na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.000)

Glavni vid prihranjivanja karstne izdani je infiltracija atmosferskih voda, koja je procijenjena na 45% od vrijednosti prosječnih padavina. Pored toga, koncentrisano poniranje površinskih tokova može u pogledu količine vode značajno doprinijeti prihranjivanju karstnih akvifera. Ovi procesi posebno se odvijaju u južnom dijelu GVT, gdje su tereni na višim kotama, odnosno gdje je locirano Glamočko polje, kao karstno polje sa aktivnim ponorskim zonama. Pravci cirkulacije karstnih voda su određeni na osnovu izvedenih opita trasiranja, kojima je utvrđena podzemna veza ponora Jarice i vrela Okašnica, odnosno od ponora Kozila i Popovići ka vrelu Ribnik i oni su rasprostranjeni pravcem JZ – Sl. Opiti trasiranja su izvršeni i na ponorima Podgredi i Mladeškovci u Glamočkom polju, zatim u ponorima Smoljani, Kapljuh, Bravsko, Drinić, Jarice i Popovići, na osnovu kojih su sračunate fiktivne brzine kretanja podzemnih tokova od $v = 0.0075 - 0.04$ m/s. Za određena karstna vrela sračunati su i koeficijenti pražnjenja koji se kreću u granicama $\alpha = 0.01 - 0.04$, što ukazuje na dobre vodoprovodne karakteristike karstnog akvifera. Drenirajuće tačke karstne izdani se nalaze na istočnom i sjevernom obodu GVT. Glavni karstni izvori su vrela Okašnice ($Q_{\min}/Q_{sr}/Q_{\max} = 250/555/2250$ l/s), vrelo Ribnik ($Q_{\min}/Q_{sr}/Q_{\max} = 1250/15\ 500/ >100\ 000$ l/s), vrelo Sanice ($Q_{\min}/Q_{sr}/Q_{\max} = 800/8\ 900/40\ 000$ l/s), vrelo Sane ($Q_{\min} = 1600$ l/s) i Korčanica ($Q = 300 - 20\ 000$ l/s).

2.2.8 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Aluvijon Sane

Grupa vodnih tijela „Aluvijon Sane“ (BA_UN_GW_I_2) nalazi se u sjeverozapadnom dijelu Bosne i Hercegovine (Sl. 20). Najvećim dijelom GVT leži na teritoriji Republike Srpske, samo krajnjim južnim na teritoriji FBiH. Pruža se od Sanskog mosta na jugu, pa dalje dolinom rijeke Sane do Prijedora i Omarske na sjeveru. Od Sanskog Mosta do Čarakova to je aluvijalna dolina širine maksimalno do 500 m (pravac pružanja J-S), dok je u krajnjem sjevernom dijelu, od Prijedora na zapadu do Omarske na istoku, GVT prosječne širine oko 5 km. Površina GVTPV je 210 km², od čega je 38.9 km² u okviru Federacije. Predmetna GVT sa tri strane graniči se sa GVT „Srednji sliv Sane“ (I, Z, J).



Sl. 20 Geografski položaj GVT „Aluvijon Sane“ (Google Earth)

Reljef terena koji zahvata GVT dominantno je ravničarskog karaktera. Riječ je o aluvijalnim zaravnima rijeka Sane i Gomjenice, sa nadmorskom visinom od 130 do 180 m, ograničenim na sjeveru južnim obodom planine Kozare. Drenažna mreža je dobro razvijena. Najznačajniji tokovi su Sana i Gomjenica, te rijeka Krivaja na sjeveroistočnom dijelu GVT.

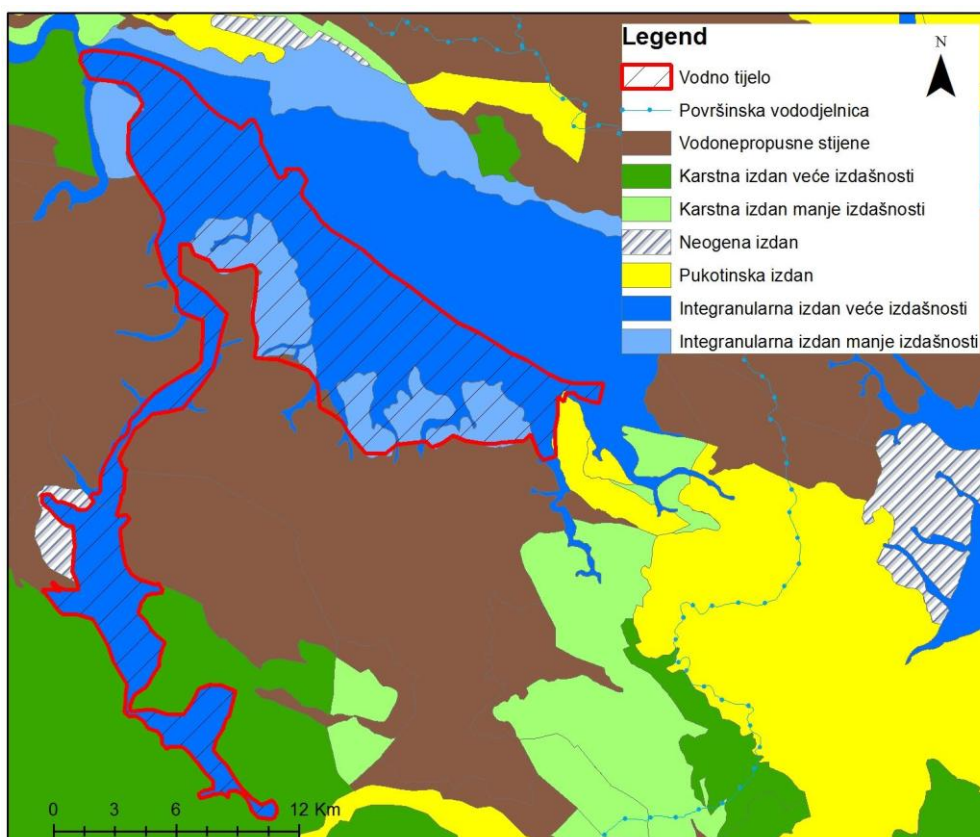
Sa geološkog aspekta, ova GVT na površini obuhvata najvećim dijelom riječne sedimente Sane i Gomjenice, u nešto manjoj mjeri pliokvartarne naslage na lijevoj dolinskoj strani rijeke Gomjenice. U genetskom pogledu to su sedimenti prve sanske terase (t_1) i aluvijon (al) Sane i Gomjenice (na veoma malom prostoru javljaju se i barski sedimenti). Ove tvorevine predstavljene su šljunkovima i pijeskovima, sa povremenim značajnim učešćem glinovite komponente (nerjetko i u vidu sočiva).

U južnom dijelu debljina kvartarnih sedimenata iznosi 5-6 m. Vertikalni profil najčešće započinje kvartarnim glinama, debljine 2-3 m. Potom uglavnom slijedi sloj zaglinjenog pijeska debljine 1.00-1.50 m, a nakon njega sloj šljunka debljine 1.00-2.00 m (podaci bušotina u Oštroj Luci, 5 km sjeverno od Sanskog Mosta). Podinu ovim sedimentima čine pješčari donjeg i srednjeg karbona (C_{1+2}).

U sjevernom dijelu GVT, u području Prijedorskog polja, koje zahvata najveći dio GVT, situacija je drugačija. Nakon glina, debljine 2-3 m, zaliže pjeskovito-šljunkoviti sloj promjenjive debljine. Na području Baltinih bara, na oko 1 km južno od naselja Gomjenica, registrovana je debljina šljunkova od skoro 13 m, što se može smatrati maksimalnom debljinom šljunkova na ovom području. Uobičajena debljina nevezanih klastičnih sedimenata je 2-5 m, dok ponegdje potpuno izostaju pa humusni sloj naliže direktno na trijaskie sedimente. Prema interpretaciji litološkog profila bušotine IBM-4 (na području izvorišta Mataruško polje) to su dolomiti i bijeli krečnjaci anizijske starosti (T_2^1). Na južnom obodu Prijedorskog polja javljaju se pliokvartarni sedimenti (PI,Q), koji duž linije Gradina-Marička-Saničani zaliže ispod kvartarnih riječnih sedimenata. U litološkom smislu predstavljeni su smjenom glina i pijeskova. Pretpostavka je da pijeskovi u pojedinim dijelovima duž pomenute linije vjerovatno leže direktno ispod šljunkovitih kvartarnih sedimenata, čineći sa njima jedinstvenu zbijenu izdan. U jugoistočnom dijelu GVT podinu riječnim sedimentima Gomjenice čine mlađe paleozojske stijene (karbon, perm) sa prelazom ka trijasu (C_{1+2} i P,T).

Razmatrajući geološke odnose na prostoru GVT nameće se zaključak o složenosti hidrogeoloških odnosa, prije svega misleći na područje Prijedorskog polja. Složenost se nameće i iz činjenice da se ovdje sučeljavaju tektonske jedinice unsko-sanskog paleozoika, alohtonih trijaskih naslaga, ofiolitskog pojasa, te postorogenih tercijarnih i kvartarnih naslaga. Sa hidrogeološkog aspekta najznačajnije su svakako šljunkovito-pjeskovite naslage i karbonati srednetrijaske starosti (pomenuti dolomiti i krečnjaci anizijskog kata), predstavljeni na Sl. 21. Južno od Prijedorskog polja aluvijalne naslage imaju koeficijente filtracije uglavnom reda veličine $K=10^{-4}$ cm/s. Na području Prijedorskog polja vrijednosti koeficijenta filtracije odnose se na jedinstvenu izdan formiranu u šljunkovito-pjeskovitim sedimentima kvartara i karbonatnim stijenama srednjeg trijasa (dolomitima i krečnjacima). Tako je na izvorištu „Prijedorčanka“ (SZ dio polja) ova vrijednost $K = 1.50 - 4.00 \times 10^{-4}$ cm/s. Područje izvorišta „Mataruško polje“ (također u SZ dijelu polja) odlikuje se većim vrijednostima ovog hidrogeološkog parametra, $K = 7.50 - 8.00 \times 10^{-3}$ cm/s. Glavni vidovi prihranjivanja podzemnih voda u području GVT su infiltracija površinskih voda (Sana i Gomjenica), te doticaj iz karstno-pukotinske izdani na SZ obodu GVT. Značajno manjim dijelom prihranjivanje se odvija na račun padavina.

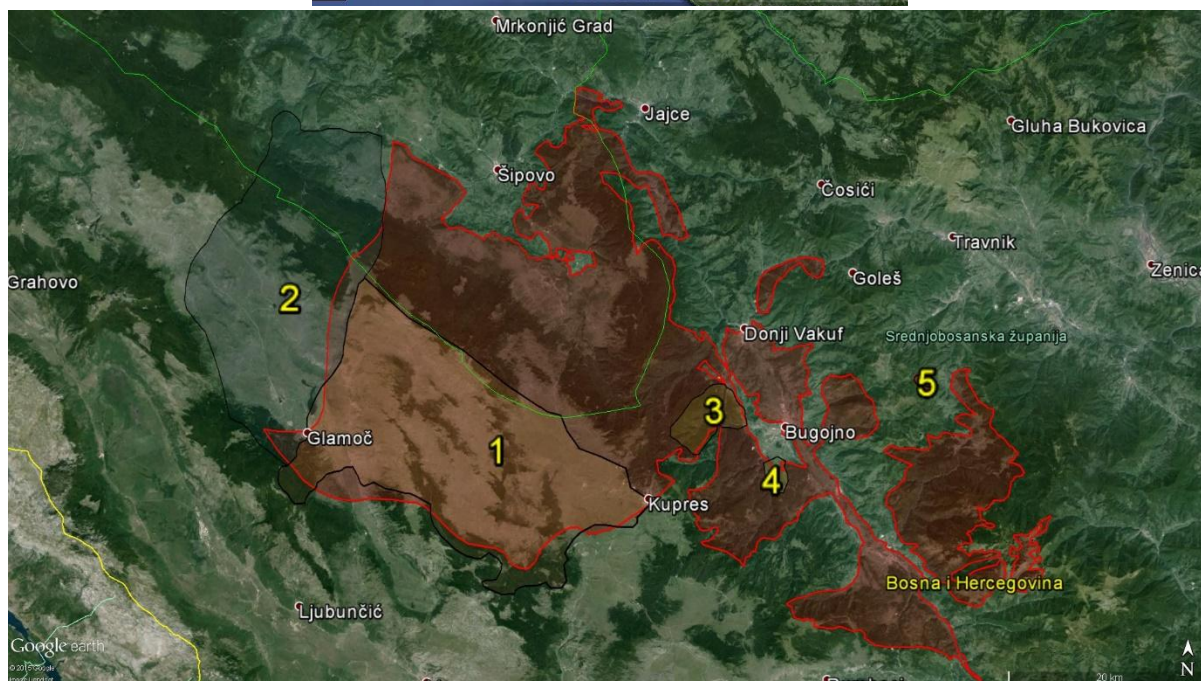
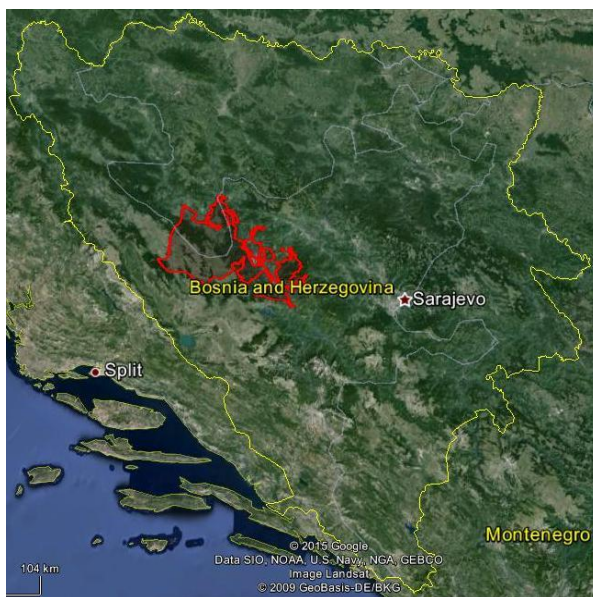
Prijetpostavljeni generalni pravac kretanja podzemnih voda je JI-SZ, a u području trijaskih sedimenata na sjeverozapadu bi trebao biti SZ-JI. Brzina podzemnih tokova nije određivana traserskim opitima. Zaštitni pokrivač izdani debljine je uglavnom 2-3 m, rjeđe do 5 m.



Sl. 21 Prikaz GVT „Aluvijon Sane” na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.000)

2.2.9 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Vrbasa

Grupa vodnih tijela „Gornji sliv Vrbasa” (BA_VR_GW_K_1) nalazi se u centralnom dijelu Bosne i Hercegovine (Sl. 22) i interentitetskog je karaktera, budući da se južni dio GVT nalazi u Federaciji Bosne i Hercegovine, dok je sjeverni na teritoriji drugog entiteta, Republike Srpske. Ova GVT pruža se između Šipova i Jajca na sjeveru do granica Jadranskog i Savskog sliva, odnosno od vododjelnice Sane i Vrbasa na zapadu do vododjelnice Vrbasa i Bosne na istoku. GVT je površine 1681 km², od čega se na teritoriji FBiH nalazi 1128.5 km². „Gornji sliv Vrbasa” se graniči sa GVT „Srednji sliv Vrbasa” na sjeveru, te GVT „Gornji sliv Sane” na zapadu.



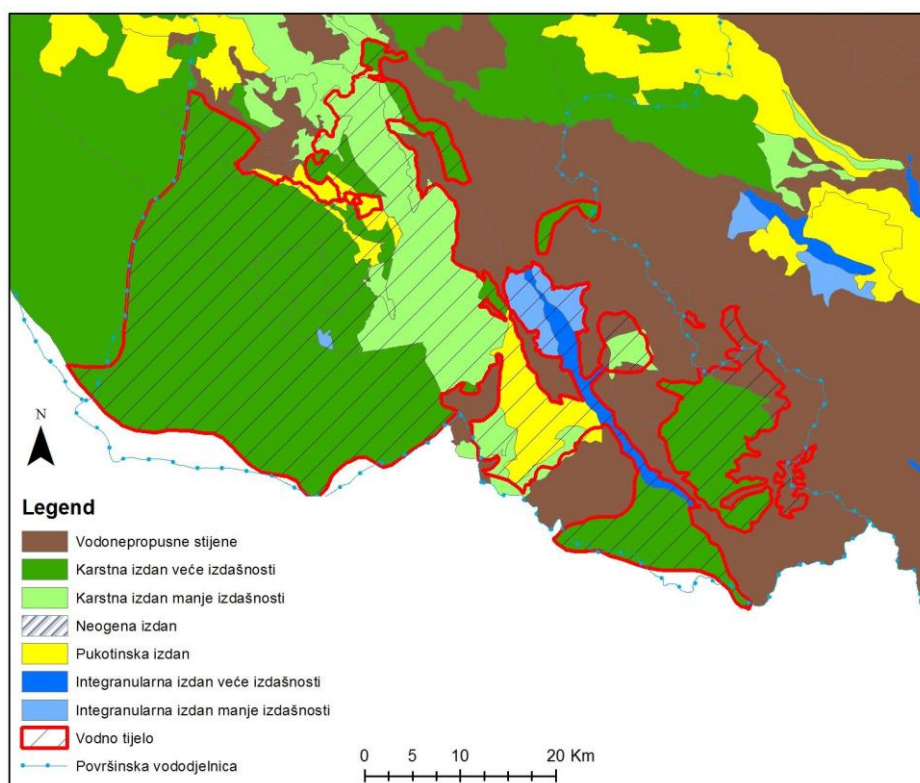
Sl. 22 Geografski položaj GVT „Gornji sliv Vrbasa“ (Google Earth) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Gornji sliv Vrbasa“; žuta linija – granica BiH; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Vitorog“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Gornji sliv Sane“); 2 – TVP „Vrela Sane“; 3 – TVP „Arapka Buget“; 4 – TVP „Okašnica“; 5 – TVP „Daličko vrelo“

Reljef terena koji pripada ovoj GVT je dominantno planinski, povremeno sa elementima brdskog tipa reljefa. Ovde egzistiraju visoki planinski masivi dinarskog pravca pružanja (SZ – JI), nadmorske visine uglavnom do 1500 m, pa i do 2000 m. Ovaj prostor se odlikuje brojnim površinskim i podzemnim karstnim pojavama u vidu karstnih polja, vrtača, uvala, pećina, ponora itd. O karakteru karstnog procesa svjedoči činjenica da se mogu naći i izuzetno velike vrtače, prečnika i do 100 m. Dalje, na prostoru GVT nalaze se i dijelovi prostranih karstnih polja: Kupreškog i Glamočkog, u okviru kojih je locirana južna granica GVT, a koja ujedno čini i vododjelnicu sliva Save (Crnog mora) i Jadranskog mora. Za ova dva polja karakteristično je postojanje brojnih ponorskih zona, od kojih su neke bile predmet traserskih ispitivanja u prošlosti. Rječna mreža razvijena je jedino na dijelovima terena koji

ne pripadaju tzv. "ljutom karstu". Ovo pak znači da u najvećem dijelu terena koji pokriva GVT drenažna mreža izostaje te da je podzemni oticaj dominantan vid dreniranja. Drenažna mreža najrazvijenija je na području karstnih polja na jugoistoku, što se objašnjava slabijom karstifikacijom karbonata na istoku GVT, čime se smanjuje moć brze infiltracije padavina, pa je samim tim omogućeno formiranje površinskih tokova. Značajniji površinski riječni tokovi su prije svih rijeka Vrbas, zatim Pliva, Janj, Prusačka rijeka, Bistrica. Rijeka Vrbas formira se na južnim padinama planine Vranice, na oko 1530 m.n.v, a dužina toka joj je oko 235 km. Ova rijeka drenira praktično cijeli centralni dio sjevernih padina Dinarskog planinskog masiva. Prosječni godišnji proticaj Vrbasa je $131.7 \text{ m}^3/\text{s}$.

Sa geološkog aspekta, GVT "Gornji sliv Vrbasa" pripada prostoru 3 geotektonske jedinice: "Dinarske karbonatne platforme", "Alohotne paleozojske i trijaskie formacije" i "Postorogenih oligocenskih, neogenih i sedimentnih naslaga" (Hrvatović, 2006., 2009). Najstarije litostratigrafske jedinice su paleozojske starosti: devonske i silursko – devonske tvorevine planine Vranice izgrađene od krečnjaka, dolomita i mermera, odnosno škriljaca, mermera i argilošista. Debljina im je oko 400 tj. 800 m. Preko njih leže završne naslage paleozojskog paketa, stijene gornjeg perma ($^2\text{P}_3$) izgrađene od konglomerata, breča, pješčara, alevrita, glinaca, debljine 250 m. Konkordantno preko njih leže naslage donjeg trijasa (T_1) izgrađene od pješčara, laporaca, glinaca debljine 400 m. Sa druge strane, srednji trijas je raščlanjen na anizijski (T_2^1) i ladinski (T_2^2) kat, koji su izgrađeni od krečnjaka i dolomita uz lokalno prisustvo pješčara, laporaca, rožnaca i tufova, debljine 400 m, odnosno tvorevina vulkanogeno – sedimentne formacije, debljine 200 – 400 m. Naslagama gornjeg trijasa (T_3), pripadaju debeli paketi krečnjaka i dolomita, a samo lokalno, i veoma podređeno, klastične i vulkanogeno - sedimentne stijene, ukupne debljine od 300 – 700 m. Sve prethodno pomenute litostratigrafske jedinice pripadaju "Alohtonom paleozojskim i trijaskim formacijama". Preko malmskih naslaga, konkordantno leže donjokredni krečnjaci i dolomiti sa lokalnim pojavama laporaca, breča i pješčara, debljine od 200 do 700 m. U okviru jurskih naslaga, prisutne su naslage sva tri odjeljka, donje, srednje i gornje jure. Ove stijene su dominantno predstavljene krečnjacima, potom brečama i konglomeratima. Preko njih leže naslage gornje krede (K_2) predstavljene krečnjacima, kalkarenitima, laporcima, laporovitim krečnjacima i flišnim naslagama debljine oko 300 m. Pomenute naslage pripadaju "Dinarskoj karbonatnoj platformi". Kao najmlađe tvorevine nalaze se naslage srednjeg i gornjeg miocena koje izgrađuju konglomerati, pješčari, lapori, gline, ugalj, krečnjaci promjenjive debljine.

Sa hidrogeološkog aspekta, najznačajnije stijene su svakako one sa razvijenim karstno-pukotinskim tipom poroznosti, starosti od devona, preko srednjeg i gornjeg trijasa, jure do krede. One su izgrađene dominantno od krečnjaka, veoma karstifikovanih i sposobnih da infiltriraju, provode i akumuliraju značajne količine vode (Sl. 23).



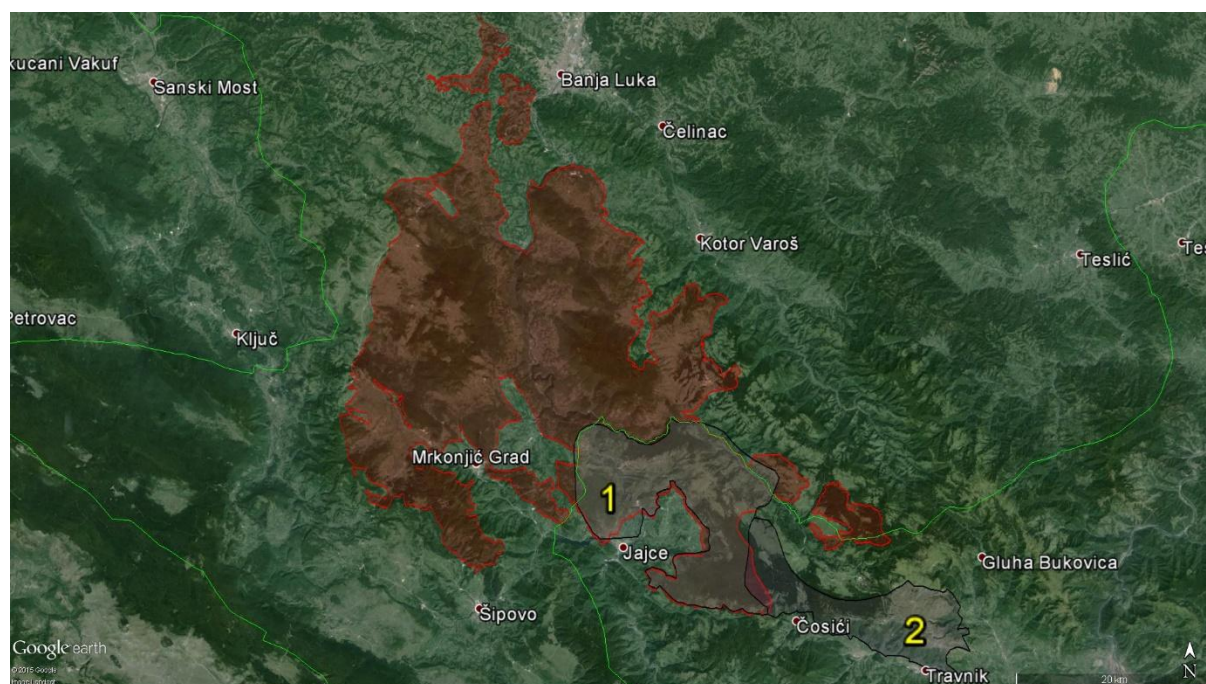
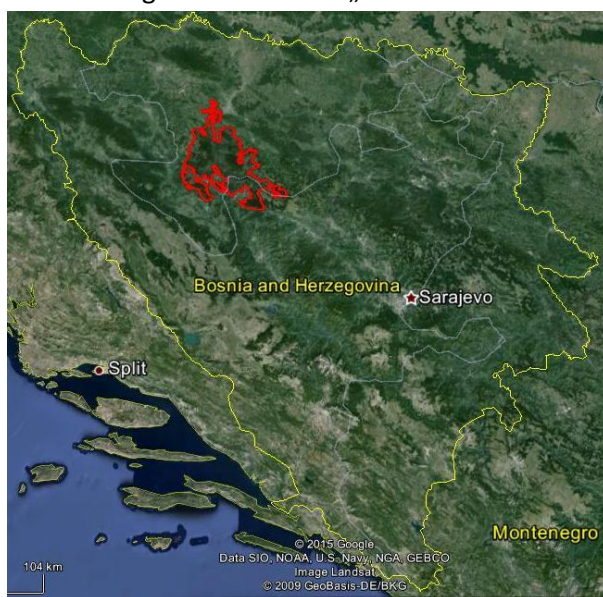
Sl. 23 Prikaz GVT „Gornji sliv Vrbasa” na hidrogeološkoj karti BIH (prema autorskim originalima OGK 1:100.000)

Kako je već konstatovano, karstni akvifer je formiran u okviru krečnjaka, a u manjoj mjeri mermerisanih krečnjaka i dolomita, veoma ispucalih, čiji koeficijent pražnjenja varira u dijapazonu od $\alpha = 0.0008$ do $\alpha = 0.025$. Glavni vid prihranjivanja izdani je preko infiltracije vode od padavina, koja je procijenjena na oko 45% od godišnje sume padavina. Pored toga, od ostalih vidova prihranjivanja važno je istaći vode koje potiču od otapanja snjegova, te koncentrisano prihranjivanje putem brojnih značajnih poniranja površinskih riječnih tokova, a posebno na južnim i jugozapadnim granicama GVT (području Kupreškog i Glamočkog polja). Cirkulacija podzemnog toka je orijentisana u različitim pravcima, ali generalno se može reći da dominira pravac podzemnog tečenja J-S i SI-JZ. Takvi pravci su utvrđeni na osnovu izvedenih opita trasiranja na ponorima Mrtvice, Čardaka, Skučana, Lalinca, Isakovaca i Jezera. Fiktivne brzine podzemnih tokova su u granicama $v = 0.015-0.031$ m/s. Glavne drenirajuće tačke preko kojih se prazni ova GVT jesu vrelo Plive, Janja, Krušnice, Okašnica, Kozičke rijeke i Bistrice. Vrelo Plive ističe iz manjih pećina na kontaktu krečnjaka i donjotrijaskih klastita, minimalna izdašnost $Q_{\min}$ je oko 8000 l/s. Vrelo Janja je formirano u rasjednoj zoni, blizu kontakta krečnjaka i sedimenata neogene starosti, minimalne izdašnosti $Q_{\min} = 600$ l/s. Ostala značajna vrelo ove GVT pripadaju karstnom masivu planine Vranice devonske starosti. Vrelo Bistrice nastaje na kontaktu devonskih karbonata i kvarcporfira i ima $Q_{\min}/Q_{\text{sr}}/Q_{\max} = 300/1500/3000$ l/s. Vrelo Kozičke rijeke je formirano na kontaku krečnjaka i klastita silur-devonske starosti, izdašnosti od 100 do više od 4000 l/s. Vrelo Krušnice (ili još se naziva i vrelo Krupe) formirano je na kontaktu devonskih krečnjaka i permskih klastita i ima minimalnu izdašnost $Q_{\min} = 400$ l/s. Od jačih karstnih vrela u sklopu GVT nalazi se i vrelo Okašnica na kontaktu srednjotrijaskih karbonata i miocenskih nepropusnih stijena, izdašnosti $Q_{\min}/Q_{\text{sr}}/Q_{\max} = 280/360/470$ l/s, što ukazuje na stabilan režim isticanja, kao i to da ne zavisi od režima padavina već da ga karakteriše duboka sifonalna cirkulacija, odnosno uzlazni

mehanizam isticanja. Pored nabrojanih izvora prisutni su i izvori manjih kapaciteta kao što su Arapka i Buget sa prosječnom izdašnošću oko 20 l/s.

2.2.10 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Srednji sliv Vrbasa

Grupa vodnih tijela „Srednji sliv Vrbasa“ (BA_VR_GW_K_2) je locirana u centralnom dijelu Bosne i Hercegovine (Sl. 24), a najvećim dijelom leži na teritoriji Republike Srpske. Interentiteskog je karaktera, budući da se krajnji južni dio GVT (istočno od Jajca) nalazi u Federaciji Bosne i Hercegovine. Ova GVT se prostire od Šipova na jugu, pa skoro do Banja Luke na sjeveru i od vododjelnice Sane i Vrbasa na zapadu, pa približno do Vrbanje na istoku. GVTPV je površine 1170 km², od čega se 226.4 km² nalazi na prostoru FBiH. Sa zapadne strane se graniči sa GVT „Srednji sliv Sane“, na jugozapadu sa GVT „Gornji sliv Sane“, dok se na jugu graniči sa GVT „Gornji sliv Vrbasa“. Također, na istoku mali dio ove GVT graniči se sa GVT „Vlašić – Plava voda“.



Sl. 24 Geografski položaj GVT „Srednji sliv Vrbasa“ (*Google Earth*) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Gornji sliv Vrbasa“; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Vlašić 1“; 2 – TVP „Plava voda Vlašić“ (drugi deo TVP je obuhvaćen GVTPV „Vlašić Plava voda“)

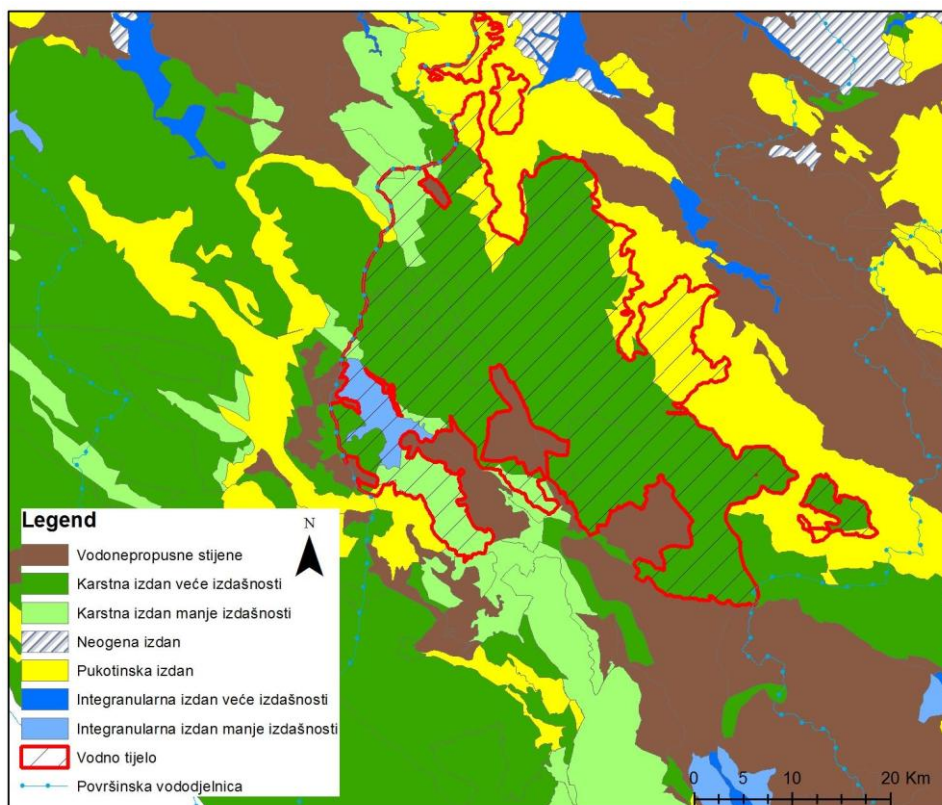
Reljef terena je dominantno planinski, osim u centralnom dijelu GVT. Dominantni su masivi Vlašića, potom Čemernice i Manjače. Od značajnijih riječnih tokova u sklopu GVT treba svakako navesti Vrbas, potom Ugar, Krupu. Rijeka Vrbas se formira na južnim padinama planine Vranice, na oko 1530 m.n.v., a dužina joj je oko 235 km.

Sa geološkog aspekta, područje ove GVT obuhvata dijelove 3 geotektonske jedinice: “Alohtone paleozojske i trijasko-južnjačke formacije”, “Bosanski fliš”, kao i dijelove terena izgrađene od mlađih sedimenata koje ulaze u sastav “Postorogenih oligocenskih, neogenih i kvartarnih naslaga” (Hrvatović, 2006, 2009). Najstarije litostratigrafske naslage predstavljene su srednjetrijaskim (T_2^1 i T_2^2) i gornjetrijaskim (T_3) karbonatima, potom slijede donjejurski (J_1), srednje i gornjejurski ($J_{2,3}$), pa gornjejurski krečnjaci (J_3^3). U okviru krednih krečnjaka prisutni su donjokredni krečnjaci (K_1), kao i neraščlanjena serija krečnjaka donje i gornje krede ($K_{1,2}$). Preko njih leže naslage fliša donjokredne starosti, debljine 750 m, koje pripadaju Bosanskom flišu, a koje su na širem dijelu terena isključivo predstavljene veoma karstifikovanim krečnjacima. Među najmlađim tvorevinama nalaze se naslage donjeg i srednjeg miocena ($M_{1,2}$) izgrađene od krečnjačkih laporaca, gline i laporaca, konglomerata i gline sa ugljem (Bočac, Šehovci, Krupa na Vrbasu).

Prema hidrogeološkim karakteristikama, na području GVT najveće rasprostranjenje imaju stijene kavernozno-pukotinske poroznosti (Sl. 25). Ovaj tip poroznosti formiran je u okviru krečnjaka srednjeg i gornjeg trijasa, krečnjaka jure, i donje i gornje krede. Krečnjaci su veoma karstifikovani. Koeficijent pražnjenja karstnih izdani u okviru GVT je od $\alpha_1=0.002-0.022$ na osnovu čega se zaključuje da postoji dobro razvijena mreža karstnih kanala unutar krečnjaka.

Glavni vid prihranjivanja karstnog akvifera na ovom prostoru je preko infiltracije voda od padavina, koje na godišnjem nivou iznose prosječno 1100 mm. Procijenjeno je da količina efektivne infiltracije iznosi 45% od padavina na godišnjem nivou, uzimajući u obzir sve relevantne faktore (geološki sastav zemljišta, vegetaciju, nagib terena i sl.). Postoji i koncentrisano poniranje dijela voda površinskih tokova.

Navedeni slučaj karakterističan je posebno za područja karstnih polja na planinama koje su po pravilu izgrađene od nekarbonata i samim tim “dozvoljavaju” formiranje površinskih tokova (npr. Podrašničko polje, te manja polja na Manjači). Generalna orijentacija tečenja podzemnih tokova je utvrđena na osnovu opita trasiranja koji je izvršen na platou Vlašića, Manjače i Podrašničkog polja, te su na osnovu rezultata ovih opita sračunate fiktivne brzina kretanja podzemnih tokova ($v=0.31-1.22$ cm/s).

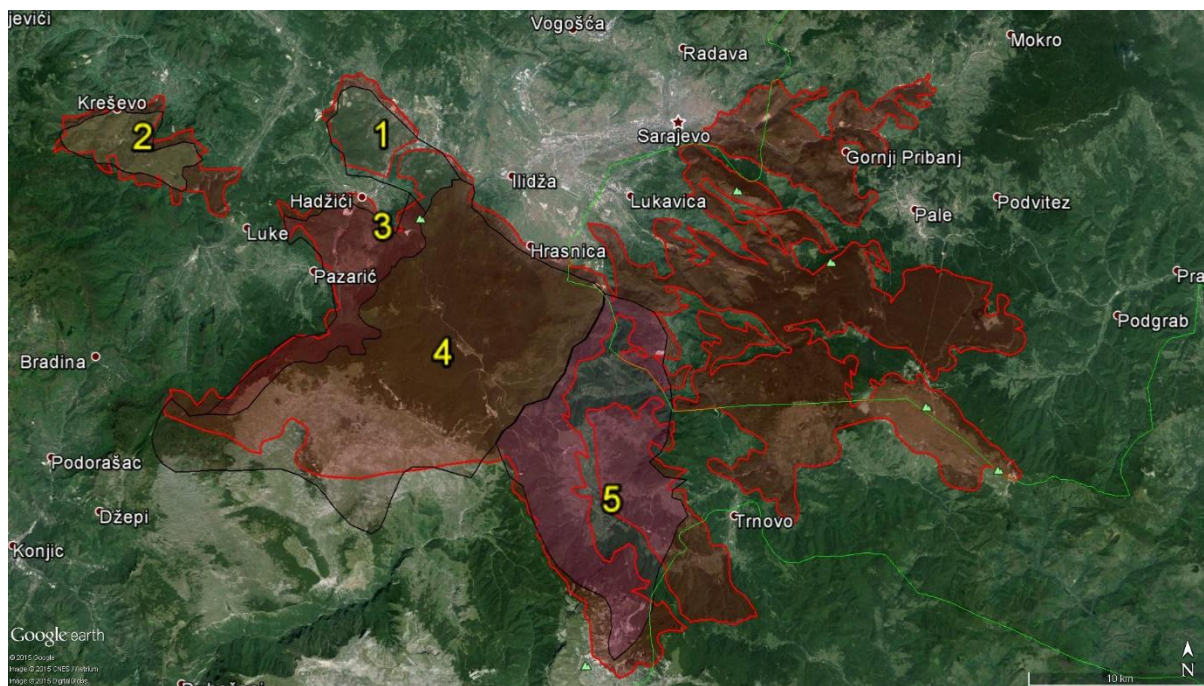
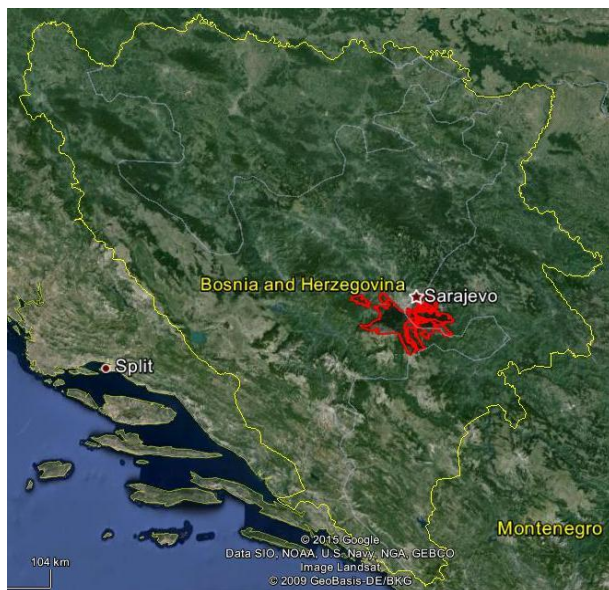


Sl. 25 Prikaz GVT „Srednji sliv Vrbasa” na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.00)

Trasiranjem podzemnih voda koje poniru na Vlašiću definisana je podzemna veza ka vrelima Crno vrelo i Trubino vrelo. Pomenuta karstna vrela ujedno su i glavne drenirajuće tačke na kojima se prazni karstni akvifer Vlašića. Ova vrela izbijaju iz donjokrednih krečnjaka na koje su navučene flišne naslage senonske starosti i locirana su u kanjonu rijeke Ugar. Vrela su sa gravitacionim mehanizmom isticanja. Izdašnost, procijenjena u periodu hidrološkog minimuma, iznosi 700 do 900 l/s, ali sistematska mjerenja nisu vršena. Osim pomenutih, na južnom dijelu GVT nalazi se i izvor Mrtvalj. Ono je locirano ispod puta Jajce – Banja Luka, na kontaktu donjokrednih krečnjaka i sedimenata donjeg miocena. Uzlaznog je karaktera isticanja, što može ukazati na dublje zalijeganje izdani. Vrelo je razbijenog tipa, budući da se izdan prazni preko dva vrela koja su na rastojanju od oko 100 m, izdašnosti $Q = 150$ l/s (Zavod za vodoprivredu, 2009b). Manju izdašnost ($Q = 10$ l/s) ima kaptirano vrelo Dućani, koje je formirano u rasjednoj zoni, sjeverno od Jajca, nedaleko od Carevog polja.

2.2.11 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Igman – Jahorina

Grupa vodnih tijela „Igman – Jahorina“ (BA_BO_GW_K_1) pripada slivu rijeke Bosne i nalazi se u centralnom dijelu Bosne i Hercegovine (Sl. 26), uglavnom južno od Sarajeva. Ova GVT ima interentitetski karakter, budući da se sjeveroistočni i krajnji jugoistočni dio GVT nalazi u Republici Srpskoj, ostatak u FBiH. GVT čini ukupno pet odvojenih cjelina (vodnih tijela) koje prema genezi pripadaju istoj grupi.



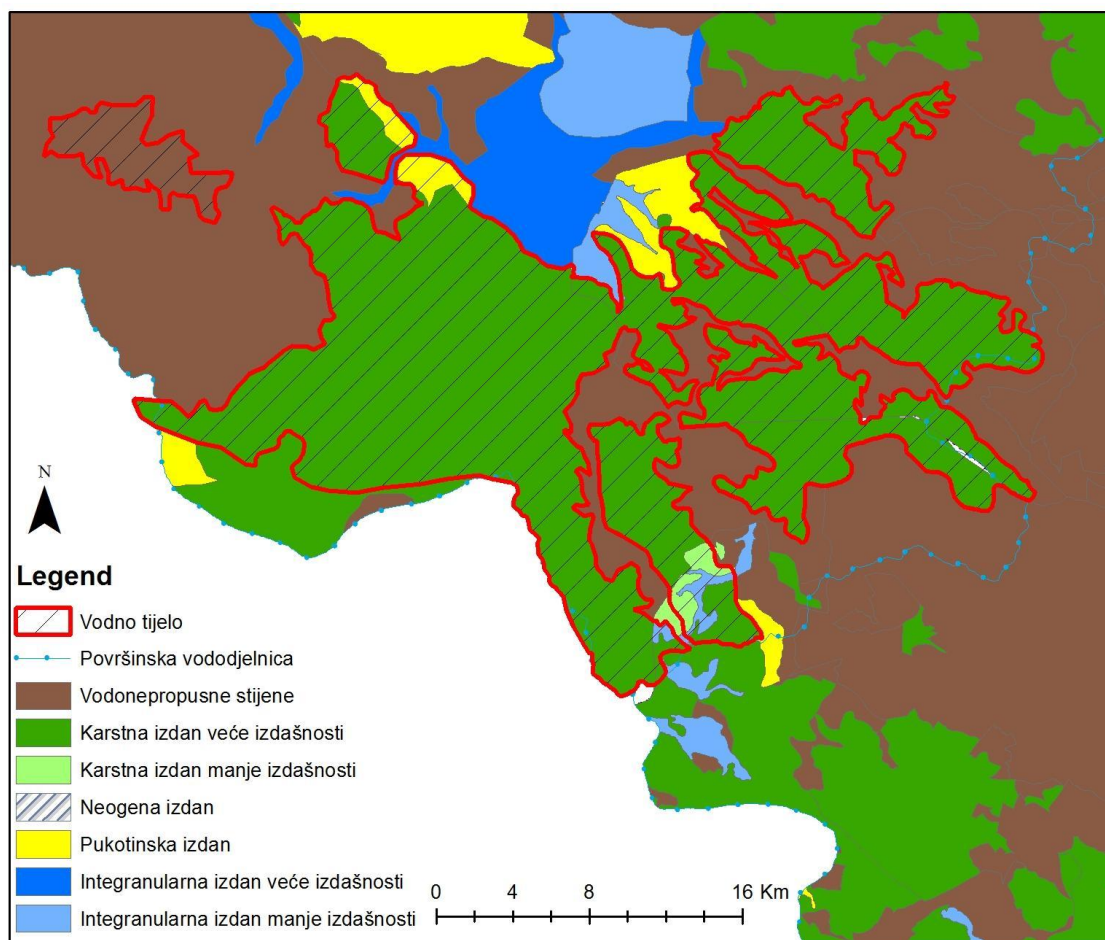
Sl. 26 Geografski položaj GVT „Igman Jahorina“ (Google Earth) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Igman Jahorina“; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Rakovica“; 2 – TVP „Kreševo“; 3 – TVP „Hadžići“; 4 – TVP „Igman“; 5 – TVP „Krupac Presjenica“

Prostire se od Kreševa na zapadu do Jahorine na istoku, odnosno od Sarajeva na sjeveru do Trnova na jugu, na ukupnoj površini od 581 km², od čega je u Federaciji 386.5 km². Susjedne grupe vodnih tijela su „Sarajevsko – Zeničko polje“ i „Zapadna Romanija“, južno od GVT, te „Gornja Drina“ sjeverozapadno od GVT. U okviru ove grupe vodnih tijela, nalaze se i vodna tijela izdvojena u karakterizacijskom izvještaju „*Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Bosne na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine*“ (Zavoda za vodoprivredu sarajevo, 2009c): Kreševo, Rakovica, Hadžići, Igman, Krupac Presjenica.

Reljef terena koji pripada ovom području jeste planinskog tipa, sa opadanjem nadmorske visine idući ka sjevernom dijelu GVT. U tom području, nadmorske visine su nešto manje (600 – 700 m), tako da se može reći da je grupa vodnih tijela generalno nagnuta ka sjeveru i sjeveroistoku, pa samim tim su određeni i pravci podzemnih voda. Prosječne nadmorske visine su oko 1000 m, dok su maksimalne visine u okviru planine Igman (1502 m). Cjelokupan prostor, koji pripada pomenutom planinskom reljefu odlikuje se izuzetnim prirodnim ljepotama, sa dobro razvijenim površinskim i podzemnim karstnim geomorfološkim oblicima. Također, ne zaostaje ni turistički značaj ovog prostora. Drenažna mreža na istražnom prostoru je generalno slabo razvijena. Najgušća riječna mreža nalazi se na prostoru odvojenih manjih vodnih tijela zapadno i jugoistočno od Fojnice, dok na prostoru Igmana, Bjelašnice i Jahorine površinski tokovi skoro uopšte ne postoje. Među značajnijim površinskim tokovima na cijelom prostoru GVT se nalaze: Željeznica, Tilava, Bistrica, Mokranjska Miljacka, Paljanska Miljacka, Kasindolska rijeka, Krupa, Kreševka, Razdolje, Požarna.

Sa geološkog aspekta, ova GVT obuhvata dijelove dvije geotektonske jedinice: „Alohtone paleozojske i trijaske formacije“ u okviru kojih su Durmitorska navlaka i Srednjobosansko škriljavo gorje, odnosno „Zona bosanskog fliša“ (Hrvatović, 2006, 2009). Među najstarijim litostratigrafskim jedinicama figurišu silur – devonske (S, D) tvorevine predstavljene metamorfitima u čijem sastavu prijeovlađuju škriljci, metapješčari, dolomiti, krečnjaci, mermjeri i argilošisti, ukupne debljine 800 m. Nakon ove serije, slijedi formacija neraščlanjenog donjo – srednjeg devona (D_{1,2}) predstavljenog uglavnom krečnjacima i dolomitima, debljine 450 m. Također, transgresivno preko njih leže naslage neraščlanjene serije permotrijasa (P, T) predstavljene pješčarima i alevrolitima, ukupne debljine do 1000 m. Preko njih se nalaze naslage donjeg trijasa predstavljenih krečnjacima i dolomitima, zatim krečnjacima i dolomitima sa pojavom rožnaca, pješčara i glinaca srednjeg trijasa (anizijski i ladinski kat), odnosno debeli paketi krečnjaka i dolomita, uz lokalno i veoma podređeno prisustvo klastičnih i vulkanogeno-sedimentnih formacija. Ukupna debljina celokupne trijaske serije iznosi između 700 i 1700 m. Sve pomenute naslage, prema geotektonskim karakteristikama pripadaju „Alohtonim trijaskim i paleozojskim formacijama“. Sa druge strane, mlađe naslage koje su izgrađene od jursko – krednih i gornjokrednih flišnih naslaga pripadaju „Bosanskom flišu“. Ove naslage su predstavljene laporcima, pješčarima, kalkarenitima, debljine od 500 do 1200 m (J, K fliš), dok se u okviru gornje krede nalaze krečnjaci, laporci, kalkareniti uz podređeno prisustvo pješčara, glinaca, alevrolita i rožnaca, debljine od 150 do 500 m. Na kraju, među najmlađim sedimentima, figurišu tercijarne breče i pijeskovi, kao i lokalno kvartarni sedimenti.

Sa hidrogeološkog aspekta, najveći značaj na ovom terenu imaju stijene srednje i gornje trijaske starosti, predstavljene krečnjacima sa razvijenom karstno – pukotinskom poroznošću (Sl. 27). Podređenog značaja su krečnjaci devona u području Kreševa.



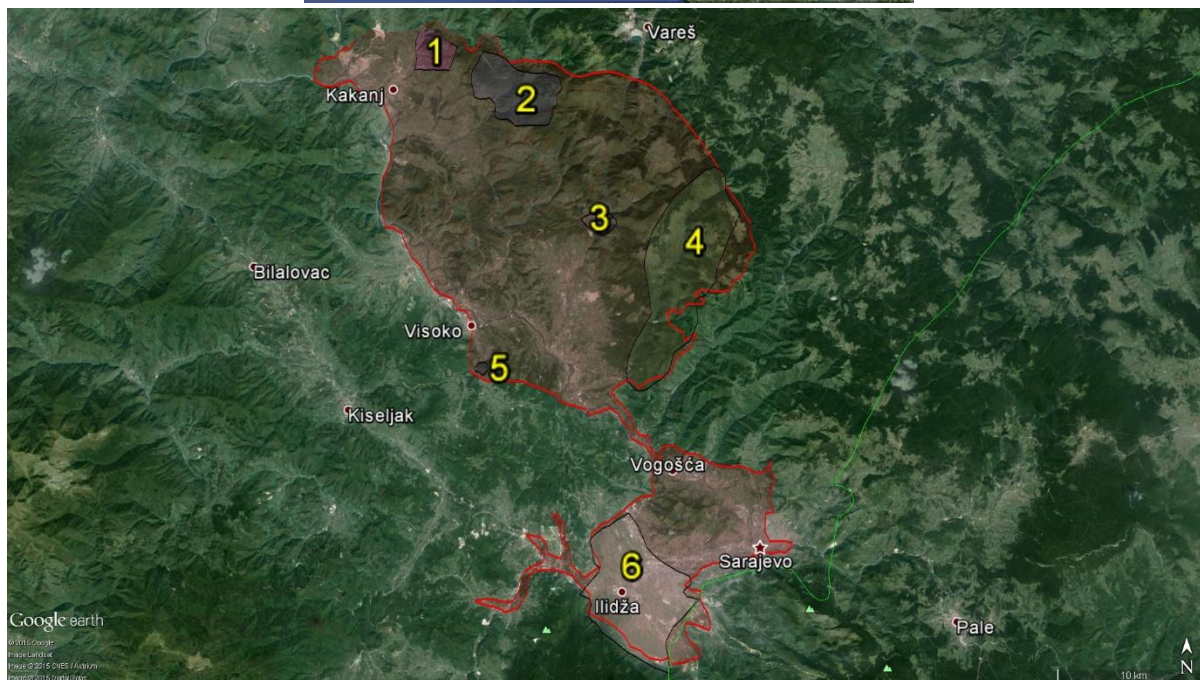
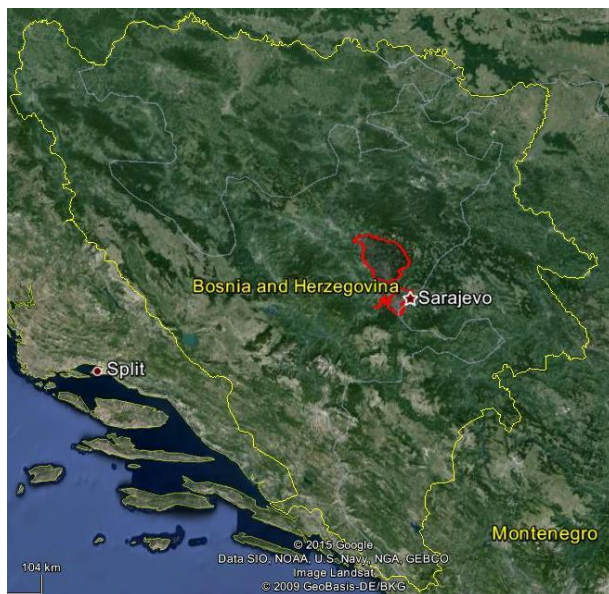
Sl. 27 Prikaz GVT „Igman - Jahorina” na hidrogeološkoj karti BIH (prema autorskim originalima OGK 1:100.000)

Krečnjaci su jako ispucali i dobro karstifikovani, čime je definisana njihova veoma dobra propusna moć, koju potvrđuju koeficijentom recesije u rasponu $\alpha = 0.032 - 0.039$. Glavni vid prihranjivanja karstnog akvifera u okviru ove GVT je infiltracija voda od padavina. Procijenjeno je da veličina efektivne infiltracije iznosi 40 % padavina na godišnjem nivou. Pored ovog vida, karstna izdan se prihranjuje infiltracijom voda koje nastaju otapanjem snjegova, a dijelom i koncentrisano - poniranjem površinskih tokova. Ovi vidovi su karakteristični na dijelovima terena sa višim nadmorskim visinama. Kao što je već rečeno, glavni pravci cirkulacije se mogu pretpostaviti već na osnovu digitalnog elevacionog modela. Tako, generalna orijentacija pravca tečenja jeste od jugozapada ka sjeveroistoku (od terena sa višim ka terenima sa nižim nadmorskim visinama), što je i potvrđeno opitima trasiranja koji su izvedeni u sinklinali Igmana, Velikom Polju, Sitničkoj lokvi, Hrasničkom stanu, Trenicu i Lučevcu. Tokom ovih opita trasiranja sračunate su fiktivne brzine kretanja podzemnih voda u dijapazonu $v = 0.0083 - 0.023$ m/s. Glavne drenirajuće zone, koje se nalaze u okviru GVT su karstni izvori locirani mahom u zonama kontakta karstnih i nekarstnih terena. Tako su glavna karstna vrela u GVT “Igman – Jahorina” vrelo Bosne, vrelo Krupe, Plovčiji do, Krupac, Hrasničko vrelo ($Q = 60$ l/s), Malotina ($Q = 5 - 100$ l/s), Ribnjak, vrelo Kruščice, Semizov bunar ($Q = 50 - 60$ l/s), Kasatići ($Q = 50$ l/s). Grupu jahorinskih vrela čine vrelo Prače ($Q_{\min} 65$ l/s), Stansko vrelo ($Q_{\min} 10$ l/s), vrelo Bistrice ($Q_{\min} 22$ l/s) i Vlahovića vrelo ($Q_{\min} 6$ l/s). Masiv Ravne planine prazni se na vrelu Paljanska Miljacka minimalne izdašnosti 38 l/s. Vrelo Mokranjske Miljacke ima minimalnu izdašnost 20 l/s, dok je prosječna izdašnost vrela Mošćanica oko 50 l/s. Trebevička akumulacija

prazni se najvećim dijelom na vrelo u Tilavi sa srednjom izdašnošću oko 160 l/s. Ipak, karstno vrelo koje se po svim karakteristikama izdvaja od prethodno navedenih je vrelo Bosne. Ovo vrelo je razbijenog tipa i najveće izdašnosti u okviru ove GVT. Javlja se na kontaktu krečnjaka Igmana i mlađih sedimenata koji se deponovani u okviru Sarajevskog polja. Minimalne izdašnosti vrela Bosne, skoro desetostruko prelaze ukupne minimalne izdašnosti svih drugih karstnih vrela koja dreniraju Igman, te se na osnovu toga može zaključiti o postojanju privilegovanih pravaca kretanja podzemnih voda koji su usmereni ka vrelo Bosne. Odnos minimalne, srednje i maksimalne izdašnosti vrela Bosne iznosi $Q_{\min}/Q_{\text{sr}}/Q_{\max} = 1270 / 5990 / 25000$ l/s. U okviru GVTPV nalazi se i uzlazno vrelo Krupac, koje ističe iz anizijskih krečnjaka i izdašnosti je između 25 i 200 l/s. Vrelo Krupe izbija iz pećinskog kanala formiranog u srednjetrijaskim, anizijskim krečnjacima, izdašnosti $Q = 25 - 2500$ l/s. Područje devonskih krečnjaka kod Kreševa fizički je odvojeno od ostatka GVT. Najznačajnija vrela su Vrancici sa $Q = 51$ l/s i vrelo Ribnjak, izdašnosti $Q = 30$ l/s.

2.2.12 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Sarajevsko – Zeničko polje

Grupa vodnih tijela „Sarajevsko – Zeničko polje“ (BA_BO_GW_I_3) nalazi se u centralnom dijelu Bosne i Hercegovine (Sl. 28). Najveći dio GVT nalazi u Federaciji Bosne i Hercegovine, jako mali jugozapadni dio GVT je u Republici Srpskoj. Ova GVT se prostire od Sarajeva na jugu do Kaknja na sjeveru, odnosno od Visokog na zapadu pa do Vareša na istoku, ukupne površine 533.4 km², od čega se na teritoriji Federacije nalazi 528.8 km².



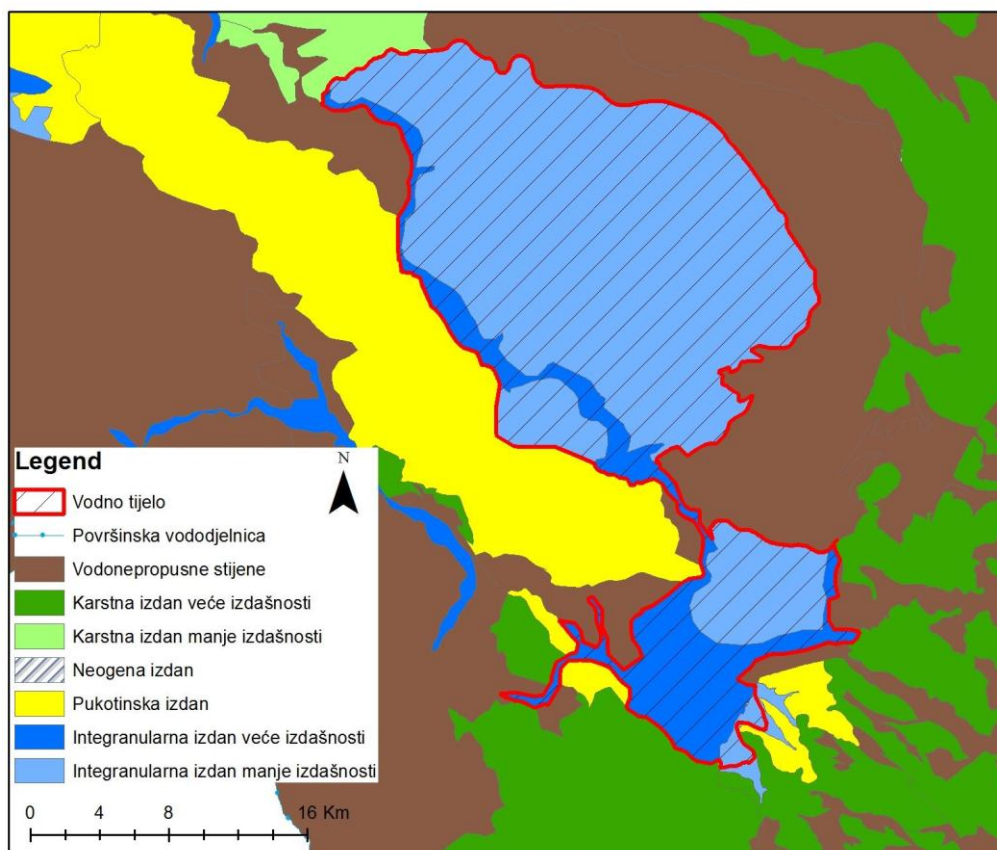
Sl. 28 Geografski položaj GVT „Sarajevsko – zeničko polje“ (Google Earth) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Sarajevsko – zeničko polje“; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Pitka voda Kakanj“; 2 – TVP „Kraljeva Sutjeska Kakanj“; 3 – TVP „Milkino vrelo“; 4 – TVP „Mahmutovića rijeka“; 5 – TVP „Vrutak buci“; 6 – TVP „Sarajevsko polje“

Ograničeno je grupama vodnih tijela „Zapadna Romanija“ na jugoistoku i „Igman – Jahorina“ na jugozapadu. U sastav ove grupe vodnih tijela podzemnih voda ulaze i vodna tijela izdvojena u karakterizacijskom izvještaju *Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Bosne na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine* (Zavoda za vodoprivredu 2009.): Sarajevsko polje, Mahmutovića rijeka, Milkino vrelo, Kraljeva Sutjeska Kakanj, Pitka voda Kakanj i Vratak Buci.

Reljef ove GVT je mješovit. Naime, sjeveroistočni i istočni dio GVT pripada planinskom reljefu, gdje su nadmorske visine preko 1000 m. Sa ovog prostora otiču površinski tokovi koji se ulivaju u glavni recipient voda na ovom području, rijeku Bosnu. Ostatak GVT pripada brdskom reljefu do ravničarskom reljefu. Rijeka Bosna izvire u krajnjem jugozapadnom dijelu GVT, kod Ilidže, u podnožju planine Igman, iz snažnog karstnog vrela. Proticaj rijeke u minimumu iznosi oko 32.6 m³/s. Njene najvažnije pritoke koje se nalaze na teritoriji GVT su rijeke Željeznica, Dobrinja, Miljacka, Lepenica, Vogošća, Ljubinja, Misoča, Stavnja, Goruša, Trstionica, Zgošća, Ribnica.

Sa geološkog aspekta, GVT obuhvata područje dvije geotektonske jedinice: „Bosanski fliš“ i „Postorogene oligocenske, neogene i kvartarne formacije“ (Hrvatović, 2006, 2009). Prema podacima Zavoda za vodoprivredu (2009), najstarije litostratigrafske jedinice su u okviru paleozojskih klastičnih sedimenata i metamornih stijena. Preko najstarijih paleozojskih naslaga nalaze se tvorevine trijasa, predstavljene donjotrijaskim (T₁) pješčarima, škriljcima i laporcima debljine do 400 m, odnosno krečnjacima i dolomitima srednjeg (T₂) i gornjeg trijasa (T₃) ukupne debljine 400 – 800 m. Od jurskih naslaga prisutna je vulkanogeno – sedimentna serija gornje jure (J₃), kao i rožnjačko – laporoviti (flišni) neraščlanjeni kompleks jursko – kredne starosti (J, K). Gornjokredne naslage karbonatnog fliša, debljine su 150 – 500 m. Pomenute flišne naslage pripadaju „Bosanskom flišu“, dok su mlađe naslage u vidu oligomiocenskih, miocenskih i kvartarnih sedimenata. Oligomiocen (Ol, M) je predstavljen konglomeratima, pješčarima i krečnjacima sa tzv. *koščanskim ugljenim* slojem, čija je debljina oko 600 m. Miocenske naslage izgrađene su od sedimenata donjeg miocena koji su predstavljeni jezerskim facijama klastita u vidu lapora, pješčara, glina sa ugljem, debljine 600 m. *Lašvanska serija* izgrađena je od konglomerata, lapora i pješčara, dok je gornji miocen izgrađen od jezerskih facija kojoj pripadaju tzv. *koševski slojevi* izgrađeni od lapora, glina, alevrolit, pješčara i uglja i tzv. *počulički krečnjaci* debljine oko 400 m. Najmlađe naslage čine tzv. *orlački konglomerati* sa pješčarima, laporcima i brečastim krečnjacima debljine od 100 do 200 m (Skopljak *et al.* 2011), odnosno pliocenski i kvartarni sedimenti.

Sa hidrogeološkog aspekta, najznačajnije stijene su pliocenske i kvartarne starosti, sa intergranularnim strukturnim tipom poroznosti, te stijene karstno – pukotinske poroznosti gornjokredne starosti (Sl. 29). Krečnjaci kredne starosti su ispucali i karstifikovani.



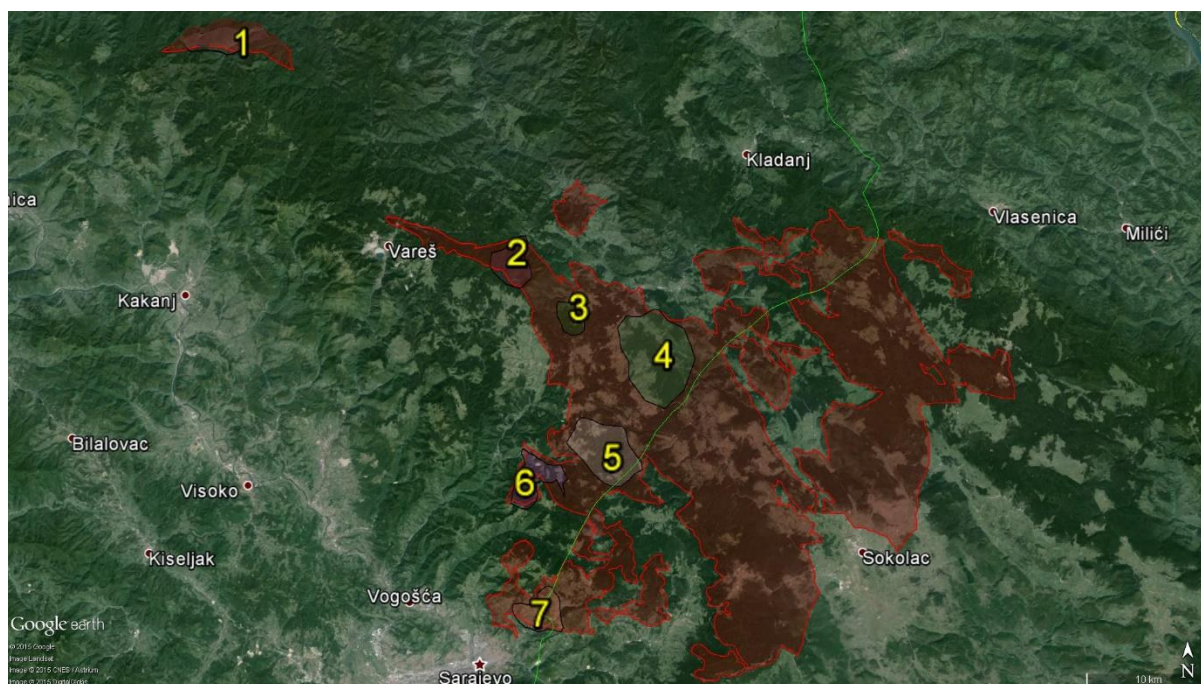
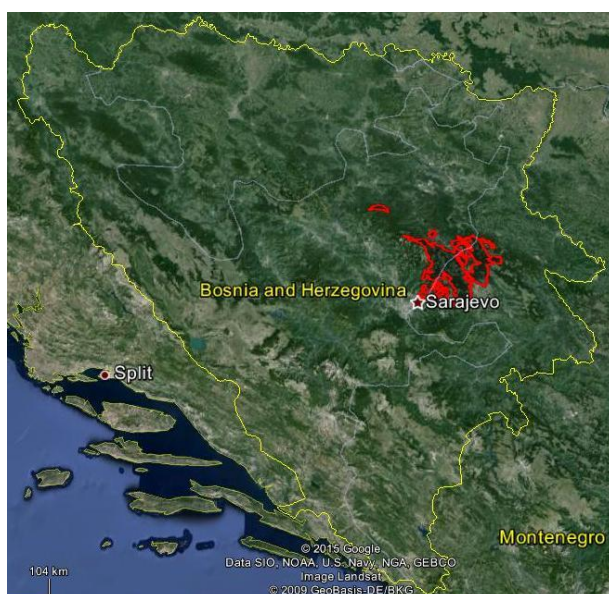
Sl. 29 Prikaz GVT „Sarajevsko – Zeničko polje” na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.000)

Glavni vid prihranjivanja intergranularnih akvifera je infiltracija voda površinskih tokova na osnovu ostvarene direktne hidrauličke veze vodotok-akvifer, te manje putem padavina. Glavni vid prihranjivanja kasrtno-pukotinskih akvifera je putem padavina. Također, u okviru ove GVT postoji i vještačko prihranjivanje prvog akvifera preko 4 infiltraciona kanala, 6 upojnih bunara i 3 lagune, kao i podzemno prihranjivanje na račun dotoka određenih količina vode iz dubljih akvifera. Glavni pravci cirkulacije podzemnih voda nisu određeni, budući da podaci o opitima trasiranja nisu bili na raspolaganju. Ipak, na osnovu topografije terena i digitalnog elevacionog modela, može se zaključiti da su regionalni pravci tečenja podzemnih voda od sjeveroistoka ka jugozapadu, odnosno od terena sa višim nadmorskim visinama ka dolini Bosne, koja predstavlja erozioni bazis. Glavne drenirajuće tačke u okviru ove grupe VT su predstavljene karstnim vrelima, od kojih su neka kaptirana i predstavljaju izvorišta PV za vodosnabdijevanje stanovništva. Izvorište Vrutak na Bucima, koje se nalazi oko 3 km od Visokog, snabdijeva grad pitkom vodom putem tri eksploataciona bunara, koji su nezavisni i od kojih se najčešće eksploatacija vrši preko bunara BV-2, dok se druga dva uključuju po potrebi. Prosječna eksploatacija ovog izvorišta iznosi 120 l/s, odnosno 70 l/s u ekstremno sušnim periodima godine. Dalje, izvorište Mahmutovića rijeka eksploatiše vodu prosječnog kapaciteta 70 l/s, kojom se snabdijeva naselje Breza. Usled nedostatka vode za snabdijevanje pomenutog naselja, na Milkinom vrelu su izbušena dva bunara koja daju 100 l/s, odnosno 90 l/s. Također, izvorište Sarajevsko polje koristi se za vodosnabdijevanje stanovništva glavnog grada Bosne i Hercegovine, Sarajeva. Kapacitet eksploatacije ovog izvorišta iznosi između 1000 i 1500 l/s, ređe i do 1860 l/s (Zavod za vodoprivredu Sarajevo, 2009c). U okviru GVT postoje i izvorišta za vodosnabdijevanje

Kaknja u vidu kaptaža Stog ($Q = 10$ l/s), odnosno izvorišta sa bunarima Ilidža (30 l/s) i Pitka voda (20 l/s), dok se vode eksploatišu preko tirolskog zahvata na izvorištu Bukovica, kapaciteta 130 l/s.

2.2.13 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Zapadna Romanija

Grupa vodnih tijela „Zapadna Romanija“ (BA_BO_GW_K_2) nalazi se u istočnom dijelu Bosne i Hercegovine (Sl. 30) i interentitetskog je karaktera budući da se jugoistočni dio GVT nalazi u Republici Srpskoj, dok je drugi u Federaciji Bosne i Hercegovine. Ova GVT je izdužena pravcem JI – SZ i prostire se od Sokoca do Vareša, obuhvatajući planine Romaniju, Sljemensku, Zvijezdu i Ozren. Ukupna površina ove GVT je 765 km^2 , od čega je 299.3 km^2 u okviru Federacije Bosne i Hercegovine.



Sl. 30 Geografski položaj GVT „Zapadna Romanija“ (Google Earth) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Zapadna Romanija“; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Izron Suha Zavidovići“; 2 – TVP „Očevija“; 3 –

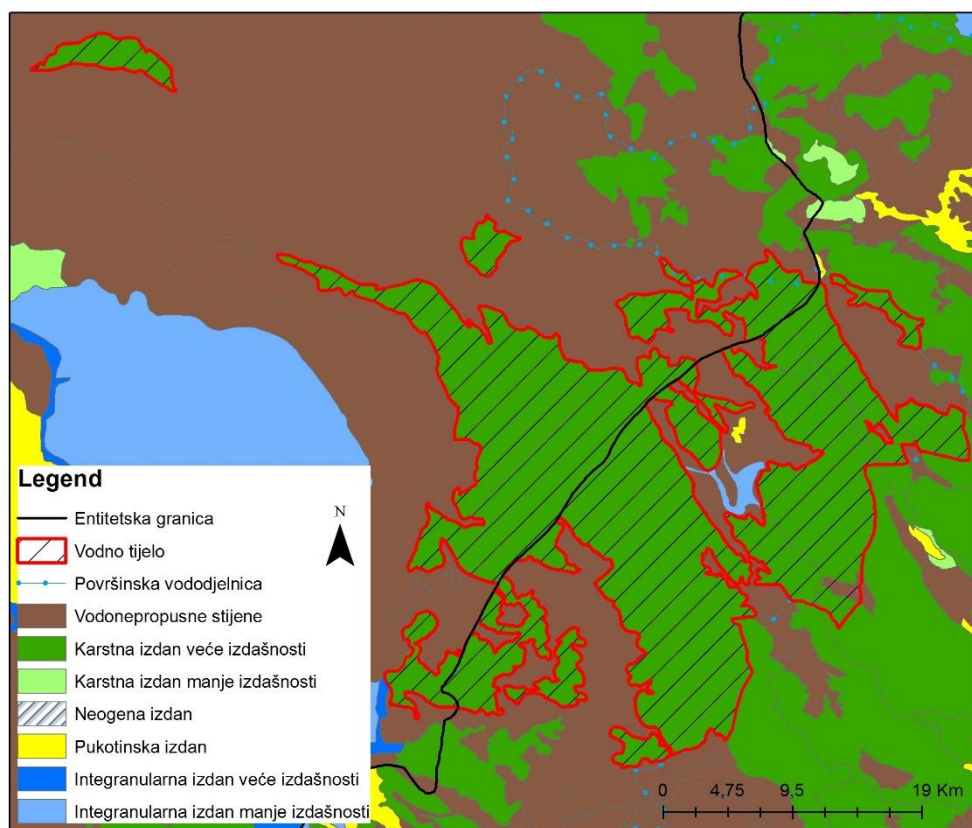
TVP „Orlja“; 4 – TVP „Zeleni Vir Olovo“; 5 – TVP „Vrutak Podlipnik“; 6 – TVP „Sokolina“; 7 – TVP „Mošćanica Crnil“

U odnosu na ostale GVT, „Zapadna Romanija“ se nalazi zapadno od GVT „Romanija Devetak“, istočno od GVT „Sarajevsko – Zeničko polje“, južno od GVT „Gornji sliv Gostilje i Spreče“ i sjeverno od GVT „Igman – Jahorina“. U okviru ove grupe vodnih tijela, nalaze se i vodna tijela izdvojena u sklopu karakterizacijskog izveštaja „*Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Bosne na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine*“ urađenom od strane Zavoda za vodoprivredu iz Sarajeva 2009. god: Mošćanica Crnil, Sokolina, Vrutak Podlipnik, Zeleni Vir – Olovo, Orlja, Očevija, Izron Suha – Zavidovići.

Reljef ove GVT je planinski, sa pojavom snižavanja nadmorskih visina na malom području u centralnom i sjeveroistočnom dijelu grupe, gdje se nalaze doline rijeka Bioštica i Stupčanica. Tu nadmorske visine rijetko prelaze 700 m, dok u višim dijelovima u istočnom dijelu GVT nadmorske visine dostižu do 1600 m (u okviru masiva Romanije i Ozrena). Ovaj teren je izgrađen skoro isključivo od krečnjaka tako da su u okviru njega prisutni svi površinski i podzemni karstni oblici: vrtače, ponori, pećine različitih dimenzija, jame i sl. Drenažna mreža je relativno slabo razvijena i neravnomerno raspoređena što je uslovljeno geološkom građom terena. Krečnjački teren otežava formiranje rječne mreže, tako da se na osnovu nje jasno može zaključiti koji su to dijelovi terena kompletno izgrađeni od krečnjaka. Ipak, i pored toga, u okviru ove GVT postoji određeni broj površinskih tokova, a među njima su najznačajniji: Bioštica, Stupčanica, Kaljina, Dobrača, Kruševica.

Sa geološkog aspekta, ova GVT obuhvata dijelove 2 geotektonske jedinice: „Alohtone paleozojske i trijaskke formacija“ i „Ofiolitnu zonu Dinarida“ (Hrvatović 2006, 2009). Najstariji litostratigrafski član su pješčari donjeg trijasa (T_1) debljine 200 – 300 m. Preko njih leže naslage srednjeg trijasa u vidu anizijskog (T_2^1) i ladinskog (T_2^2) predstavljene krečnjacima sa pojavom dolomita, ukupne debljine 300 – 500 m. Nakon njih, slijede naslage neraščlanjenog srednjeg i gornjeg ($T_{2,3}$) i gornjeg (T_3) trijasa koje su također izgrađene od krečnjaka. Ukupna debljina ovih trijaskih krečnjaka koji pripadaju „Alohtnim paleozojskim i trijaskim formacijama“ se procjenjuje na oko 1300 m. Preko ovih naslaga, taložene su flišne naslage srednje i gornje jure ($J_{2,3}$) koje se sastoje od grauvaka, ofiolita, rožnaca, škriljaca. Ova formacija je u literaturi poznata kao divlji fliš (*wildflysch*), odnosno kao dijabaz – rožnačka formacija. Također, prisutna je i neraščlanjena serija jure i krede, koja je prijedstavljena laporcima, alevrolitima i laporovitim krečnjacima, tj. flišna serija koja predstavlja čelo Durmitorske navlake (Zavod za vodoprivredu, 2009c). Gornjojurski krečnjaci se javljaju u krajnjem sjevernom dijelu GVT, u gornjem toku Stupčanice. Istočno od njih, u vidu izdužene zone prosječne širine 2.5 km i dužine 16 km, pravca pružanja SZ-JI, javljaju se donjokredni krečnjaci (K_1^{3-5}), u manjoj mjeri gornjokredni ($K_2^{1,2}$).

Prema hidrogeološkim karakteristikama, najznačajnije su stijene karstno – pukotinske poroznosti, srednje i gornjetrijaskke starosti, u manjoj mjeri gornjojurske i kredne (Sl. 31). Ovi krečnjaci su dobro ispucali i karstifikovani, tako da, prije svega trijaski krečnjaci, imaju sposobnost da akumuliraju velike količine vode.

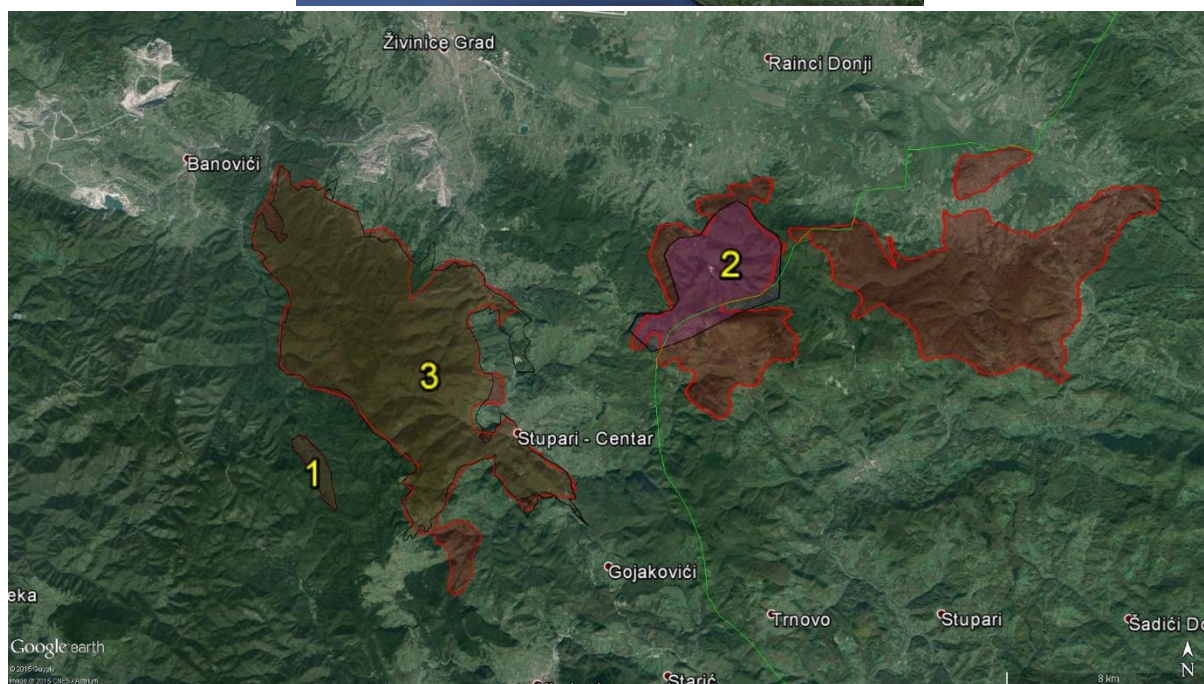
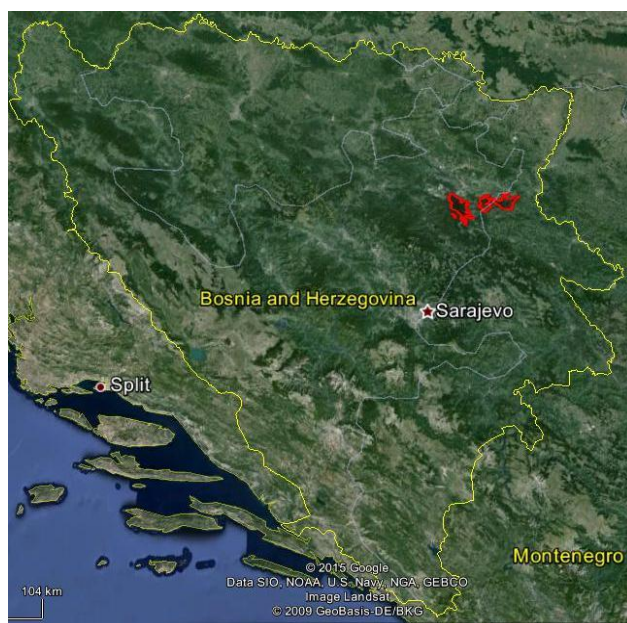


Sl. 31 Prikaz GVT „Zapadna Romanija” na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.000)

Glavni vidovi prihranjivanja ovih akvifera su prvenstveno preko infiltracije vode koje potiču od atmosferskih padavina. Naime, Procjena je da količina efektivne infiltracije iznosi oko 50 % padavina na godišnjem nivou, uzimajući u obzir geološki sastav terena, vegetaciju, razvijenost hidrografske mreže i druge faktore. Što se tiče cirkulacije podzemnih voda, ona se odvija u različitim pravcima. Utvrđene su podzemne veze između ponora R. Malinovac i vrela Zeleni vir, pećine Bijambara i vrela Orlja, ponora Rakitine njive, Bogodol i Mramorovi sa vrelom Očevlja. Na području Romanije utvrđena je podzemna veza ponora u Luburić polju sa vrelom Bioštice. Time je definisana generalna orijentacija tečenja podzemnog toka u okviru ove GVT, koja se odvija pravcem JZ – SI (Očevlja), odnosno JI – SZ (u slučaju vrela Bioštica i Orlja), sa fiktivnom brzinom podzemnog toka od 0.01 do 0.02 m/s. Ova karstna vrela, uz još neka manjeg kapaciteta, predstavljaju glavne drenirajuće tačke GVT. Vrelo Bioštice sa minimalnim proticajem 700 l/s, predstavlja najznačajniji dren zapadnog dijela planine Romanije. Vrela Stupčanice imaju $Q_{sr} = 40$ l/s. Srednja izdašnost vrela Zeleni vir je oko 150 l/s. Vrelo Orlja izbija iz pećine i izdašnost mu je $Q_{sr} = 303 - 620$ l/s (IPSA, Sarajevo), dok vrelo Očevlje u minimumu ima $Q = 40$ l/s. Osim pomenutih, na prostoru GVT postoje i sljedeća karstna vrela: Izvor Moščanica ($Q_{min}/Q_{av}/Q_{max} = 53/286/723$) kaptiran za potrebe vodosnabdijevanja Sarajeva, izvor Jegun ($Q = 12 - 34$ l/s), izvor Pieto ($Q = 4.5 - 10$ l/s), izvor Crnil ($Q = 8 - 12$ l/s), izvor Ribnjak ($Q = 25$ l/s, maksimalno 45 l/s), izvor Perila ($Q = 10$ l/s), Studenac ($Q = 2 - 5$ l/s); Bjelaja ($Q = 10$ l/s), Barutana ($Q = 7$ l/s), Crepala ($Q = 6$ l/s), Deponija ($Q = 10$ l/s), Ljubinke ($Q = 8 - 12$ l/s). GVT je pridruženo i fizički izolovano VT Izron Suha – Zavidovići ($Q = 160$ l/s).

2.2.14 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Gostilje i Spreče

Grupa vodnih tijela „Gornji sliv Gostilje i Spreče“ (BA_BO_GW_K_3) se nalazi u istočnom dijelu Bosne i Hercegovine (Sl. 32) i ima interentitetski karakter, budući da se istočni dio GVT nalazi u Republici Srpskoj, a zapadni u Federaciji Bosne i Hercegovine. Ova GVT se sastoji iz pet fizički odvojenih manjih vodnih tijela sličnih karakteristika. GVT „Gornji sliv Gostilje i Spreče“ prostire se između Konjuha na zapadu i Borogova na istoku, na jugu obuhvata sjeverne obronke Javornika, na sjeveru je granica dolina rijeke Spreče.



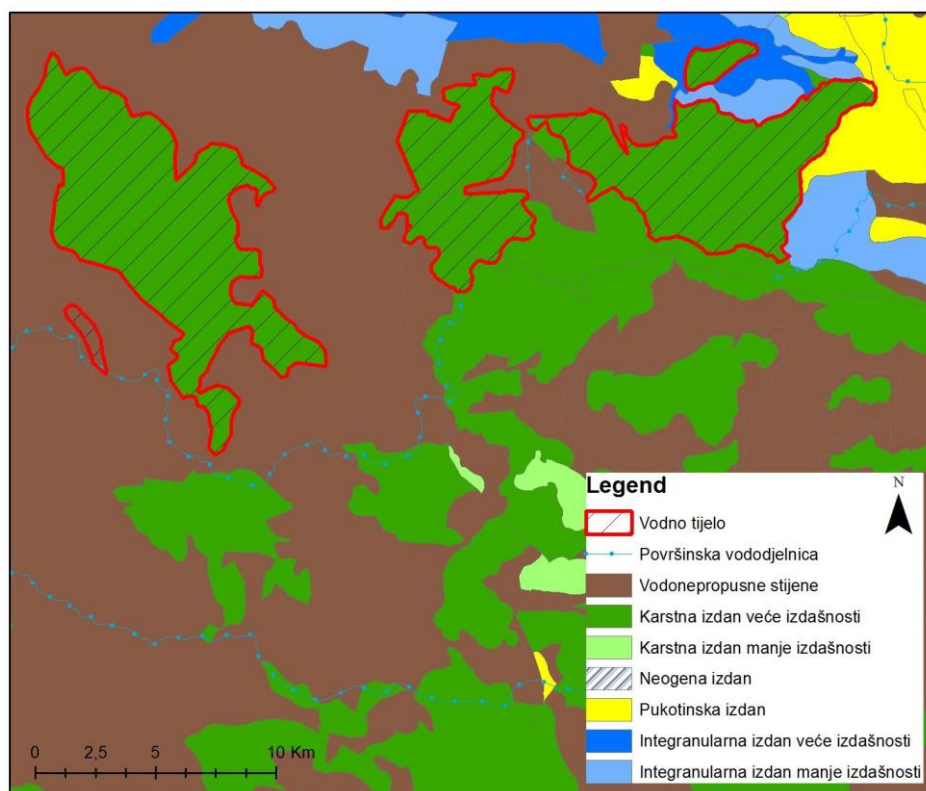
Sl. 32 Geografski položaj GVT „Gornji sliv Gostilje i Spreče“ (Google Earth) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Gornji sliv Gostilje i Spreče“; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Krabašnica“; 2 – TVP „Gračanica Živinice“; 3 – TVP „Stupari“;

Ukupna površina GVT iznosi 162 km² sa minimalnim učešćem alogenih terena (manje od 2 km²). Od pomenute površine, 93.01 km² se nalazi u Federaciji. U odnosu na ostale GVT, ona se nalazi sjeverno od GVT „Zapadna Romanija“, zapadno od GVT „Drinjača“ i južno od GVT „Tuzlansko – Sprečko polje“. U sastav ove grupe vodnih tijela ulaze i vodna tijela izdvojena u karakterizacijskom izvještaju „*Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Bosne na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine*“ (koji su izradili stručnjaci Zavoda za vodoprivredu 2009a): Krabašnica, Stupari i Gračanica Živinice.

Reljef terena pretežno je brdsko-planinskog tipa. Ovo je posebno slučaj u zapadnom dijelu GVT (Konjuh planina), gdje su prisutne visoke vrijednosti nadmorskih visina (maksimalno do 1180 m). Ovde su prisutni gotovo svi karstni površinski i podzemni oblici, u vidu pećina, vrtača, škrapa, klisurstih i slepih dolina, koji su od velike važnosti u procesu poniranja površinskih riječnih tokova. Na istoku GVT nadmorske visine su nešto niže, dok se ka sjevernim dijelovima spuštaju i do 300 m.n.v. Rječna mreža je relativno dobro razvijena na cijelom prostoru GVT. Od značajnijih riječnih tokova izdvajaju se Gostilja, Spreča, Paprača, Mramorak, Šajtovića rijeka, Suvaja, Spuževica, Zatoča, Oskova, Studešnica. Od pomenutih rijeka, osmatranje proticaja se vrši na rijekama Oskova, Gostilja i Spreča, tj. na vodomjernim stanicama „Donja Višća“, „Živinice“ i „Osmaci“. Vrijednosti proticaja iznose $Q = 3.74 \text{ m}^3/\text{s}$ (Gostelja), $Q = 2.92 \text{ m}^3/\text{s}$ (Oskova) i $Q = 1.14 \text{ m}^3/\text{s}$ (Spreča) (Rudarski institut Tuzla, 2013c).

Najstarije litostratigrafske jedinice pripadaju donjem trijasu, litološki predstavljene uglavnom pješčarima, koji su često liskunoviti. Debljina im je od 300 do 400 m. Preko njih leže krečnjaci srednjeg trijasa. Razdvajanje anizijskog i ladinskog kata u najvećem broju slučajeva nije moguće. Ukupna debljina ovih sedimenata je oko 300 m. Preko njih se nalaze tzv. „flekavi“ krečnjaci ladinskog kata i gornjeg trijasa. Oni se često javljaju kao olistoliti u vulkanogeno – sedimentnoj formaciji. U okviru jurskih naslaga se nalazi vulkanogeno – sedimentna formacija dogera i malma ($J_{2,3}$) u kojoj su zastupljene sedimentne i magmatske stijene, dok se metamorfne nalaze podređeno. U sastav ove serije, nazvane jurski ofiolitni melanž, dijabaz – rožnača formacija ili divlji melanž (*wildflysch*) ulaze siltno – glinoviti matriks, ofioliti, rožnaci, škriljci, krečnjaci. Navedene naslage trijasa i jure ulaze u sastav „Ofiolitske zone Dinarida“. Sa druge strane, „Savsko – vardarska zona“ je predstavljena gornjokrednim naslagama relativno malog rasprostranjenja na prostoru GVT. U sastav sedimenata gornje krede ulaze krečnjaci, laporci, kalkareniti, glinci, alevroliti i rožnaci, debljine 150 – 500 m.

Prema hidrogeološkim karakteristikama, najznačajnije stijene su krečnjaci srednjeg i gornjeg trijasa, te gornje krede sa razvijenom kavernozno – pukotinskom poroznošću (Sl. 33). Ove stijene su jako karstifikovane, što uslovljava njihovu dobru vodopropusnost, ali i brže pražnjenje. Na to ukazuju i sračunati koeficijenti recesije $\alpha = 0.019 - 0.028$.



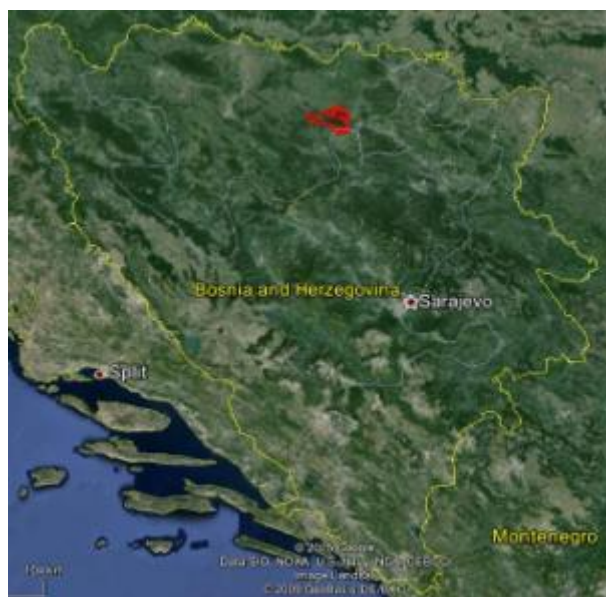
Sl. 33 Prikaz GVT „Gornji sliv Gostilje i Spreče” na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.00)

Glavni način prihranjivanja ove karstnih akvifera jeste preko infiltracije atmosferskih padavina, koje prosječno iznose 1100 mm/god. Procijenjeno je da je vrijednost efektivne infiltracije voda oko 45% padavina na godišnjem nivou, što također ukazuje na karstifikaciju i apsorpcionu moć karbonata. Pravci cirkulacije podzemnih voda su utvrđeni na osnovu izvedenih opita trasiranja. Oni su izvršeni u ponorskim zonama u dolinama potoka Krabašnica, Duboki potok, u slivu rijeke Zatoče i u pećini Godijelj, nakon čega je određen generalni pravac podzemnih tokova JI – SZ. Glavne drenirajuće zone karstnih akvifera su vrela Toplice, Tarevčica, Zatoče, izvor Sedam vrela, Mala Spreča, Bunareva, Zlaća i vrelo Krabašnice. Vrelo Tarevčica je prelivno – kontaktnog tipa, izdašnosti od 20 do 600 l/s. Oпитom trasiranja u ponorskoj zoni Dubokog potoka utvrđena je veza ovog ponora sa karstnim vrelom Tarevčice. Vrelo Zatoče nastaje na kontaktu donjotrijaskih naslaga verfena i krečnjaka srednjeg i gornjeg trijasa. Ovo vrelo je izdašnosti 60 l/s, a hrani se i vodom iz ponorske zone istoimene rijeke. Karstni izvor Sedam vrela formiran je na kontaktu trijaskih krečnjaka i stijena dijabaz – rožnačke formacije. Ovo vrelo je izdašnosti 20 l/s u minimumu, dok u maksimumu dostiže 200 l/s. Vrelo Krabašnica je prelivnog karaktera, nestabilne izdašnosti koja u ljetnjim periodima iznosi 10 – 15 l/s, dok u zimskim dostiže i 150 l/s. Ovo vrelo je najvjerovatnije prelivnog tipa i kaptirano je za vodosnabdijevanje nekoliko naselja, od kojih su najveća Rudnik i Toplana. Nešto sjevernije od ovih vrela, na prostoru Gračanice, nalaze se vrela Mala Spreča ($Q = 10$ l/s), Bunareva ($Q = 7$ l/s) i Zlaća ($Q = 7$ l/s), koja su nestabilne izdašnosti. Procijenjeno je da se na ovom prostoru mogu eksploatisati dodatne količine vode u iznosu od $Q_{\min} = 50$ l/s (Zavod za vodoprivredu, 2009c). Pored njih, izvor Toplice se koristi za vodosnabdijevanje Tuzle i Živinica. Ovo izvorište je formirano u krečnjacima koji su samo na prostoru vrela Toplica izbili na površinu terena, dok je istraživanjima konstatovano njihovo zaleganje na dubini od 8 do 17 m (Rudarski institut Tuzla, 2013b). Ovaj izvor je izdašnosti

$Q_{\min}/Q_{\text{sr}}/Q_{\max} = 240 / 300 / 560$ l/s. i kaptiran je. Preko 4 eksploataciona objekta crpi se prosječno oko 200 l/s.

2.2.15 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Stanarski basen

Grupa vodnih tijela „Stanarski basen“ (BA_BO_GW_I_3) nalazi se u sjevernom dijelu Bosne i Hercegovine (Sl. 34). Najvećim dijelom GVT leži na teritoriji Republike Srpske, manji dio GVT na jugoistoku leži na teritoriji FBiH. Pruža se od naselja Stanovi na istoku pa približno do Kulaša na zapadu, te od rijeke Usore na jugu do rijeke Ilove na sjeveru. Površina GVT je 151.7 km², od čega je 26.68 km² u okviru FBiH. Najvećim dijelom graniči sa GVT „Posavina“ (I, S, J).



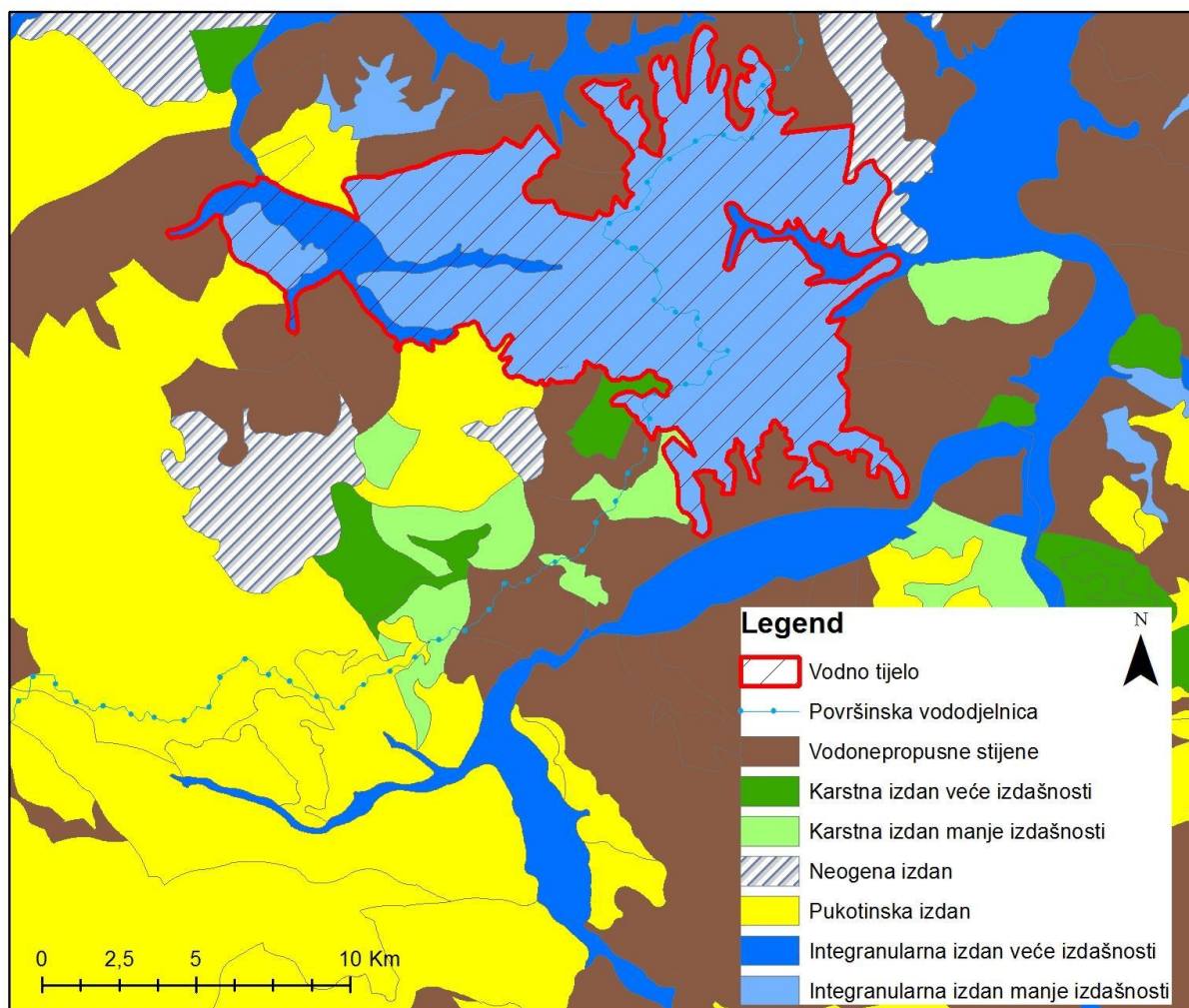
Sl. 34 Geografski položaj GVT „Stanarski basen“ (Google Earth)

Reljef ove GVT je dominantno brdski. Riječ je o blago zatalasanim padinama između riječnih dolina Usore, Male Ukrine, Radnje i Ilove, sa nadmorskom visinom od 150 do 330 m, ograničenim na zapadnu istočnim obodom planine Ljubić. Na istoku teren ima prelaz ka ravničarskom (dolina Bosne). Drenažna mreža je dobro razvijena.

Sa geološkog aspekta, ova GVT obuhvata najvećim dijelom pliocenske (Pl) nevezane klastične sedimente, sa slojevima uglja (koji se komercijalno eksploatišu u Stanarskom basenu po kome je GVT i nazvana), te manjim dijelom kvartarne riječne sedimente Male Ukrine, Radnje i Ostružnje. Ovi sedimenti okruženi su stijenama koje pripadaju ofiolitskom pojasu (dijabaz-rožna formacija) jurske starosti (J). Manjim dijelom (na Sl i J) ograničavaju ih i naslage srednjeg trijasa, tačnije anizika (T_2^1), koje vjerovatno predstavljaju olistolite krečnjaka u okviru ofiolitskog pojasa (mada je moguće da se ovde radi o autohtonu). U litološkom pogledu kvartarni riječni sedimenti prvih i drugih terasa (t_1 , t_2) pomenutih vodotoka predstavljeni su u šljunkovima i pijeskovima, sa povremenim značajnim učešćem glinovite komponente. Debljina ovih sedimenata je relativno mala, pogotovu u komparaciji sa debljinom pliocenskih sedimenata. Uobičajeno se na površini nalazi glinoviti sloj čija debljina varira od lokacije do lokacije, ali je generalno 2-6 m. Pliocenski paket ima različit litološki sastav u okviru basena. Prema podacima OGK SFRJ 1:100000, list Derventa, on se sastoji od 5 paketa. U najnižem dijelu paketa (5Pl_1) preovladavaju šljunkovi, dok u paketima 3Pl_1 , 4Pl_1 i 5Pl_1 dominantno učešće ima pjeskovita komponenta, povremeno sa glinama. Drugi paket (2Pl_1) predstavlja ugljeni sloj, maksimalne debljine oko 30 m. Prema podacima navedene karte maksimalna debljina pliocenskog paketa je 150-200 m.

Sa hidrogeološkog aspekta najveći značaj imaju grubozrne nevezane naslage (šljunkovi) u sklopu petočalnog pliocenskog paketa, odnosno šljunkovi u podini ugljenog sloja (Sl. 35). Ove naslage su najdetaljnije istražene na prostoru samog Stanarskog basena, obzirom da se u višedecenijskom periodu na ovom lokalitetu vrše organizovana istraživanja za potrebe eksploatacije lignita. Tako se prema raspoloživoj hidrogeološkoj šemi (Oruč, 1985) na području Stanara nalaze dva akvifera međusobno razdvojene ugljenim slojem. Prvi akvifer je formiran u povlati ugljenog sloja i sa slobodnim je nivoom, dok se drugi nalazi u njegovoj podini (u okviru šljunkova najnižeg dijela pliocenskog paketa) i sa nivoom je pod pritiskom. Međutim, ugljeni sloj u pojedinim dijelovima terena (npr. u području rijeke Ostružnje) izostaje, pa navedena dva sloja leže direktno jedan na drugom. Ovo svjedoči o dosta složenim odnosima akvifera i na jako malom prostoru, pa se može pretpostaviti da se ovakvi složeni hidraulički uslovi javljaju i u preostalom neistraženom dijelu pliocenskog basena, odnosno GVT. Drugi akvifer u sklopu šljunkova i pijeskova pliocena od najvećeg je značaja sa aspekta akumuliranja podzemnih voda, samim tim i njihove eksploatacije. Maksimalna debljina slojeva je oko 25 m. Dosadašnjim istraživanjima definisani su osnovni hidrogeološki parametri ove izdani. Srednja vrijednost koeficijenta filtracije iznosi $K = 8.5 \times 10^{-5}$ m/s, a srednja vrijednost transimibilnosti $T = 1.5 \times 10^{-3}$ m²/s. Srednja vrijednost specifične izdašnosti je $Q = 1.3 \times 10^{-4}$.

Brzina podzemnih tokova nije određivana traserskim opitima. Zaštitni pokrivač akvifera u podini ugljeva uglavnom preko 10 m, maksimalno i preko 30 m.



Sl. 35 Prikaz GVT „Stanarski basen” na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima 1:100.000)

2.2.16 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Tuzlansko – Sprečko polje

Grupa vodnih tijela „Tuzlansko – Sprečko polje“ (BA_BO_GW_I_1) nalazi se u jugoistočnom dijelu Bosne i Hercegovine (Sl. 36) i interentitetskog je karaktera. Naime, najveći dio GVT se nalazi u Federaciji Bosne i Hercegovine, dok njen mali sjeverozapadni i jugoistočni dio pripadaju Republici Srpskoj. Dalje, ova GVT se prostire pravcem JI – SZ, od Kalesije, preko Živinica i Tuzle do Gračanice. Ukupna površina ove GVT je 467.8 km², od čega 432.9 km² pripada Federaciji. GVTPV „Tuzlansko – Sprečko polje“ tangira jedino GVT „Gornji sliv Gostilje i Spreče“ na krajnjem jugoistoku grupe, dok se od ostalih grupa u blizini nalazi GVT „Posavina“ koja je na sjeveru.



Sl. 36 Geografski položaj GVT „Tuzlansko – Sprečko polje“ (Google Earth) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Tuzlansko – Sprečko polje“; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Gračanica 1“; 2 – TVP „Soko“; 3 – TVP „Sklop“; 4 – TVP „Lohinja“; 5 – TVP „Orahovica“; 6 – TVP „Miričina“; 7 – TVP „Krekanski basen“; 8 – TVP „Spreča – Lukavac“; 9 – TVP „Sprečko polje“; 10 – TVP „Soljanuša“

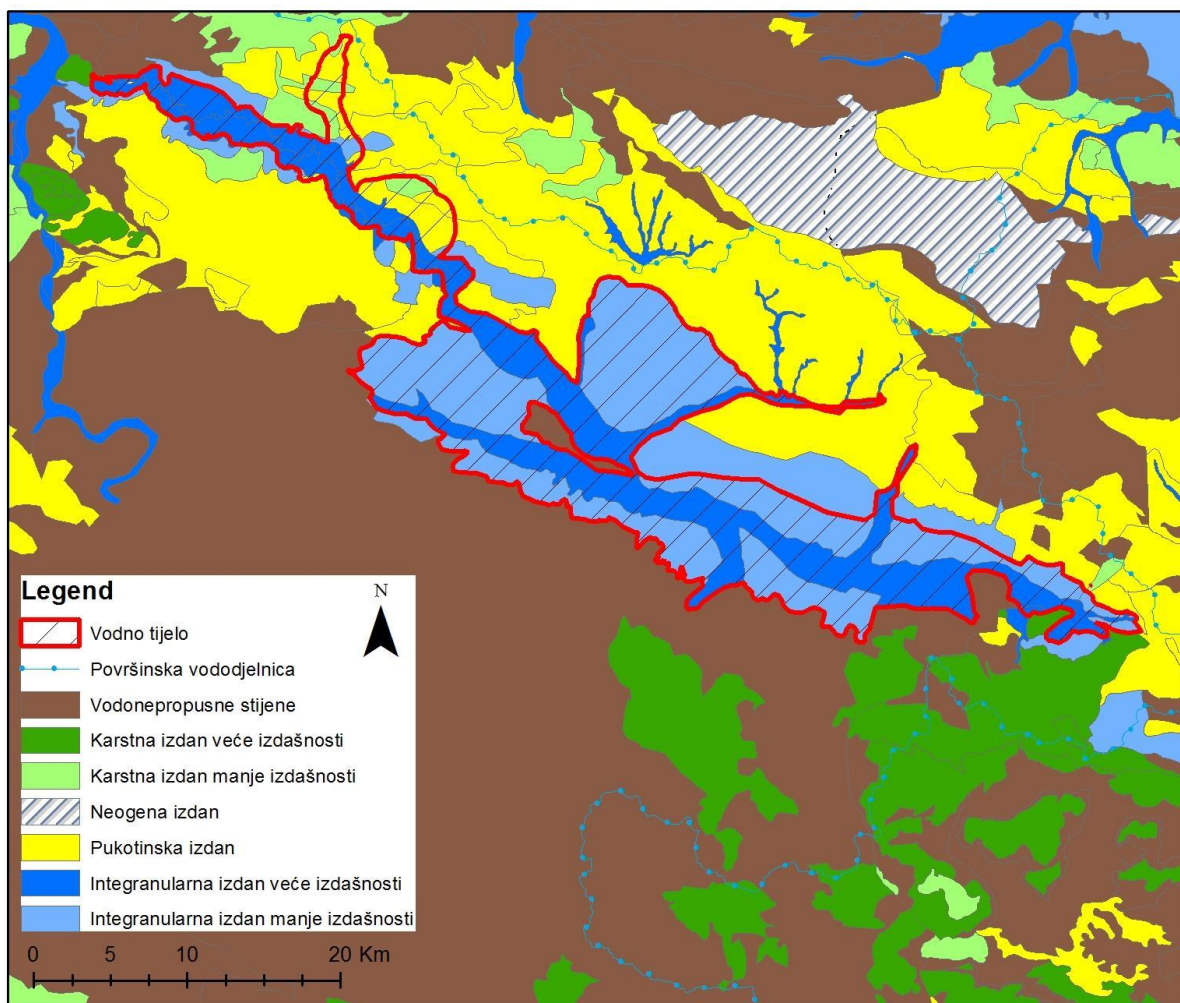
U okviru ove grupe vodnih tijela, nalaze se i vodna tijela izdvojena u karakterizacijskom izvještaju „*Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Bosne na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine*“ koji su uradili stručnjaci Zavoda za vodoprivredu 2009. god: Sprečko polje, Spreča Lukavac, Krekanski basen, Miričina, Orahovica, Lohinja, Sklop, Soko, Soljanuša i Gračanica I.

Prema reljefnim karakteristikama, ovo područje dominantno pripada ravničarskom i brdskom tipu reljefa. Nadmorske visine se kreću prosječno oko 200 m, maksimalno do 400 m. Drenažna mreža je dobro razvijena na cijelom prostoru GVT. Tip drenaže prema analizi mreže površinskih tokova na topografskoj karti je većinom dendritičan, mada se nerjetko sreću i paralelni i rešetkast tip drenaže. Između Živinica i Kalesije je rešetkast tip drenaže, odnosno sjeverozapadno od Živinica je paralelni tip drenažne mreže. Među značajnijim površinskim tokovima, na prostoru ove GVT su Spreča, Gostilja, Jablanica, Oskova, Tavana, Dubnica, Rainska rijeka, Čuljaga, Jala, Telica, Krivača, Močila, Bukovac, Jablanica, Ljubača, Brestovik, Lukavac, Dubokovac. Proticaj rijeke Spreče, kao najveće u ovom dijelu, osmatra se na nekoliko vodomjernih stanica. Na njima, izmereni proticaji variraju od $Q = 1.14 \text{ m}^3/\text{s}$ (VS „Osmaci“) do $Q = 27.9 \text{ m}^3/\text{s}$ (VS „Stanić r.“). Također, na području ove GVT je 1964. godine izgrađena brana i akumulacija Modrac, sa ukupnom zaprijeminom $100 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$. Ovom akumulacijom je rijeci Spreči izmenjen prirodni režim tečenja nizvodno od brane (Zavod za vodoprivredu, 2009c).

Prema geološkim karakteristikama, GVT „Tuzlansko – Sprečko polje“ obuhvata dijelove sljedećih geotektonskih jedinica: „Postorogene oligocenske, neogene i kvartarne formacije“ i mali dio „Savsko – Vardarske zone“ (Hrvatović, 2006, 2009). Među najstarijim litostratigrafskim jedinicama nalaze se naslage srednje i gornje jure ($J_{2,3}$) u vidu ofiolitskog melanža debljine i preko 1000 m. Ove tvorevine izgrađene su od siltno – glinovitog matriksa sa dijelovima ofiolita i lokalno rožnacima, glincima, škriljcima i dr. i nalaze se na širem području izvorišta „Spreča – Lukavac“ (Zavod za vodoprivredu Sarajevo, 2009c). Preko ovih naslaga, na uskom prostoru, tj. samo lokalno, nalazi se serija gornjokrednih krečnjaka sa muglama rožnaca kao i karbonati u okviru flišne serije paleocensko – eocenske starosti (Zavod za vodoprivredu Sarajevo, 2009c). Najveći dio područja GVT „Tuzlansko – Sprečko polje“ izgrađen je od sedimenata miocenske, pliocenske i kvartarne starosti. Oni su predstavljeni konglomeratima, pješčarima, glinama, laporima i laporcima, srednjemiocenske starosti, dok je u samom Tuzlanskom basenu prisutna sona formacija koja pripada badenu (M_2^1). Debljina ovih naslaga ne prelazi 60 m. Nakon njih, pontski i pliocenski sedimenti u vidu glina, lapora, pijeskova i uglja imaju najveće rasprostranjenje na ovom području. Tako, u Krekanskom basenu, sedimenti uglja se nalaze između pijeskova (podina) i glina (povlata), a cijela serija je debljine od 30 do 60 m. Preko pomenutih sedimenata ponta i pliocena, leže debele naslage srednjeg i mlađeg pliocena i kvartara. One su predstavljene glinama, ilovačom, pijeskovima i šljunkovima i podređeno konglomeratima. Debljina ovh sedimenata iznosi do 300 m (Rudarski institut Tuzla, 2013c). Najmlađim kvartarnim sedimentima pripadaju pleistocenske naslage u vidu šljunkova, konglomerata, pijeskova i glina, odnosno holocenskih sedimenata u čijem su sastavu gline, šljunkovi i pijescovi. Ove kvartarne serije su neznatne debljine, ali značajne sa geološkog i hidrogeološkog aspekta.

Prema hidrogeološkim osobinama stijena, na području GVT su najvažniji pijescovi pliocena i kvartara, budući da je u njima razvijen akvifer integranularne poroznosti dobrih filtracionih karakteristika, a

značaj imaju i kredni i paleocensko-eocenski krečnjaci u kojima je razvijena karstno-pukotinska poroznost (Sl. 37).



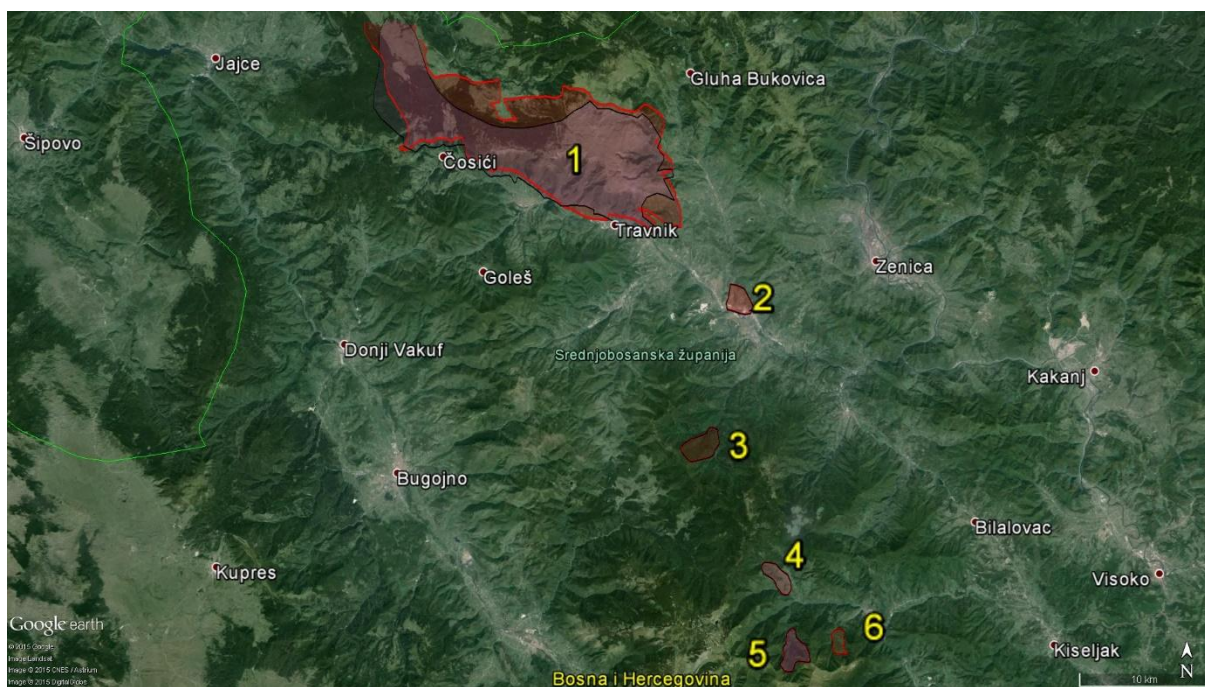
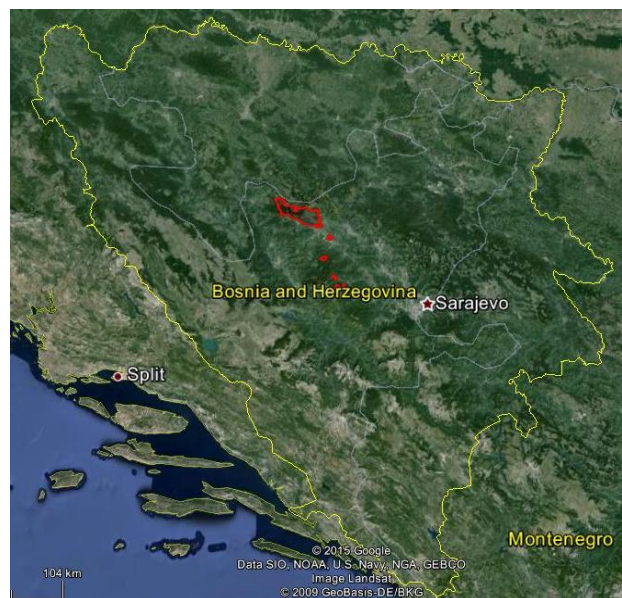
Sl. 37 Prikaz GVT „Tuzlansko – Sprečko polje” na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.000)

Zbijeni akvifer u nevezanim klastičnim naslagama predstavlja glavni vodonosni horizont u okviru ove GVT. Akvifer se prihranjuje infiltracijom površinskih voda uslijed postojane hidrauličke veze akvifera sa površinskim riječnim tokovima, manjim dijelom i infiltracijom padavina. Ova GVT se prazni preko izvora i vodozahvatnih objekata (kopanih i bušenih vertikalnih bunara). U okviru krednih i paleocensko-eocenskih krečnjaka postoji nekoliko manjih izvora, ali je čest slučaj da su oni nakon izrade bunara presušili (npr. Vrelo u sklopu vodnog tijela Soljanuša). Konstatovano je da pliocenski sedimenti predstavljaju glavni kolektor podzemnih voda u sklopu ove grupe vodnih tijela. Tako se na području opštine Gračanica iz pliocenskih naslaga zahvataju podzemne vode na sljedećim lokalitetima: Stjepan Polje (25 l/s), Mala Brijesnica (izvorište Luke) (25 l/s), Velika Brijesnica (10 l/s) i Klokočnica (20 l/s), uz mogućnost zahvatanja podzemnih voda na lokalitetu Lohinja u količini 30 – 40 l/s (Zavod za vodoprivredu Sarajevo, 2009c). Pored njih, nalazi se i bunar dubine 76 m, izbušen 2000. godine, konstantnog kapaciteta $Q = 23$ l/s. Dalje, eksploatacija podzemnih voda vrši se preko više eksploatacionih bunara na području Sprečkog polja (postoji 8, od kojih 6 radi), sumarnog kapaciteta 100 – 110 l/s (Rudarski institut Tuzla, 2013c). Na području Krekanskog basena izbušena su tri bunara ukupnog kapaciteta $Q = 30$ l/s, koji se koriste za vodosnabdijevanje naselja Mramor i Lipnica. Na

području Lukavca, nalazi se 19 bunara ukupnog kapaciteta $Q = 15 - 25 \text{ l/s}$, kojima se zajedno sa zahvatom površinske vode iz akumulacije Modrac ($Q = 75 \text{ l/s}$) i dovod iz regionalnog vodovoda Tuzle ($Q = 2-3 \text{ l/s}$) snabdijeva opština Lukavac (Zavod za vodoprivredu Sarajevo, 2009c). Pored njih, na području mjesne zajednice Miričina izbušene su tri istražne bušotine i jedan eksploatacioni bunar koji uz sniženje od 25 m daje 8 l/s i koji se koristi za snabdijevanje pomenutog naselja. Tri bunara ukupne izdašnosti 9 l/s (bunar „Rijeka“ (3 l/s), bunar „Nasko“ (1 l/s) i Habibov kamen“ (5 l/s)), se koriste za vodosnabdijevanje Orahovice. Pored njih, na području GVT se nalazi i izvorište Sklop u krečnjacima paleocensko – eocenske starosti, koje je formirano na osnovu tri bunara, uz dodatni bunar izbušen 2002. godine, kapaciteta 37 l/s , dok je na izvorištu Soljanuša opitnim crpenjem ustanovljen kapacitet bunara od $Q = 22.5 \text{ l/s}$. Pored njih, izvorište Vrela i Ilidža u naselju Soko, formirana su u krečnjacima paleocensko – eocenske starosti, čiju povlatu čine badenski sedimenti, a podinu ofiolitski melanž (Zavod za vodoprivredu, 2009c). Također, tu je i izvorište „Hadžina voda“, kapaciteta 2.5 l/s . Tokom testiranja svih istražno – eksploatacionih bunara, filtracione karakteristike su ukazale na dobru vodoprovodnost akvifera. Ovi parametri variraju u dijapazonu od $K = 0.64 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$; $T = 3.25 \times 10^{-2} - 7.2 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$; $\mu = 6.28 \times 10^{-3}$; $a = 2.42 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ (Zavod za vodoprivredu, 2009c).

2.2.17 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Vlašić – Plava voda

Grupa podzemnih vodnih tijela „Vlašić – Plava voda“ (BA_BO_GW_K_4) locirana je u centralnom dijelu Bosne i Hercegovine (Sl. 38) i pripada slivu rijeke Bosne. Nalazi se u okviru jednog entiteta (Federacije Bosne i Hercegovine). Sa sjeverne i zapadne strane GVT je ograničena vododjelnicom rijeke Bosne i rijeke Vrbas, na jugu se prostire do Travnika, dok na istoku granica ide dolinom rijeke Bile. Posmatrano u smislu definisanih grupa podzemnih vodnih tijela GVT „Vlašić – Plava voda“ se sa zapadne strane graniči sa GVT „Srednji sliv Vrbasa“, dok se nešto južnije nalazi GVT „Gornji sliv Vrbasa“. Površina GVT iznosi 172.2 km² (od toga 156.2 km² autogenog i 16 km² alogenog karsta).



Sl. 38 Geografski položaj GVT „Vlašić – Plava voda“ (*Google Earth*) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Vlašić – Plava voda“; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Plava voda Vlašić“; 2 – TVP „Kremenik“; 3 – TVP „Kruščica“; 4 – TVP „Tocila“; 5 – TVP „Požarna“; 6 – TVP „Bježanija Fojnica“

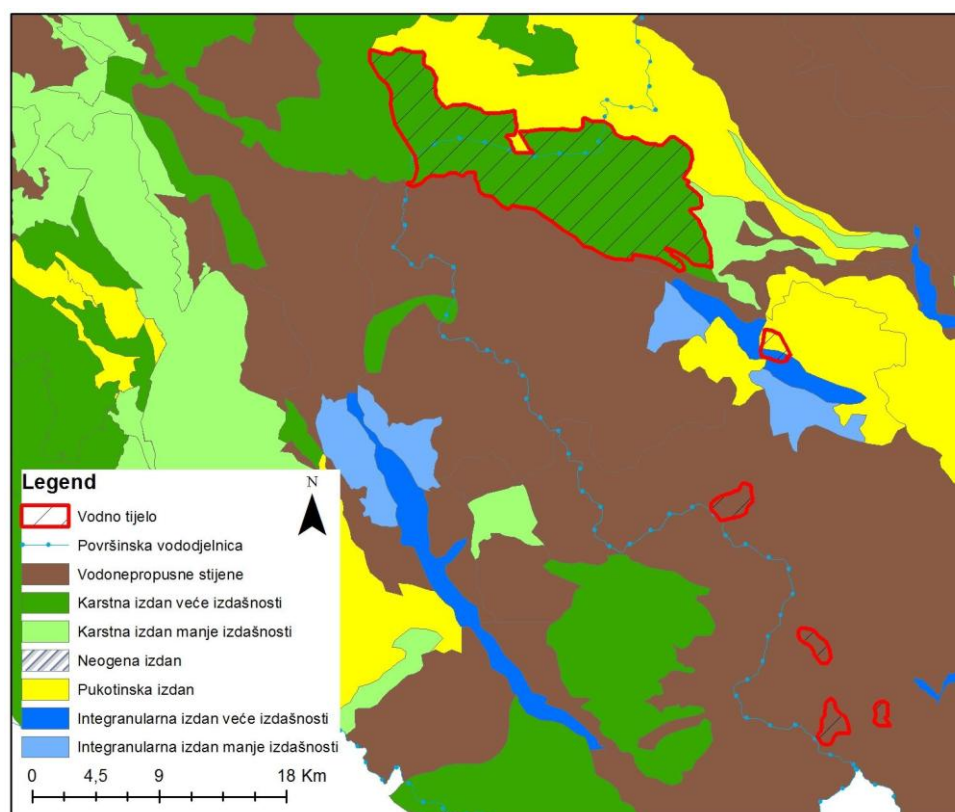
Najznačajnija vrela u okviru ove grupe vodnih tijela su Plava voda, Šantić, Kruščica, Požarna, Tocila i Bježanija Fojnica, prikazana i u karakterizacijskom izvještaju „*Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Bosne na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine*“, urađenom od strane Zavoda za vodoprivredu iz Sarajeva tokom 2009. god. Također, u okviru ove grupe vodnih tijela, nalaze se i vodna tijela izdvojena u karakterizacijskom izvještaju „*Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Bosne na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine*“ koji su uradili stručnjaci Zavoda za vodoprivredu 2009. god: Plava voda - Vlašić, Kremenik.

Reljef terena koji pokriva GVT odlikuje se izrazito planinskim tipom (područje planina Galice i Vlašića), osim u jednom manjem dijelu na jugoistoku, gdje dominira ravničarski reljef stvoren akumulacionim prosecima od strane rijeke Lašve (istočno od Viteza).

Prosječna nadmorska visina iznosi oko 1000 m, a maksimalno do 1933 m (vrh Paljenik na Vlašiću). Dakle, planinski reljef je prisutan na skoro cjelokupnom prostoru, a značajnije se mijenja idući ka južnoj granici GVT, odnosno dolini rijeke Lašve. U tom dijelu pojavljuje se brdsko-planinski reljef, sa nadmorskim visinama 450 – 500 m. Drenažna mreža razvijena je jedino u tom dijelu. Tu se nalaze doline pomenute rijeke Lašve, te dolina rijeke Bile. Navedeni vodotoci su najznačajniji na ovom prostoru. Sa druge strane, u slivu vrela „Plava voda – Vlašić“ rječna mreža praktično odsustvuje, osim manjeg površinskog toka nazvanog Slijepi potok koji se nalaze na krajnjem sjeveru, u području Vitovlja. Nakon toka u dužini od oko 5 km ovaj manji površinski tok ponire.

Ova GVT pripada trima većim geotektonskim jedinicama: Srednjobosanskom škriljavom gorju u okviru „Alohtonih pelozojskih i trijaskih formacija“, zatim „Zoni bosanskog fliša“ (Navlaka bosanskog fliša) i „Postorogenim oligocenskim, neogenim i sedimentnim formacijama“ (Hrvatović, 2006, 2009). Najstarija litostratigrafska jedinica su devonski krečnjaci (D) u području Vranice i Kruščice planine, potom stijene permotrijaske starosti (P,T) predstavljene alevrolitima i pješčarima, sa lokalnim pojavama mermera i krečnjaka probijenih dijabazima i splitima (ukupna debljine im je do maksimalnih 1000 m (tzv. *travnička serija*). Transgresivno preko njih leže naslage srednjeg trijasa, prijeciznije anizika (T_2^1) izgrađene od krečnjaka i dolomita, debljine 200 – 400 m. Pomenute geološke jedinice pripadaju Srednjobosanskom škriljavom gorju, odnosno „Alohtonoj paleozojskoj i trijaskoj formaciji“ kao većoj cjelini. Nakon hijatusa, na ovom prostoru su nataložene gornje jurske i kredne naslage starosti od krečnjaka, kao i flišne naslage gornje krede. Od najmlađih naslaga na terenu se nalazi gornjemiocenski sedimenti (uglavnom vodonepropusni sedimenti sarmata i panona).

Sa hidrogeološkog aspekta, najznačajniji su krečnjaci devonske, jurske i kredne starosti. Ove karbonatne naslage su jako ispucale i karstifikovane te je na taj način u okviru njih formiran karstno-pukotinski tip akvifera (Sl. 39). Tome u prilog idu i sračunati koeficijenti recesije za karstno vrelo Plava voda koji se kreću u granicama $\alpha = 0.006-0.0097$ koji ukazuju na sporo pražnjenje karstnog akvifera.



Sl. 39 Prikaz GVT „Vlačić – Plava voda” na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.000)

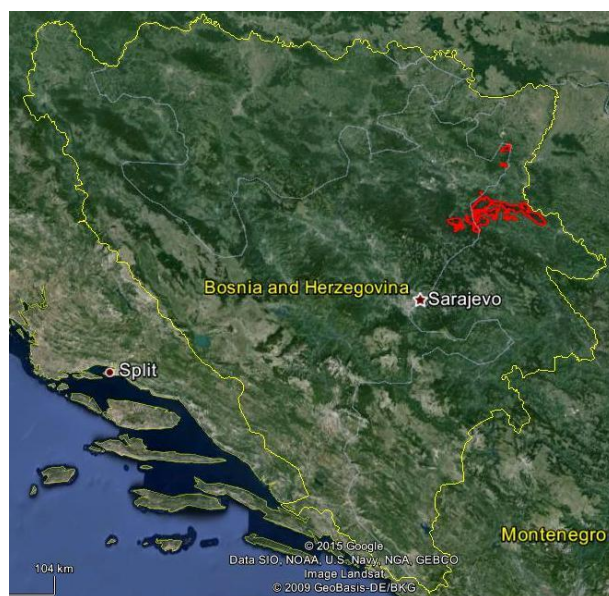
Glavni vid prihranjivanja karstnih akvifera je putem infiltracije padavina, čija je prosječna vrijednost u sklopu teritorije koju pokriva GVT 1200 mm. Procijenjeno je da efektivna infiltracija iznosi 55% padavina na godišnjem nivou. Pored toga, uzimajući u obzir nadmorske visine terena i stepen karstifikacije krečnjaka, obnavljanje podzemnih voda odvija i na račun poniranja voda nastalih otapanjem snježnog pokrivača. Što se pravaca cirkulacije tiče, treba istaći da su trasiranja na ovom prostoru izvedena u dosta skromnom obimu (samo jedno), te je stoga nemoguće sa velikim stepenom pouzdanosti govoriti o orijentaciji podzemnih tokova. Na osnovu trasiranja ponora u području Vitovlja sa dokazanom vezom sa vrelom Šantić, može se jedino pretpostaviti da je generalni smjer tečenja od sjeverozapada ka jugoistoku.

Glavna karstna vrela koja dreniraju GVT su Plava voda ($Q = 400$ l/s), Baš bunar ($Q = 120$ l/s), Šantića vrela ($Q = 120$ l/s), vrela Goleš i Runjići ($Q = 45$ l/s), Rostovo - Krušnica ($Q = 320$ l/s), vrela Kremenik (Zavod za vodoprivredu, 2009c). Vrela Plava voda kaptirana su za potrebe vodosnabdijevanja Travnika, dok se Baš bunar, izvori Goleš i Runjići koriste za vodosnabdijevanje naselja Turbe kao i izvorište Kremenik, gdje se eksploatacija vode vrši putem bunara. Vrela Kruščice predstavlja karstni izvor koji se nalazi na jugu GVT, 8 km jugozapadno od Viteza. Ovaj karstni izvor razbijenog tipa je formiran u okviru dolomita i dolomitičnih krečnjaka, izdašnosti 200 l/s u minimumu. Također, nešto jugoistočnije od pomenutog vrela, nalazi se grupa vrela koja se koriste za vodosnabdijevanje opštine Fojnica. To su vrela Požarna ($Q_{\min}/Q_{av}/Q_{\max} = 62.6 / 110 / 1489$ l/s), Bježanija ($Q = 30$ l/s) i Tocila ($Q_{\min}/Q_{sr}/Q_{\max} = 149 / 200 / 1690$ l/s), većinom uzlaznog mehanizma isticanja, formirana na kontaktu krečnjaka i škriljaca. Pored navedenih karstnih vrela, postoji i niz vrela manjeg kapaciteta,

koja mogu biti veoma značajna budući da je to u nekim mjestima jedini izvor pitke vode koji stanovnici mogu koristiti.

2.2.18 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Drinjača

Grupa vodnih tijela „Drinjača“ (BA_DR_GW_K_4) se nalazi na krajnjem istoku Bosne i Hercegovine (Sl. 40) i pripada slivu Drine. Ova GVT ima interentitetski karakter, jer se krajnji sjeverni i zapadni dijelovi grupe vodnih tijela nalaze na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine, dok se ostatak nalazi na prostoru koji pripada entitetu Republika Srpska. Ukupna površina ovog vodnog tijela iznosi 258 km², od čega 242 km² autogenog i 17 km² alogenog karsta. Dalje, od ukupne površine GVTPV, 65.4 km² pripada Federaciji BiH.



Sl. 40 Geografski položaj GVT „Drinjača“ (*Google Earth*) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Drinjača“; žuta linija – granica BiH; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Teočak“; 2 – TVP „Sapna“; 3 – TVP „Kladanj 1“; 4 – TVP „Kladanj“;

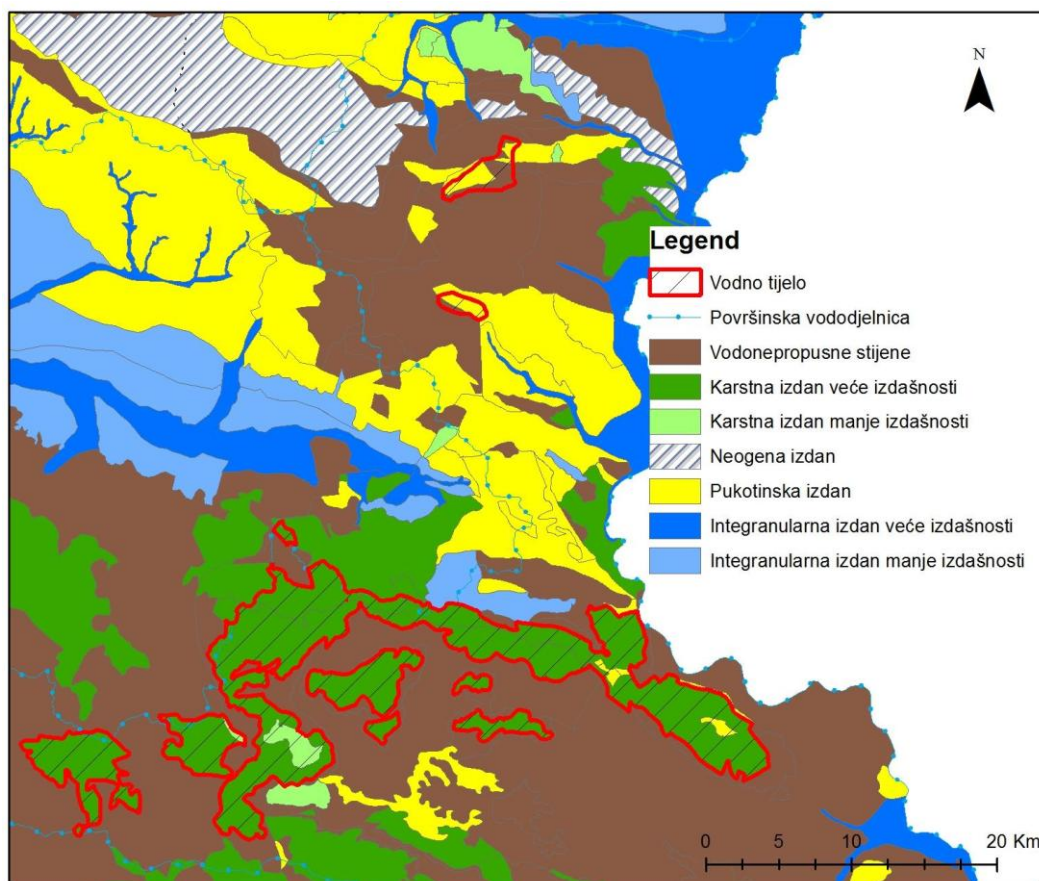
Ova GVT se prostire u okviru sliva rijeke Drinjače, između Kladnja pa nizvodno do sela Drinjača (ušće istoimenog vodotoka u Zvorničku akumulaciju). Obuhvata planinske masive Javornika, Udrča, Glogove planine i Grkinje. U odnosu na susjedne GVT „Drinjača“ se nalazi istočno od GVT „Tuzlansko – Sprečko polje“, južno od GVT „Gornji sliv Gostelje i Spriječe“, sjeverno od GVT „Zapadna Romanija“ i zapadno od GVT „Aluvijon Drine“. Grupa podzemnih vodnih tijela se sastoji iz nekoliko fizički odvojenih dijelova (vodnih tijela) koji prema genezi pripadaju istoj grupi.

U centralnim i jugozapadnim dijelovima terena koje obuhvata GVT reljef je brdsko-planinskog tipa (planine Javornik, Udrč, Glogova planina, Grkinja), dok se u sjevernim dijelovima, kao i u dolinama većih riječnih tokova javlja prelaz ka brdskom tipu. Vrijednosti nadmorskih visina se nalaze u opsegu 170-1000 m.n.v. Drenažna mreža je relativno dobro razvijena, osim u centralnim dijelovima GVT gdje uslijed karstifikacije uglavnom odsusutvuje. Značajniji površinski tokovi su rijeka Drinjača, po kojoj je GVT i dobila ime, zatim Jadar i Bjelašnica. Rijeka Drinjača izvire na nadmorskoj visini od oko 1000 m i drenira južne padine Konjuha i Javornika. Ukupna dužina njenog toka iznosi oko 82 km, a površina sliva oko 400 km² (Zavod za vodoprivredu, 2009d). Glavne pritoke Drinjače su Tišča i Jadar.

Sa geološkog aspekta, GVT obuhvata dijelove tri geotektonske jedinice: „Alohotone plaeozojske i trijaskne formacije“, „Ofiolitske zone Dinarida“ i „Savsko-Vardarske zone“ na samom sjeveru GVT. Među najstarijim litostratigrafskim jedinicama figurišu naslage srednjeg karbona (C₂) predstavljene pješčarima, argilošistima, škriljacima, metapješčarima i samo mestimično krečnjacima, maksimalne debljine do 700 m. Preko ove serije, leže krečnjaci srednjeg trijasa (T₂¹ i T₂²) odnosno gornje krede (K₂), debljine i do 600 m. Pored njih, u okviru gornje krede prisutni su i klastiti u čiji sastav ulaze krečnjaci, laporci, kalkareniti, i podređeno pješčari, glinci, alevroliti i rožnac. Među najmlađim naslagama figurišu sedimenti miocena (M₂²) predstavljeni laporcima, pješčarima, glinama, konglomeratima, odnosno laporovitim glinama, pješčarima i organogenim krečnjacima. Također, u okviru kvartarnih naslaga razvijeni su eluvijalni, dijeluvijalni i aluvijalni sedimenti, naročito u dolinama rijeke, ali su male dubine zalijeganja i bez značaja.

Najvažnije stijene sa aspekta formiranja akvifera jesu krečnjaci srednjeg trijasa i krede (Sl. 41). Dobro su karstifikovani, što ukazuje na potencijalno dobre filtracione osobine stijena. Glavni vid prihranjivanja ovog karstnog akvifera je putem infiltracije padavina (srednja godišnja vrijednost im se kreće od 920 – 1030 mm/god). Procijenjeno je da je količina efektivnih infiltracija 50-55% padavina na godišnjem nivou ili 67.5 x 10⁶ m³/god.

Generalni pravci tečenja se mogu pretpostaviti na osnovu traserskih ispitivanja, topografije terena, pojava isticanja i položaja vodonepropusnih stijena. Najčešće se poklapaju sa pravcem pravcem SZ – JI (u području Blelašnice i Lovnice) i J-S (Udrč, Sopotnik). Ova generalna orijentacija pravca podzemnog tečenja potvrđena je samo sa dva opita trasiranja, (ka vreli Bjelašnica, i ka vreli Jelići).

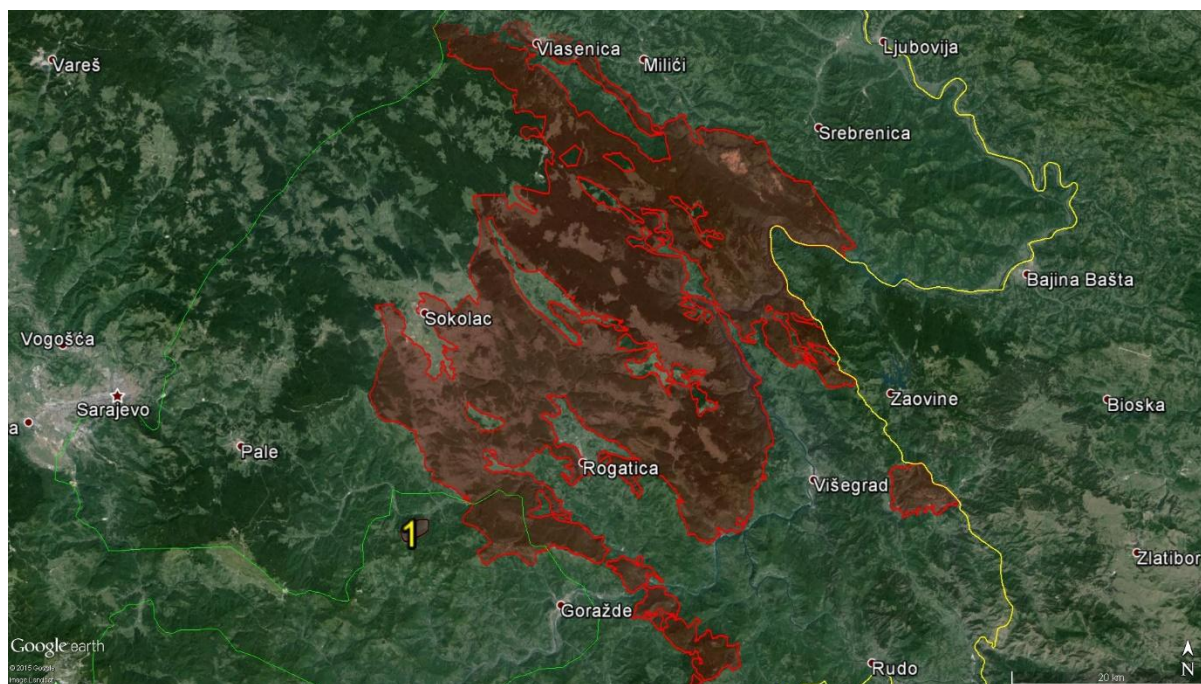
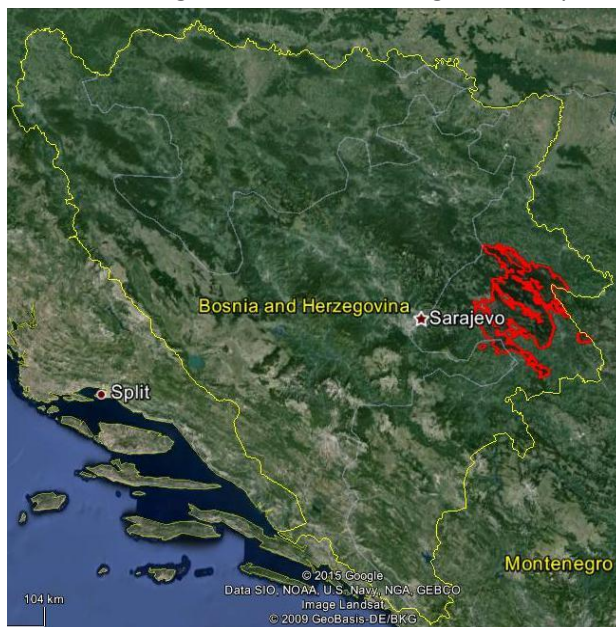


Sl. 41 Prikaz GVT „Drinjača” na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.000)

Glavne drenirajuće zone ove GVT se nalaze na kontaktu sa karbonskim ili donjetrijaskim klastitima ili u duboko usječenim riječnim koritima (npr. Bjelašnica). To su izvor u selu Potpauč ($Q = 60 \text{ l/s}$), Bjelašnica ($Q_{sr} = 120 \text{ l/s}$), izvor Kulješin ($Q = 25 \text{ l/s}$), Vrelo ($Q = 30 \text{ l/s}$), Buševac ($Q = 11 \text{ l/s}$), Begova voda ($Q = 48 \text{ l/s}$), Gluha Bukovica i Dobre vode ($Q = 11 \text{ l/s}$), izvorište Koturača ($Q = 11 \text{ l/s}$), Tupanarske česme ($Q_{sr} = 5 \text{ l/s}$), Sučani ($Q_{sr} = 5 \text{ l/s}$), Đevanje ($Q_{min} = 13 \text{ l/s}$), Sopotnik ($Q_{min} = 15 \text{ l/s}$) i Banjica ($Q_{min} = 15 \text{ l/s}$).

2.2.19 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Romanija - Devetak

Grupa vodnih tijela podzemnih voda „Romanija – Devetak“ (BA_DR_GW_K_3) nalazi se na krajnjem istoku Bosne i Hercegovine (Sl. 42) i ima interentitetski karakter, s obzirom na to da se najveći dio GVT nalazi na prostoru Republike Srpske (skoro 97% površine), dok se u drugom entitetu Federacije Bosne i Hercegovine nalazi 3%. Iskazano u kvadratnim kilometrima, od ukupne površine GVTPV, 37.8 km² se nalazi u Federaciji. Sa druge strane, ovu GVT možemo smatrati i kao međugraničnu akvifer, budući da istočnu granicu čini državna granica Bosne i Hercegovine i Republike Srbije.



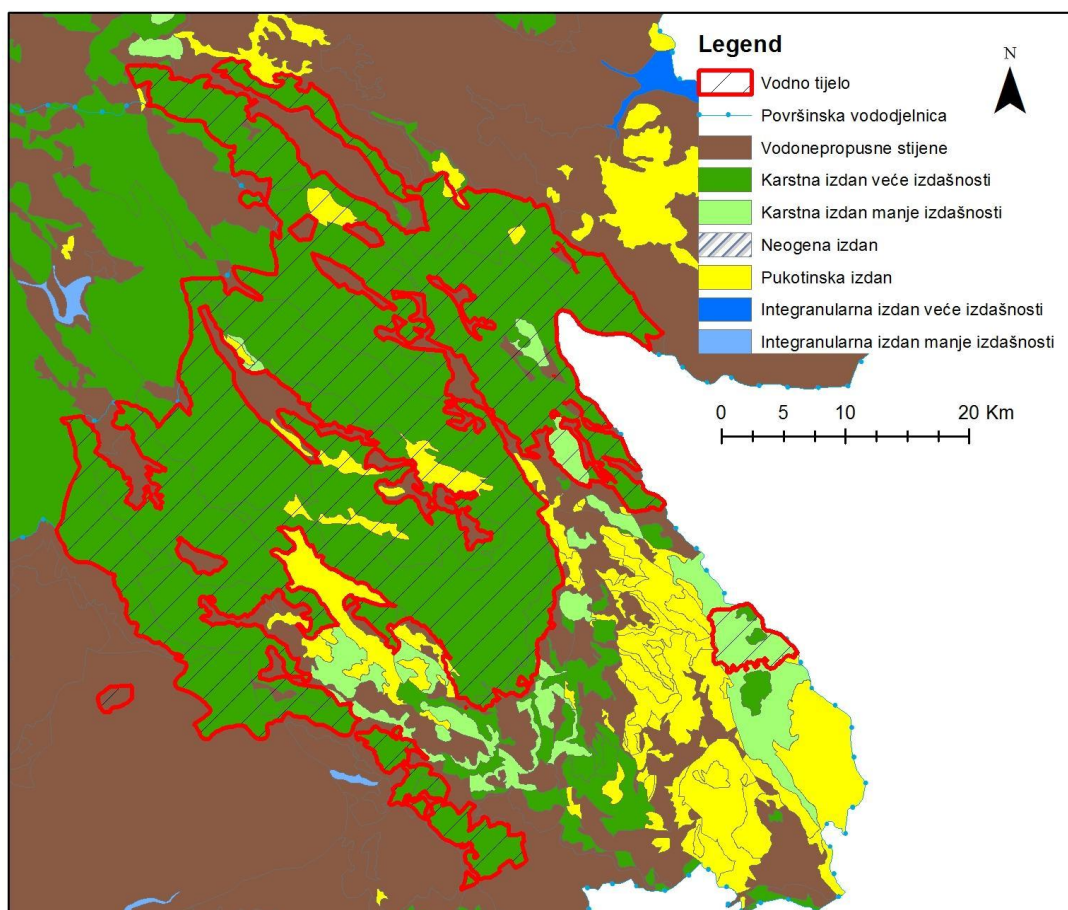
Sl. 42 Geografski položaj GVT „Romanija Devetak“ (Google Earth) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Romanija Devetak“; žuta linija – granica BiH zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Čeljadinići Prača“;

GVT „Romanija – Devetak“ se prostire od linije Skelani-Milići-Vlasenica na sjeveru, pa približno do linije Prača-Goražde na jugu. Zapadna granica je vododjelnica sa slivom rijeke Bosne, najistočnija državna granica Bosne i Hercegovine i Srbije. Ukupna površina ove GVT iznosi 1337 km². U odnosu na ostale grupe vodnih tijela GVT „Romanija – Devetak“ se pruža od istočne granice GVT „Zapadna Romanija“, sjeverno od GVT „Tara – Čehotina“ i južno od GVT „Drinjača“.

Reljef terena je pretežno planinskog tipa, sa nadmorskim visinama uglavnom do 1500 m.n.v. Idući ka istoku, nadmorske visine se smanjuju ka dolini rijeke Jadar, čiji je izvorišni dio smješten na sjevernoj granici GVT. Drenažna mreža je razvijena na manjem prostoru, i ne postoji u najvećem dijelu GVT, što ukazuje na dobro karstifikovane karbonatne stijene. Svakako najvažnija rijeka na prostoru GVT jeste Drina, dok pored nje postoje i drugi značajni površinski tokovi kao što su Leava, Sušica, Žepa, Zeleni i Studeni Jadar, Tišča. Drina nastaje od Pive i Tare kod Šćepan polja u Crnoj Gori na 432 m.n.v. Dužina njenog toka iznosi 345, 9 km, a na teritoriji Bosne i Hercegovine se nalazi 37% ukupne slivne površine ove rijeke (ostalih 63% se nalazi u Srbiji i Crnoj Gori). Prosječni proticaj Drine na ušću Pive i Tare je 157 m³/s, dok je na njenom ušću u Savu prosječni proticaj 425 m³/s. Njen tok se prema karakteru tečenja, režimu, pa i geološkim osobinama može podijeliti na tri dijela: donji, srednji i gornji tok.

Prema geološkim karakteristikama, ova GVT obuhvata dijelove 4 geotektonske jedinice: „Alohtone paleozojske i trijaske formacije“, zatim „Ofiolitske zona Dinarida“, manje dijelove „Savsko – Vardarske zone“ i „Postorogene oligocenske, neogene i kvartarne formacije“. Najstarije naslage su paleozojske, koje pripadaju devonu (D) i donjem i gornjem karbonu (C_{1,2}) i predstavljene su filitima, škriljcima, argilošistima, pješčarima, i mestimično krečnjacima (devon) prosječne debljine 700 m. Preko njih leže permotrijaski i donjotrijaski klastiti (P,T i T₁) predstavljeni pješčarima, konglomeratima i glincima, debljine 200 – 300 m, dok su u okviru srednjeg trijasa (anizijski T₂¹ i ladinški T₂² kat) nataloženi krečnjaci ukupne debljine oko 850 m (300 – 500 anizik i 450 m ladinik). Podređeno, mogu se naći i krečnjaci gornjeg trijasa (T₃) debljine oko 500 m. Ukupna debljina trijaskih karbonata se procjenjuje na oko 1.300 m. Serija ofiolitskog melanža srednje i gornje jure (J_{2,3}) izgrađena je od siltno – glinovitog matriksa sa ofiolitima, rožnacima, škriljcima i glincima. Najmlađi su miocenski sedimenti (M_{1,2}) predstavljeni konglomeratima, pješčarima, glinama, ugljevima, laporcima i krečnjacima, debljine 200 – 800 m, koje pripadaju „Postorogenim oligocenskim, neogenim i kvartarnim formacijama“. Ovi sedimenti najznačajnije rasprostranjenje imaju u okviru Rogatičkog basena.

Naznačajnije akumulacije podzemnih voda se nalaze u stijenama kavernozno-pukotinske poroznosti-krečnjacima, koji hronostratigrafski pripadaju srednjem i gornjem trijasu, te izuzetno devonskim krečnjacima (Sl. 43). Krečnjaci su jako dobro karstifikovani, sa svim prisutnim površinskim i podzemnim manifestacijama karstnog procesa.



Sl. 43 Prikaz GVT „Romanija - Devetak” na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.000)

Glavni vid prihranivanja GVT jeste putem infiltracije atmosferskih padavina, koje se godišnje izluče u obimu između 950 do čak 1820 mm. Procjenjuje se da je količina efektivne infiltracije atmosferskih voda na nivou 40-50% vrijednosti padavina, što na godišnjem nivou daje potencijalnu akumulaciju od $639 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$. Pored ovog vida, karstni akvifer se prihranjuje i poniranjem manjih površinskih tokova i infiltracijom voda koje vode poreklo od otapanja snježnog pokrivača, naročito u okviru viših planinskih prijedjela Romanije i Devetaka. Da je poniranje mogući i aktivni vid prihranivanja svjedoči i naziv nekih površinskih tokova: Sušica, Suvodol, Ponor i dr. Pravci cirkulacije podzemnih voda na teritoriji Federacije BIH odvijaju se iz pravca od jugozapada ka sjeveroistoku (generalno u pravcu toka rijeke Prače). Naime, generalna orijentacija se može pretpostaviti jedino na osnovu topografskih karata i digitalnog elevacionog modela terena, budući da podaci o izvršenim opitima bojenja na teritoriji Federacije BIH nisu bili dostupni. Logično, ni brzine podzemnih tokova nisu definisane iz istih razloga.

Glavne drenirajuće zone koje se nalaze na teritoriji Federacije BIH locirane su na prostoru između Prače, Goražda i Ustikoline. Na desnoj strani rijeke Prače se kod Čeljadinića se nalaze tri karstna izvora. Ova vrela su uzlaznog mehanizma isticanja, što može objašnjavati povećanu temperaturu voda koja na Gornjem i Donjem vrelu iznosi 15-17 °C. Pored njih, postoji i hladan izvor izdašnosti $Q = 7 - 10 \text{ l/s}$. Izdašnost toplih izvora iznosi 24 l/s (Gornji izvor), odnosno $Q = 22-240 \text{ l/s}$ na Donjem izvoru, čiji odnos minimalnih, srednjih i maksimalnih izdašnosti iznosi $Q_{\min} : Q_{\text{sr}} : Q_{\max} = 1:3:11$. Također, konstatovano je da temperatura zavisi od izdašnosti izvora, odnosno u periodima

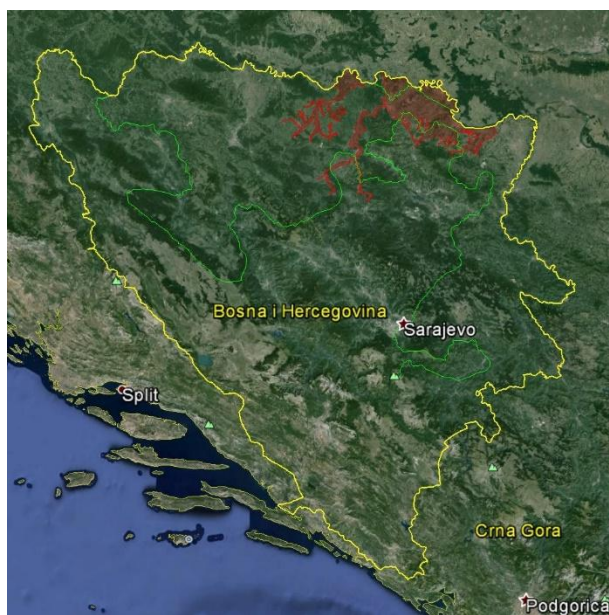
povećane izdašnosti, temperatura se smanjuje, što ukazuje na moguće mešanje hladne i tople vode. Nijedan izvor nije kaptiran, pa eksploatacija podzemnih voda praktično ne postoji, osim prirodnog isticanja. Na prostoru Republike Srpske su saglasno površini koju GVT pokriva u ovom entitetu registrovani brojni izvori značajnih minimalnih proticaja. Na sjevernom obodu nalaze se dva snažna karstna vrela: Studeni Jadar i Tišča, prvo sa minimalnim proticajem oko 450 l/s, drugo 400 l/s. Pored vrela Tišča sjeverni obod GVT se drenira na brojnim manjim vrelima čija je minimalna izdašnost 5-15 l/s (Skakavac, Grabovica, Nikolina voda, Jama, Vidovića, Kraljeva voda vrelo i dr.). Štedrovo vrelo ima $Q_{\min}$ veću od 30 l/s. Na istoku se (pored direktnog isticanja u rijeku Drinu) dreniranje najvećim dijelom vrši preko vrela Žepe ($Q_{\min}$ oko 1 m³/s) i vrela u Starom brodu ($Q_{\min}$ 300 l/s) koje je izgradnjom akumulacija Bajina Bašta potopljeno. Centralni dio kasrtnog masiva Romanije prazni se preko vrela Bereg ($Q_{\min}$ 400 l/s), vrela Rakitnice ($Q_{\min}$ 250 l/s), te vrela Ziličina ($Q_{\min}$ 40 l/s), Toplik ($Q_{\min}$ 20 l/s) i Seljani ($Q_{\min}$ 7 l/s) kod Rogatice.

Na južnom obodu GVT glavni dren predstavljaju vrela u Banjoj stijeni-Dugovještica ($Q_{\min}$ 1200 l/s) i Sudićima ($Q_{\min}$ 400 l/s). Južne padine Sjemeća dreniraju se na vrelu u Međeđi ($Q_{\min}$ 140 l/s). Na krajnjem jugoistoku su Dobrunska vrela sa $Q_{\min}$ 40 l/s.

Za potrebe Milića kaptirana su vrela Nikolina voda, Jama, te manji dio voda vrela Studenog Jadra. Za potrebe Vlasenice kaptirano je vrelo Tišče i Vidovića vrelo, za vodosnabdijevanje Han Pijeska Kraljeva voda. Rogatica pitku vodu obezbjeđuje putem vrela Ziličina i Seljani, Višegrad zahvatanjem Dobrunskih vrela. Vode na vrelima Tišča i Studeni Jadar zahvaćene su i za potrebe energetskog iskorištenja.

2.2.20 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Posavina

Grupa vodnih tijela podzemnih voda „Posavina“ (BA_SA_GW_I_1) nalazi se na krajnjem sjeveroistoku Bosne i Hercegovine (Sl. 44) i interentitetskog je karaktera. Naime, najsjeverniji dijelovi GVT pripadaju Brčko Distrikt BiH, južni pripadaju Federaciji Bosne i Hercegovine, dok centralni dijelovi pripadaju Republici Srpskoj. GVT „Posavina“ se prostire od Dervente na zapadu do područja Dragaljevca na istoku i od državne granice Bosne i Hercegovine i Hrvatske na sjeveru, pa skoro do područja Doboja na jugu. Ukupne je površine 1606 km², od čega 376.3 km² pripada Federaciji Bosne i Hercegovine.



Sl. 44 Geografski položaj GVT „Posavina“ (Google Earth) Legenda: Crvena linija – granica GVT „Posavina“; žuta linija – granica BiH; zelena linija – entitetska granica; 1 – TVP „Jelah“; 2 – TVP „Sjeverna Majevica“; 3 – TVP

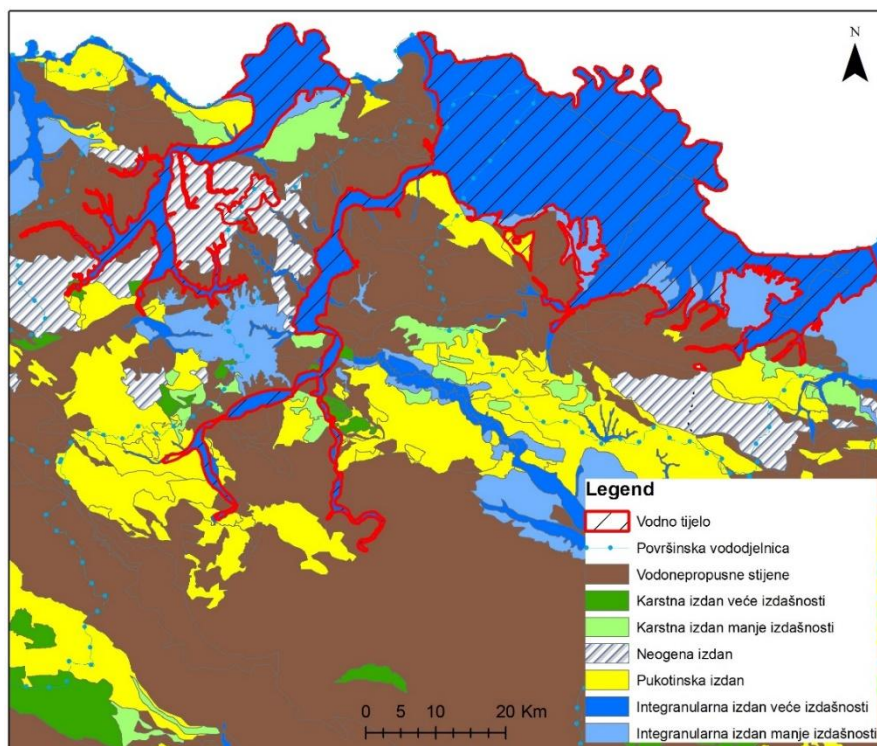
„Kraševo“; 4 – TVP „Odžak“; 5 – TVP „Okanović Gradačac“; 6 – TVP „Orašje Domaljevac“; 7 – TVP „Mionica“; 8 – TVP „Sjeverna Majeveca Domažić“; 9 – TVP „Misurići“; 10 – TVP „Havdine“

Obuhvata dominantno prostrane aluvijalne ravni rijeke Save i njenih pritoka: Bosne, Ukrine, Tolisa, Tinje, Teke, Brke, Gnjica, te manjim dijelom pliokvartarne sedimente u području rijeka Brka i Lukavica. U odnosu na druge grupe vodnih tijela podzemnih voda, „Posavina“ se nalazi zapadno od GVT „Semberija“, sjeverno od GVT „Tuzlansko – Sprečko polje“ i sjeveroistočno od GVT „Stanarski basen“. U sastav ove grupe vodnih tijela ulaze i vodna tijela izdvojena u karakterizacijskom izvještaju „*Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Bosne na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine*“ (koji su izradili stručnjaci Zavoda za vodoprivredu 2009c): Sjeverna Majeveca, Sjeverna Majeveca Domažić, Mionica, Okanović Gradačac, Odžak, Orašje Domaljevac, Misurići, Čelić Frigos, Jelah, Kraševo, Havdine.

Prema reljefu cjelokupni prostor koji pripada ovoj GVT je ravničarskog tipa. Tako je široki aluvijalni pojas uz rijeku Savu nadmorske visine prosječno 90 m.n.v, a maksimalno do 100 m. Idući dolinom Usore i Bosne ka Tesliću, nadmorske visine se povećavaju do prosječno 170 – 180 m, maksimalno do 200 m.n.v. Drenažna mreža je dobro razvijena na prostoru cele GVT, dok je tip drenaže mješovit. Radi se o paralelnom tipu drenaže, gdje su prisutni površinski tokovi približno istog azimuta pružanja. Pored ovog tipa, rasprostranjen je i dendritičan tip, sa nepravilnim „grananjem“ pritoka većih površinskih tokova. Od značajnijih riječnih tokova, na istražnom terenu se nalazi rijeka Sava, kao glavni recipijent svih voda ovog prostora, svakako i šire. Ukupna dužina rječnog toka je oko 940 km. U sjeveroistočnom dijelu Bosne i Hercegovine predstavlja državnu granicu. Prosječni proticaj Save na ovom dijelu terena iznosi oko 1500 m³/s.

Prema geološkim karakteristikama, „Posavina“ zauzima dijelove tri tektonske jedinice: dominantno je to „Postorogene oligocenske, neogene i kvartarne formacije“ dok zahvata i jako mali dio „Ofiolitske zone Dinarida“ na krajnjem južnom dijelu, u području Doboj-Teslić, te manji dio „Savsko – Vardarske zone“ (Hrvatović, 2006, 2009). Među najstarijim litostratigrafskim jedinicama figuriše dijabaz – rožnačka formacija malma i dogera (J_{2,3}), nakon čega slijedi neraščlanjena jursko – kredna serija konglomerata, pješčara, breča, laporaca, serpentinita i masivnih krečnjaka ukupne debljine oko 600 m. Sve prethodno pomenute naslage prema geotektonskoj rejonizaciji pripadaju „Ofiolitskoj zoni Dinarida“, koja zahvata najjužnije dijelove GVT „Posavina“. Sve mlađe litostratigrafske jedinice koje se nalaze na ovom prostoru pripadaju „Postorogenim Oligocenskim, neogenim i kvartarnim naslagama“ i u manjoj mjeri „Savsko – vardarskoj zoni“. Tako su lokalno razvijeni senonski sedimenti (K₂³) u vidu brečastih, laporovitih krečnjaka i pješčara, debljine 150 – 500 m, odnosno paleocensko – eocenski krečnjaci debljine 50 – 200 m. Preko ovih naslaga zaležu eocenski flišni sedimenti u čijem sastavu su pješčari, alevroliti, krečnjaci, laporci, glinci i konglomerati, debljine 400-1200 m. Naslage koje pripadaju „Postorogenim neogenim i kvartarnim formacijama“ predstavljene su srednje i gornjemiocenskim sedimentima koji su sastavljeni od konglomerata, pijeskova, pješčara, lapora, laporaca, gline i uglja, debljine koja varira u dijapazonu od 200 do 900 m (M₂), tj. 100 do 400 m (M₃) (Skopljak *et al.* 2011). Kao najmlađe tvorevine formirani su kvartarni sedimenti, najviše rasprostranjeni u sjevernim, priobalnim dijelovima GVT, u vidu širokih aluvijona rijeke Save i njenih pritoka.

Prema hidrogeološkim osobinama, u okviru GVT "Posavina" nalaze se stijene isključivo sa integrularnim strukturnim tipom poroznosti (Sl. 45). Glavni vid prihranjivanja zbijenih akvifera jeste preko infiltracije voda riječnih tokova uslijed postojane hidrauličke veze izdani i riječnih tokova, kojima GVT ne oskudijeva, manjim dijelom infiltracijom padavina. Procijenjeno je da količina efektivne infiltracije iznosi približno 10-15% od padavina na godišnjem nivou. Budući da trasiranja nisu izvođena u okviru ove GVT, generalni pravac tečenja se može pretpostaviti na osnovu gravitiranja površinskih tokova, analizi uslova prihranjivanja akvifera, kao i digitalnog elevacionog modela terena. S tim u vezi, generalna orijentacija tečenja podzemnih voda je većinom pravcem jugozapad – sjeveroistok i jug – sjever, odnosno ka reci Savi ka kojoj gravitiraju svi tokovi na ovom području. Manji dio GVT u području Gradačca, Brnjika i Zovika obuhvata litotamnijske krečnjake u kojima je formirana karstno-pukotinska poroznost. Sa aspekta dreniranja akvifera, treba reći da se izvori nalaze samo pomenutom dijelu GVT, gdje je prisutni akvifer karstnog tipa. U tim dijelovima terena prisutni su manji izvori kao što su u Brnjiku ($Q_{\max} = 25$ l/s), Frutex ($Q = 14$ l/s), te u Domažićima, Donjem Zoviku i dr. Ovi izvori su relativno male izdašnosti, pa je u njima vjerovatno dominantan pukotinski tip poroznosti. Sa druge strane, intergranularni akvifer se prazni i eksploatiše samo preko eksploatacionih bunara, koji se raspoređeni na prostoru ove GVT.



Sl. 45 Prikaz GVT "Posavina" na hidrogeološkoj karti BIH (prema originalima OGK 1:100.000)

Na području Doboja postoje dva izvorišta, Luke i Rudanka, prvo sa bunarima kapaciteta 100 l/s, drugo 40 l/s. Izvorište grada Modriča sastoji se od 3 bunara čiji je početni kapacitet bio oko 120 l/s, ali je uslijed procesa "starenja" bunara danas manji od polovine početnog kapaciteta. Brod se vodom snabdjeva putem vertikalno bušenih bunara sa kojih se zahvta oko 30 l/s. Brčko se vodom snabdijeva sa više izvorišta od kojih je najznačajnije u selu Plazuljama sa 12 bunara ukupnog kapaciteta oko 120 l/s. U okviru izvorišta za vodosnabdijevanje Misurića nalazi se ukupno 5 bunara, kapaciteta 7 – 10 l/s. Zatim, na području Havdina nalaze se dva bunara, od kojih je koristi samo jedan, budući da je u drugom bunaru konstatovano zagađenje. Dalje, na području Jelaha se koristi 6

bunara prosječne eksploatacije 6 – 17.4 l/s, koje ulaze u sistem vodosnabdijevanja ovog područja, dok se područje Kraševa snabdijeva vodom iz 4 eksploataciona bunara ukupne izdašnosti 2.5 – 5 l/s. Na području Čelić - Frigosa se nalaze tri bušotine (Tukovi ($Q = 5$ l/s), Stadion ($Q = 7$ l/s) i Sibovača ($Q = 2.5$ l/s), koji se nalaze na desnoj obali rijeke Gnjice, dok se na izvorištu Okanović preko ukupno tri bunara u maksimumu može zahvatiti $Q = 148$ l/s (Zavod za vodoprivredu Sarajevo, 2009e). Na kraju, na području Orašja i Domaljevca se nalazi 7 bunara, koji kaptiraju duboku arteski akvifer, a izdašnosti su od 4 l/s pa do 75 l/s (postoji bušotina koji nominalno daje i do 100 l/, ali nije uključena u sistem) (Rudarski institut Tuzla, 2013a).

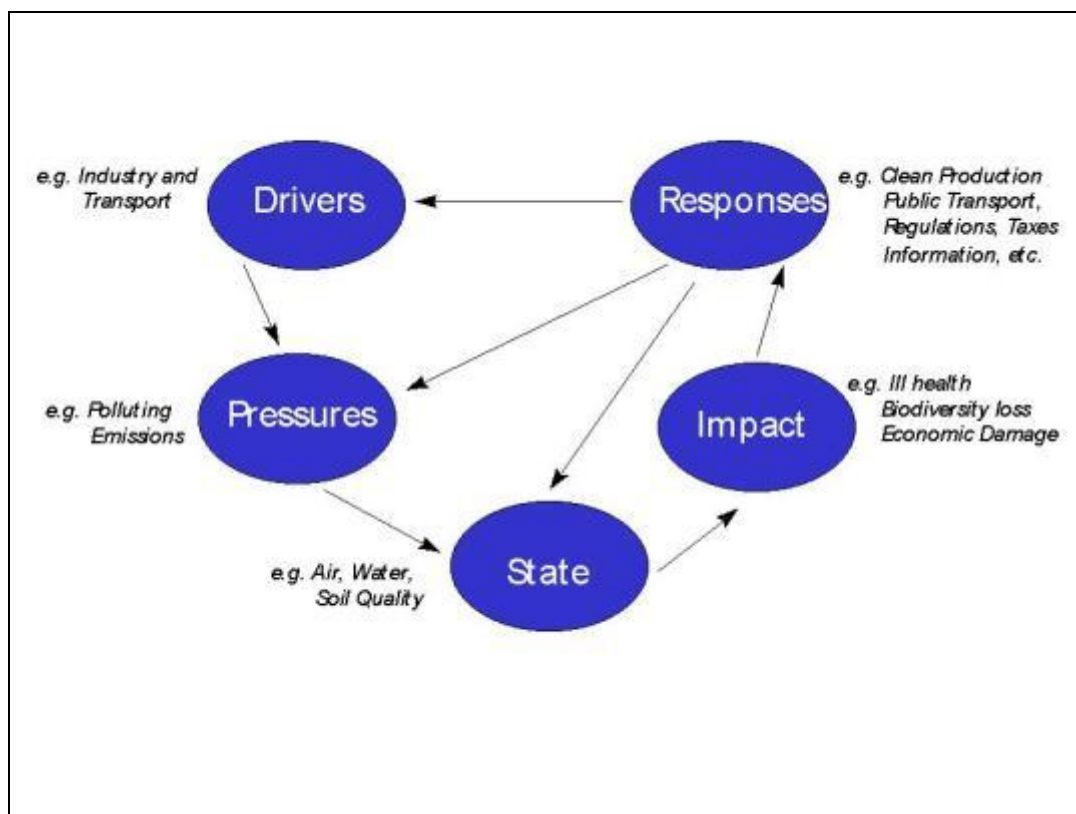
2.3 Postojeći značajni pritisci na podzemne vode

Okvirna direktivna o vodama EU, donijeta 2000. godine, govori o podzemnim vodama sa aspekta njihovog statusa, odnosno kvalitativno-kuantitativnih karakteristika, na šta direktno imaju uticaj različiti pritisci. Analiza svih pritisaka koji direktno ili indirektno utiču na stanje i status vodnih tijela podzemnih voda, tretira se u članu 5 ODV, odnosno u posebnom CIS⁷ Vodiču. Ovi dokumenti naglašavaju da se proces održavanja i/ili poboljšavanja kvaliteta i kvantiteta podzemne vode treba sprovoditi kroz primjenu tzv. **DPSIR** analize. Ovaj akronim sadrži u sebi pet parametara koje je neophodno tretirati da bi se postigao željeni cilj, odnosno implementirala ODV na odgovarajući način:

- **Driving forces (pokretačke snage)** – sve aktivnosti koje izazivaju specifične pritiske na podzemne vode, izazivajući time mogućnost zagađenja. U njih spadaju industrijska postrojenja, šumarstvo, poljoprivreda, saobraćaj, urbanizacija, odlaganje otpada i dr.
- **Pressures (pritisci)** – identifikacija svih pritisaka koji se manifestuju u vidu ispuštanja otpadnih voda, prekomjerne eksploatacije podzemnih voda, ekscenih zagađenja.
- **States (stanja)** – identifikacija stanja podzemnih voda kao reakcija na aktivnosti koje su proizvele zagađenje – obuhvataju fizičke, hemijske i biološke promjene (npr. određivanje koncentracije određenih hemijskih elemenata u vodi (kvalitet), odnosno proračun rezervi i mjerenje nivoa podzemnih voda (kvantitet))
- **Impacts (uticaji)** – identifikacija uticaja koji zagađujuće materije imaju na podzemne vode, gdje se najčešće ističe smanjivanje upotrebne vrijednosti vode, odnosno ističe se negativan efekat zagađenja za krajnje korisnike.
- **Responses (odgovori)** – određivanje neophodnih mjera koje je potrebno preduzeti da bi se otklonio svaki negativni uticaj na podzemne vode, čime bi se ista mogla nesmetano koristiti u predviđene svrhe.

Na slici Sl. 46 dat je redoslijed određivanja pritisaka i uticaja primjenom DPSIR analize.

⁷ Common Implementation Strategy for Water Framework Directive, Guidance n.º 3, *Analysis of Pressures and Impacts*, 2003



Sl. 46 Okvir za primjenu DSPIR analize pritiska na podzemne vode (www.eea.europa.eu)

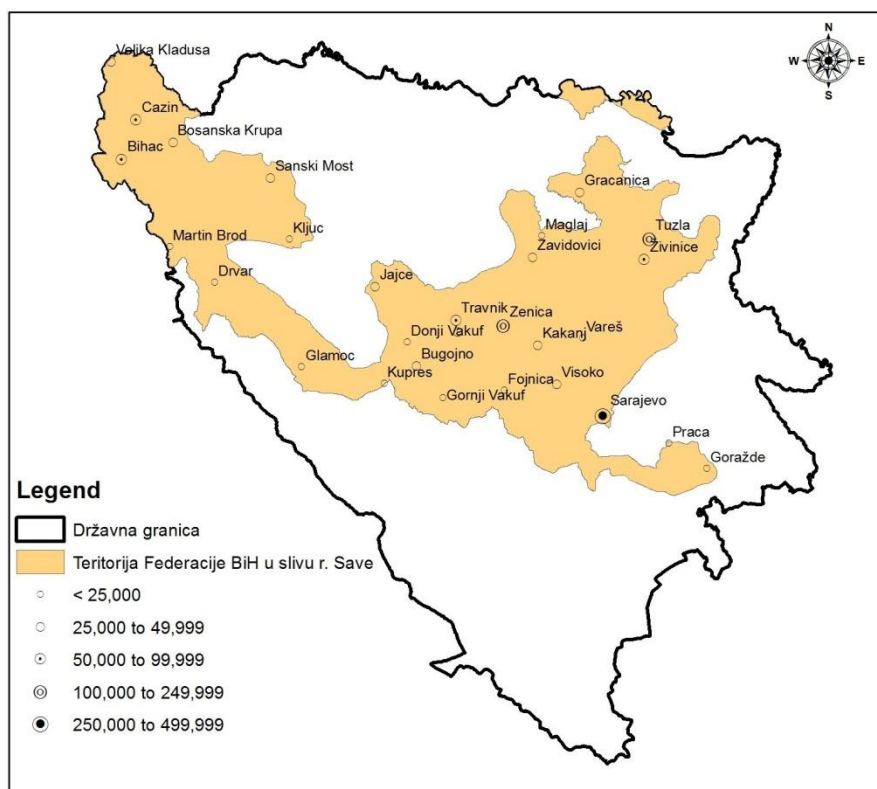
Svi pomenuti pritisci koji postoje na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine se mogu klasifikovati u dvije kategorije: **difuzne** i **tačkaste zagađivače**. Oni se razlikuju prije svega međusobno po načinu emitovanja zagađujućih materija, samim tim i efektima na podzemne vode, ali i prema drugim karakteristikama. Njihova identifikacija može biti bazirana na prikupljanju podataka o teretu zagađenja izraženom preko ekvivalentnog broja stanovnika (EBS), što je slučaj sa tačkastim zagađivačima, odnosno prema podacima monitoringa kvaliteta podzemnih voda, tamo gdje je bilo osmatranja. Budući da se na teritoriji FBiH monitoring izuzetno sporadično sprovodi, u tekstu koji slijedi biće dat prikaz karakteristika tačkastih i difuznih zagađivača koji su prisutni na teritoriji FBiH, a koji su samim tim direktno ili indirektno uticali na kvalitativno – kvantitativne karakteristike podzemnih voda, odnosno na njihov status.

U ranijim studijama (Zavod za vodoprivredu, 2009, knj. I-V) problem analize pritiska (na kvantitet i kvalitet voda) istaknut je na slijedeći način: Pritisak na kvalitet “za pojedina tijela podzemnih voda se dobio iz materijala namjenski rađenih u sklopu elaborata zaštite izvorišta. Zbog nepostojanja katastra zagađivača kao i nedostatak statističkih demografskih podataka uz veliki broj neregistriranih i nezakonitih aktivnosti koja doprinose povećanju tereta zagađenja od rasutih zagađivača (poljoprivreda, urbanizacija i izgradnja, divlje deponije, šumarstvo i sl.) veličina tereta zagađenja je često morala da se da na nivou ekspertnih procjena.” Također, „kod ocjene kvantitativnog statusa nepouzdanost je prisutna u podacima vezanim za zahvaćene količina vode na izvorištima. Većina izvorišta, odnosno preduzeća koja gazduju istim nema preciznu evidenciju o zahvaćenim količinama vode. Shodno orijentacionim podacima veznim za zahvaćene i raspoložive količine podzemnih voda kvantitativni status podzemnih voda u slivu Save nije upitan.” (Zavod za vodoprivredu, 2009).

2.3.1 Tačkasti izvori zagađenja

2.3.1.1 Stanovništvo

Stanovništvo (Sl. 47, tabela 4) predstavlja jedan od većih potencijalnih izvora zagađenja, prevashodno iz razloga što ne postoji sistem za pravilno odlaganje i tretiranje otpadnih voda, već se one u najvećem broju slučajeva upuštaju u površinske rečne tokove. Time su direktno ugrožena i površinska i podzemna vodna tijela izdvojena na teritoriji Federacije BiH. Sa druge strane, u okviru Federacije Bosne i Hercegovine ne postoji precizno utvrđen sistem prikupljanja podataka o veličini opterećenja zagađivača, čime bi se stekao utisak o realnom stanju, a samim tim bi se mogle preduzeti sve neophodne mjere za smanjenje, odnosno neutralisanje štetnih materija. Iz tih razloga, kvantifikacija zagađivača je zasnovana na pretpostavci da zagađenje koje proizvede stanovnik odgovara zagađenju koje proizvede 1 ekvivalentni stanovnik. Drugim riječima, opterećenje svih tačkastih zagađivača je izraženo preko ekvivalentnog broja stanovnika, tako što svakom određenom zagađivaču dodijeljen koeficijent opterećenja koji pomnožen sa brojem zagađivača daje vrijednost ekvivalentnog broja stanovnika (EBS). Na taj način su predstavljeni svi tačkasti zagađivači.



Sl. 47 Grafički prikaz položaja većih naselja u slivu Save na teritoriji Federacije BiH (database: DIKTAS)

Tabela 4 *Naseljenost važnijih gradova u slivu Save na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine, prema preliminarnim rezultatima popisa stanovništva iz 2013. godine (Agencija za statistiku Bosne i Hercegovine)*

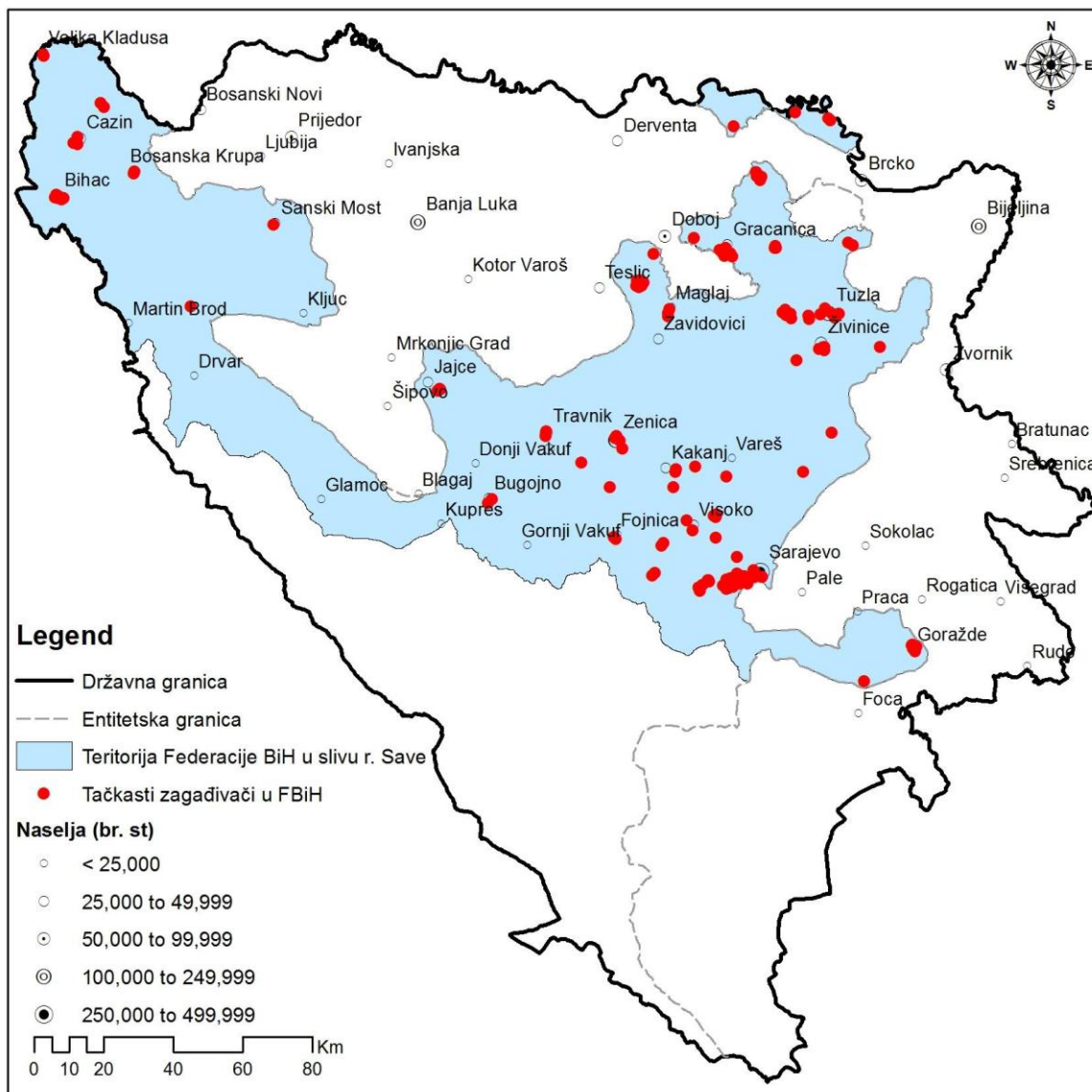
Grad	Broj st.	Grad	Broj st.
Goražde	22 080	Živinice	61 201
Prača	1 043	Zavidovići	40 272
Sarajevo	291 000	Ključ	18 714
Gornji Vakuf	22 304	Tuzla	122 441
Fojnica	13 047	Maglaj	24 980
Visoko	41 352	Gračanica	48 395
Glamoč	4 038	Sanski Most	47 359
Bugojno	34 559	Bihać	61 186
Srebrenica	15242	Drvar	7 506
Kakanj	38 937	Bosanska Krupa	29 659
Donji Vakuf	14 739	Cazin	69 411
Vareš	9 556	Velika Kladuša	44 770
Novi Travnik	25 107	Travnik	57 543
Zenica	115 134	Jajce	30 758

2.3.1.2 Industrija

Prilikom određivanja pritiska na podzemne vode, posebnu pažnju bi trebalo usmjeriti na lokacije industrijskih postrojenja, iz razloga što one mogu biti jedan od najvećih zagađivača. Međutim, rasprostranjenost industrije i privredni progres je značajno smanjen u godinama nakon ratnih dejstava koje su se dešavale na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine. S tim u vezi je svakako i smanjen efekat zagađenja, budući da se na ovom prostoru nalazi izuzetno mali broj velikih industrijskih postrojenja. Njihov primarni cilj je proizvodnja, ali nažalost ne i istovremena zaštita životne sredine. Tako, imajući u vidu jačanje privrede, u narednom periodu bilo bi neophodno permanentno voditi računa i o zadržavanju količine zagađenja na trenutnom nivou, ukoliko bude nemoguće smanjiti ga. To je posebno važno, budući da postoji nekoliko faktora koji utiču na veličinu opterećenja dijela tačkastih zagađivača koji se odnose na industriju. To su prije svega djelatnost postrojenja (tj. tip industrije), zatim tehnologija koja se primjenjuje pri proizvodnom procesu, odnosno način zaštite životne sredine. Između ostalog, nerijetko se dešava da otpadne vode (tehnička voda iskorištena u proizvodnji) budu bez neophodnog tretmana direktno upuštene u površinske recipijente, ili direktno ili posredno preko površinskih, u podzemne vode, što je posebno problematično, ukoliko se uzme u obzir da otpadne vode sadrže često veliku koncentraciju štetnih materija koje, gotovo bespovratno mogu zagađivati akvifere.

Kada se tretiraju tačkasti zagađivači u vidu industrije, neophodno je istaći da je celokupna proizvodnja svih industrijskih postrojenja izražena preko ekvivalentnog broja stanovnika (EBS) i kao takve vrijednosti su uzete u razmatranje pri definisanju rizika i hazarda od zagađenja. Tako, je prema podacima Agencije za vodno područje rijeke Save, Sarajevo na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine, identifikovano 127 tačkastih industrijskih zagađivača koji su predstavljeni u tabeli 5, odnosno na slici Sl. 48. Iz pomenutih priloga može se vidjeti da se tačkasti zagađivači mahom nalaze

u neposrednoj blizini većih gradova i da je njihova najveća koncentracija upravo u najrazvijenijim i najnaseljenijim centrima Federacije Bosne i Hercegovine - u Sarajevu, Tuzli i Zenici. Iz tih razloga, GVTPV „Sarajevsko – Zeničko polje“ i GVTPV „Tuzlansko – Sprečko polje“ se mogu smatrati najugroženijim grupama vodnih tijela podzemnih voda koje su izdvojene u slivu Save na teritoriji Bosne i Hercegovine. Također, treba napomenuti da su identifikovani zagađivači korišćeni i kod proračuna tereta zagađenja, tj. proračuna pritiska i na površinskim vodnim tijelima.



Sl. 48 Lokacije tačkastih zagađivača na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine u slivu Save

Tabela 5 Prijegled industrijskih postrojenja u vidu tačkastih zagađivača, čije je opterećenje izraženo preko ekvivalentnog broja stanovnika (EBS) u Federaciji BiH

Naziv industrije	Mesto	EBS	Naziv industrije	Mesto	EBS
JP Elektroprivreda BiH d.d. Sarajevo – TE Kakanj	Kakanj	10672	Meggle mljekara d.o.o. Bihać	Bihać	3662
Zenička industrija mlijeka d.o.o.	Zenica	3051	Elektrobosna d.o.o. Jajce	Jajce	3648
BBM Vareš d.o.o.	Vareš	522	IN MER d.o.o. Gradačac	Gradačac	7107
TUZLA KVARC d.o.o.	Tuzla	10644	Terme Ilidža d.o.o. Sarajevo	Ilidža	9968
Prijevent Leather Sarajevo d.o.o.	Visoko	14615	Deponija Smiljevići	Sarajevo	9786
Klas Sarajevo	Sarajevo	758	RMU Zenica d.o.o.	Zenica	5505
Sarajevska pivara	Sarajevo	10153	Krupa Kabine d.d.	Bosanska Krupa	1216
OVAKO d.o.o. Sarajevo	Hadžići	2519	Irfan Kadić d.o.o.	Bosanska Krupa	611
Natron - Hayat d.o.o. Maglaj	Maglaj	28522	BOB d.o.o.	Bihać	778
Arcelor Mittal Zenica d.o.o.	Zenica	626544	REZ d.o.o.	Bihać	715
Unis Ginex Goražde	Goražde	2969	Saniteks d.d.	Velika Kladuša	1688
Solana d.d. Tuzla	Tuzla	15014	Euro-Jet d.o.o.	Velika Kladuša	503
Pobjeda Rudet	Goražde	2140	Walmart Company d.o.o.	Bužim	1476
Coca-Cola d.d. Hadžići	Hadžići	3249	Ljubljankić S-Comerc d.o.o.	Bužim	592
Sarajevski Kiseljak d.d.	Kiseljak	1173	Đuzelić d.o.o.	Cazin	1610
Bosnalijek Sarajevo	Sarajevo	650	Ciglana L-crni d.o.o.	Cazin	1290
Argeta d.o.o. Hadžići	Hadžići	3566	Durić d.o.o.	Cazin	831
Milkos d.d. Sarajevo	Hadžići	2685	Donnia Trade d.o.o.	Bugojno	1536
SISECAM SODA LUKAVAC d.o.o.	Lukavac	470911	Komotin d.o.o.	Jajce	675
Pivara Tuzla d.d.	Tuzla	8614	Budeš d.o.o.	Jajce	605
Teloptic d.o.o. Punionica sokova "Sinalco"	Hadžići	581	Proming d.o.o.	Bugojno	1660
J.P. Elektroprivreda BIH d.d. Sarajevo	Tuzla	793129	Ramex d.o.o.	Kladanj	1422
RMU Banovići d.o.o.	Banovići	6976	TAG d.d.	Goražde	567
POBJEDA dd	Tešanj-Bukva	560	ENOL d.o.o.	Goražde	1065
Bira d.d. Bihać	Bihać	2217	Pobjeda Tehnology d.o.o.	Goražde	892
Bihaćka pivovara d.d. Bihać	Bihać	3264	EMKA Bosnia d.o.o.	Goražde	518

Podzemne vode

Naziv industrije	Mesto	EBS	Naziv industrije	Mesto	EBS
FEKRY d.o.o.	Ustikolina	600	Brajlović d.o.o.	Ilidža	507
Milch Produkt Smajić d.o.o.	Čelić	645	Mujanić d.o.o.	Ilidža	642
ZR Klaonica Mujić d.o.o.	Čelić	1013	HBRD Hoteli Ilidža	Ilidža	671
YIMOR d.o.o.	Domaljevac	1636	Sprind d.d.	Sarajevo Novi grad	506
Studen&CoArex d.o.o.	Gradačac	1438	Euro Asfalt d.o.o.	Sarajevo Novi grad	830
Vegafruit d.o.o.	Gradačac	1605	Centrotrans Eurolines d.d.	Novo Sarajevo	1410
Eurotrans d.o.o.	Gradačac	1302	Unigradnja d.d.	Novo Sarajevo	1455
Vinković Junior d.o.o.	Orašje	603	Gramat d.o.o.	Gračanica	1473
Dragić d.o.o.	Orašje	509	Kovan M.I. d.o.o.	Gračanica	798
Majevica d.d. Corn flips	Srebrenik	622	SAX d.o.o.	Gračanica	531
BH Legno d.o.o.	Srebrenik	1571	Plamingo d.o.o.	Gračanica	688
Kopex Sarajlić d.o.o.	Srebrenik	557	Džambo d.o.o.	Gračanica	929
Lešić d.o.o.	Odžak	589	Tursun promet d.o.o.	Gračanica	1234
Saraj Milk d.o.o.	Maglaj	574	Galbex d.o.o.	Gračanica	612
Primus d.o.o.	Maglaj	549	TBG BH d.o.o Kakanj - PJ Lukavac	Lukavac	897
Cimos TMD Casting	Zenica	503	Vijenac d.o.o.	Lukavac	1682
RMU Kakanj - Elektroprivreda	Kakanj	1344	Rial Šped d.o.o.	Doboj Istok	773
Zaimović d.o.o.	Kakanj	687	Hidani d.o.o.	Kalesija	518
Trgošped d.o.o.	Kakanj	1608	Noćko Komerc d.o.o.	Živinice	1134
Brovis d.o.o.	Visoko	638	BEAT BH d.o.o.	Živinice	905
Merol d.o.o.	Ilijaš	926	KOP I KO d.o.o.	Živinice	809
Volkswagen d.o.o.	Vogošća	543	Rudnik soli d.d. Tuzla	Tuzla	912
BBI Real Estate d.o.o.	Sarajevo Centar	795	Menprom d.o.o.	Tuzla	588
Butmir pd	Ilidža	1211	Cestotehnik d.o.o.	Tuzla	529
GIK OKO d.d.	Ilidža	704	Enker d.o.o.	Tešanj	1228
Tvornica opeke d.o.o.	Ilidža	771	Belif Jelah d.o.o.	Tešanj	760

Podzemne vode

Naziv industrije	Mesto	EBS	Naziv industrije	Mesto	EBS
Zlatno pile d.o.o.	Tešanj	1210	Barit d.o.o.	Kreševo	1413
EURO Kantić d.o.o.	Tešanj	1001	Bucomerc d.o.o.	Kiseljak	608
Prijevent FAD d.o.o.	Tešanj	1603	RMU Breza d.o.o.	Breza	1409
Doboj putevi d.d.	Doboj Jug	938	OR Mesara Kristić	Breza	552
JU Aquaterm	Olovo	1232	OR Mesnica Hodžić	Breza	561
Buba Commerce d.o.o.	Vitez	1530	POLO d.o.o.	Hadžići	834
MI Bajra d.o.o.	Travnik	996	Bucomerc d.o.o.	Hadžići	612
UTD Best d.o.o.	Travnik	688	Čapljanka d.o.o. Milk-San	Sanski Most	2997
SR Hamidis	Busovača	1265	Interwork d.o.o.	Bosanski Petrovac	2112
Zamcomerc d.o.o.	Fojnica	742	Global ISPAT Koksna Industrija	Lukavac	153287
UPPD Meša d.o.o.	Fojnica	1150	Junuzović Kopex d.o.o.	Lukavac	3060
Milićević d.o.o.	Kreševo	779			

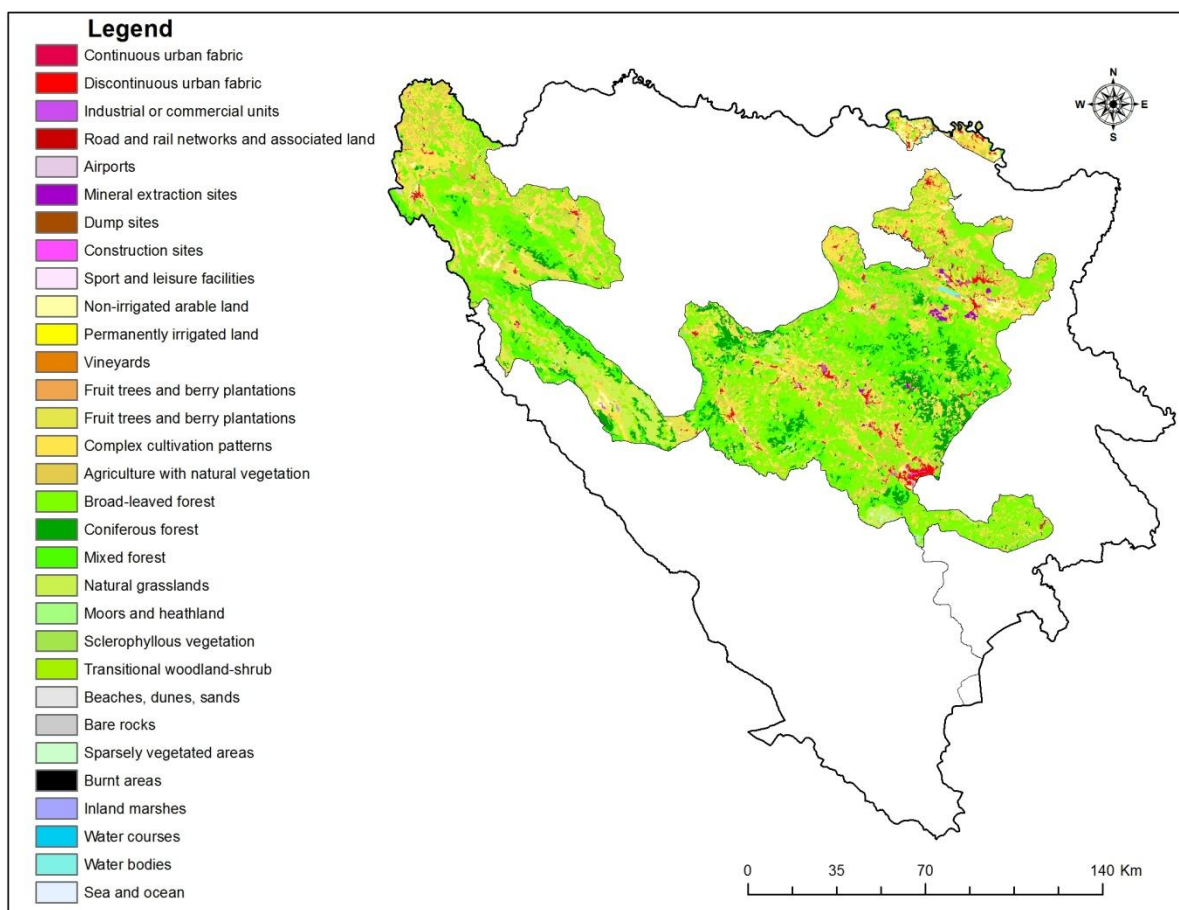
2.3.2 Difuzni izvori zagađenja

Zagađivači, emitujući zagađujuće materije koje se difuzno prostiru, predstavljaju izuzetno značajne i problematične izvore zagađenja koji umnogome utiču na kvalitetativno – kvantitativne karakteristike podzemne vode, samim tim i na njen status. Ovi zagađivači mogu biti predstavljeni različitim tipovima zagađivača: poljoprivreda, područja pod šumama, pašnjaci, voćnjaci, saobraćajnice, deponije otpada, kamenolomi, groblja i sl. Pored toga, posebna pažnja treba biti usmerena na neadekvatnu kanalizacionu mrežu, budući da postoji veliki dio stanovništva, najčešće lociran u ruralnim dijelovima Federacije Bosne i Hercegovine, koji nemaju uređenu kanalizacionu mrežu, već otpadne vode ispuštaju direktno u površinske vodne tokove ili podzemlje (septičke jame), čime se na direktan način ugrožavaju podzemne vode. Također, i urbanizacija bez adekvatnih mjera zaštite životne sredine predstavlja opasnost od eventualnih havarija i ekscesnih događaja, koje mogu direktno uticati na status podzemne vode. Zagađenje na ovaj način je jako teško kontrolisati i eliminisati ukoliko se dogodi, te se stoga mora obratiti velika pažnja na ovaj segment difuznih zagađivača.

Kada je riječ o prikupljanju podataka o difuznim zagađivačima, neohodno je istaći da ne postoji precizno utvrđen sistem za prikupljanje podataka o opterećenju difuznih zagađivača, te je stoga primijenjen princip modifikacije karte Evropske agencije za zaštitu životne sredine iz 2006. godine sa podacima o upotrebi zemljišnog sloja (CORINE LAND USE map⁸) koja je data na slici Sl. 49. Na pomenutoj karti se vidi da je teritorija Federacije Bosne i Hercegovine mahom prekrivena šumskim područjima u vidu listopadnih i četinarskih šuma, odnosno pašnjacima. Pored ovih dijelova, manji dijelovi obradivih površina se nalaze i u zapadnim i jugozapadnim dijelovima terena koja su najčešće locirana u okviru karstnih polja (npr. Glamoč). Također, uočava se veliki uticaj najurbanizovanijih dijelova FBiH (Sarajevo, Tuzla, Zenica i dr.).

Svi načini korištenja zemljišta su uzeta u razmatranje pri kreiranju karata rizika i hazarda prema difuznim zagađivačima, o čemu će detaljnije biti riječi u poglavlju 3.3 koje je posvećeno Procjenama rizika i hazarda podzemnih voda od zagađenja.

⁸ <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-2006-raster>).



Sl. 49 CORINE Land Use map (2006) na teritoriji Federacije BiH koji pripada slivu r. Save

Na kraju, u poglavlju o pritiscima neophodno je pomenuti i kopnene ekosisteme zavisne od podzemnih voda. Naročito imajući u vidu da se sa CORINE map može uočiti da se najveći dio teritorije Bosne i Hercegovine nalazi pod šumskim resursima, koji mogu biti direktno ugroženi usled snižavanja nivoa podzemnih voda. Također, trebalo bi voditi računa o minimalnim riječnim proticajima u svim podslivovima, odnosno o eksploataciji podzemnih voda u okviru GVTPV na osnovu kojih bi se dala preliminarna ocjena zavisnih ekosistema. Ona bi se izrazila preko vrijednosti biološkog minimuma koji je neophodno obezbijediti u nizvodnim dijelovima riječnih tokova za nesmetano funkcionisanje živog svijeta. U tabeli 6 je dat pregled minimalnih proticaja za sve veće rječne tokove u slivu Save na teritoriji Bosne i Hercegovine, odnosno vrijednosti eksploatacije podzemnih voda za pripadajuće GVTPV.

Tabela 6 Pregled minimalnih proticaja Une, Vrbasa, Bosne, Drine i njihovih pritoka, kao i pregled prosječne eksploatacije podzemnih voda u okviru pripadajućih grupa vodnih tijela podzemnih voda

	Vodomojna stanica	Q _{min}	Pritoka	Q _{min}	GVTPV u podslivu	Q _{ekspl}
UNA	Drvar	0,24	Ljeskovicica	0,02		
	Rmanjski Manastir	3,47	Krka	0,58		
	Martin Brod	7,41	Klokot	3,32		
	Kulen Vakuf	7,86	Baštra	0,22	Donji sliv Korane – Velika Kladuša	0,26
	Štrbački Buk	11,26	Vojskova	0,6	Gornji sliv Korane - Cazin	0,15
	Bihać	17,26	Mlaka	0,15	Gornji sliv Une	0,45
	Kralje - Bihać	21,02	Strižna	0,08	Srednji sliv Sane	0,07
	Bosanska Krupa	23,34	Strigova	0,14	Gornji sliv Sane	0,25
	Novi grad uzv	26,71	Mlječanica	0,22	Aluvijon Sane	0,26
	Novi Grad niz	38,81	Knežica	0,11	Grmeč	N/A
	Kostajnica	40,28	Moštanica	0,28	Srednji sliv Une	N/A
	BBB Dubica	40,81	Gok	0,13		
	Ušće Une u Savu	40,95	Ušće Sane	12,1		
VRBAS	Gornji Vakuf	1,4	Trnovača	0,27		
	Bugojno	4,68	Mutnica	0,3		
	Daljan	5,49	Bare	0,13		
	Donji Vakuf	6,13	Bistrica	0,78		
	Han Skela	7,58	Pliva	9,03	Gornji sliv Vrbasa	0,72
	Kozluk	16,59	Sokočnica	0,39	Srednji sliv Vrbasa	0,26
	HE Jajce I	17,15	Janj	2,8	Lijevče polje	0,5
	HE Bočac	20,36	Ugar	1,75		
	Banja Luka	24,03	Vrbanja	1,35		
	Delibašino Selo	26,29	Dragočaj	0,26		
	Razboj	26,85	Turjanica	0,59		
	Ušće	26,75	Povelić	0,54		
BOSNA	Entitetska granica	0,04	Bijela r.	0,37		
	Ilovica	0,7	Zujevina	0,29		
	Krušačke stijene	1,32	Miljacka	0,67		
	Reljevo	4,68	Vogošća	0,11	Igman Jahorina	6,8
	Visoko	8,81	Stavnja	0,26	Sarajevsko – Zeničko polje	1,6
	Dobrinje	9,24	Trstionica	0,27	Zapadna Romanija	0,4
	Raspotočje	13,04	Ribnica	0,15	Gornji sliv Gostilje i Spriječe	0,5
	Zavidovići	14,91	Babina r.	0,11	Stanarski basen	0,12
	Maglaj	19,01	Lješnica	0,19	Tuzlansko – Sprečko polje	0,42
	Usora	21,72	Lukavica	0,16	Vlašić – Plava voda	0,49
	Doboj	24,55	Foča	0,13		
	Modriča	25,80	Velika r.	0,05		
	Ušće	26,1	Gnionica	0,05		

Podzemne vode

D R I N A	Šćepan polje	11,76	Sutjeska	2,11		
	Bastasi	22,89	Bjelava	0,35		
	Foča	28,33	Bistrica	1,73		
	Entitetska granica	29,86	Čehotina	3,42	Drinjača	0,06
	Goražde	31,22	Kolunska r.	0,58	Semberija	0,55
	Višegrad	46,44	Prača	2,95	Aluvijon Drine	0,16
	Državna granica	47,82	Žepa	0,56	Romanija – Devetak	0,5
	Bajina Bašta	48,27	Drinjača	3,03	Tara – Čehotina	0,03
	Zvornik	52,24	Sapna	0,26	Gornja Drina	0,15
	Kozluk	52,62	Tavna	0,07		
	Ušće	54,12	Janja	0,39		
Neposredni sliv Save			Brka	0,18		
			Dašnica	0,21	Posavina	1
			Jablanica	0,47	Dubičko polje	0,08
			Tinja	0,47		

Iz navedene tabele se može uočiti da minimalni proticaji svih većih riječnih tokova u najvećem broju slučajeva prevazilaze vrijednost eksploatacije podzemnih voda u okviru pripadajućih grupa vodnih tijela podzemnih voda. Također, bitna pažnja mora biti posvećena zaštićenim područjima koja podrazumijevaju sva područja okonturena prema propisima koji su postavljeni u svrhu zaštite određenih terena, odnosno podzemnih i površinskih voda, biljnog i životinjskog svijeta i akvatičnih područja. Zaštićena područja koja su obuhvaćena Okvirnom direktivom o vodama EU ali i Zakonom o vodama FBiH (član 65) su:

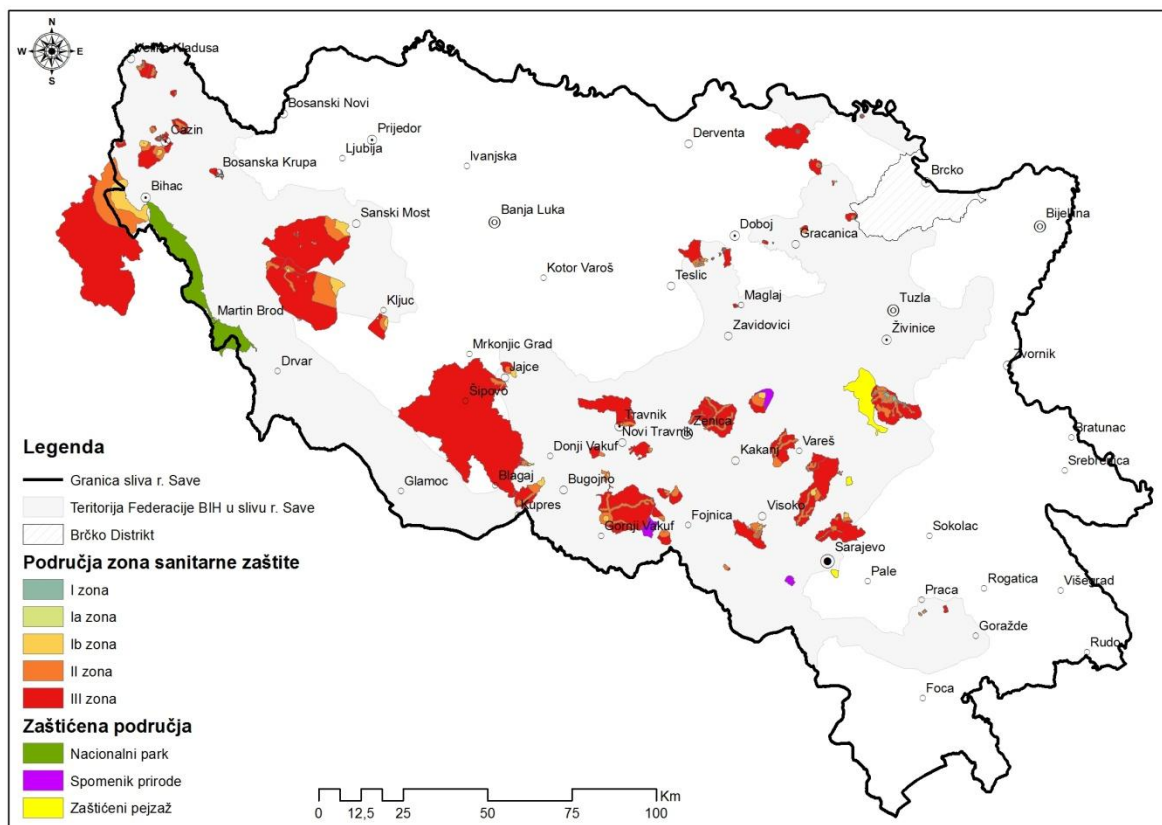
- Područja namijenjena za zahvatanje vode za piće
- Područja namijenjena zaštiti ekonomski važnih akvatičnih vrsta
- Površinska vodna tijela namijenjena rekreaciji uključujući i područja određena za kupanje
- Područja podložna eutrofikaciji i područja osjetljiva na nitrati
- Područja namijenjena zaštiti staništa biljnih i životinjskih vrsta ili akvatičnih vrsta u kojima je održavanje ili poboljšanje stanja voda bitan uslov za njihov opstanak i reprodukciju

Prostornim planom Bosne i Hercegovine u periodu od 1981. do 2000. godine je predviđena zaštita oko 15% teritorije. Međutim, do 1990. godine, svega je 0,5% teritorije BiH obuhvaćeno kao zaštićena područja (tačnije 253). Nakon toga, od 1995. godine proces zaštite područja je započeo praktično na svim nivoima. Tako, poseban metodološko-konceptualni značaj je imala Međunarodna unija za konzervaciju prirode (Internationa Union for Conservation of Nature – IUCN), koja je propisala smjernice za praktično sve nivoe vlasti: od valorizacije prirodnih vrijednosti, preko javnog isticanja neophodnosti donošenja zakonske procedure za proglašavanje zaštićenih područja do konačne izrade i usvajanja Planova upravljanja zaštićenim područjima. Tako, prema IUCN kriterijumima, zaštita prirodnih vrijednosti je definisana Zakonom o zaštiti prirode (Službene novine FBiH, br. 66/13). Prema tom Zakonu, prvi spomenici prirode koji su uspostavljeni su bili Vrelo Bosne, Skakavac i zaštićeni pejzaž Bijambare, odnosno Trebević (proglašen 2014. god.). Pored njih, u Srednjo-bosanskom kantonu, osnovan je spomenik prirode Prokoško jezero, Tajan (Zeničko-dobojski kanton) i zaštićeni pejzaž Konjuh (Tuzlanski kanton). Uporedo sa tim, važno je istaći da je u maju 2008.

godine proglašen prvi nacionalni park u BiH – Nacionalni park Una. U tabeli 7, biće dat pregled zaštićenih područja u Federaciji Bosne i Hercegovine, koji su grafički predstavljeni na slici Sl. 50.

Tabela 7 Zaštićena područja u Federaciji Bosne i Hercegovine

R.b.	Naziv	Površina (ha)	Zakonska regulativa
1	Nacionalni park Una	19 800	Zakon o Nacionalnom parku Una (Sl. novine FBiH br. 44/08)
2	Spomenik prirode Vrelo Bosne	603	Zakon o proglašenju spomenika prirode Vrelo Bosne (Sl. novine Kantona Sarajevo br. 6/10)
3	Spomenik prirode Skakavac	1 430	Zakon o proglašenju šireg područja vodopada "Skakavac" spomenikom prirode (Sl. novina Kantona Sarajevo, br. 11/10)
4	Spomenik prirode Prokoško jezero	2 225	Zakon o proglašenju spomenika prirode Prokoško jezero (Sl. novine Srednjobosanskog kantona br. 12/05)
5	Spomenik prirode Tajan	4 948,35	Zakon o proglašenju spomenika prirode Tajan (Sl. novine Zeničko dobojskog kantona br. 3/08)
6	Zaštićeni pejzaž Bijambare	497	Zakon o proglašenju zaštićenog pejzaža Bijambare – priječišćeni tekst (Sl. novine Kantona Sarajevo br. 6/10)
7	Zaštićeni pejzaž Konjuh	8 106	Zakon i proglašenju dijela područja planine Konjuh zaštićenim pejzažom "Konjuh" (Sl. novine Tuzlanskog kantona br. 13/09)
8	Zaštićeni pejzaž Trebević	400,20	Zakon o proglašenju zaštićenog pejzaža "Trebević" (Sl. novine Kantona Sarajevo br. 15/14)



Sl. 50 Položaj zaštićenih područja na teritoriji Federacije BiH

Na prostoru Kantona Sarajevo postoji Javna ustanova “Zaštićena prirodna područja” koja je formirana februara 2010. godine u cilju zaštite i očuvanja izvornih prirodnih vrijednosti i ambijentalne raznolikosti, kao i obezbjeđivanje nesmetanog odvijanja prirodnih procesa, odnosno nadzor nad provođenjem uslova i mjera zaštite na zaštićenim područjima u Kantonu Sarajevo.

Za određene spomenike prirode (Vrelo Bosne, Skakavac, Bijambare) urađeni su planovi upravljanja zaštićenim područjem. Njihov sadržaj i struktura su usaglašeni sa odredbama zakona o proglašenju konkretnih zaštićenih područja, zatim Pravilnika o sadržaju i načinu izrade Plana upravljanja zaštićenim područjima FBiH (Službene novine br. 65/06) kao i pravilima IUCN-a. Također, istovremeno sa proglašenjem Nacionalnog parka Una, osnovano je Javno preduzeće “Nacionalni park Una”, koja je u obavezi da upravlja ovim područjem, dok je tokom 2011. godine osnovana i Javna ustanova “Konjuh”, kojoj je u djelatnosti upravljanje zaštićenim područjem Konjuha.

Također, Prostornim planom Federacije Bosne i Hercegovine za period 2008 – 2028. je predviđeno proširenje zaštićenih površina koje su date u tabeli br. 8.

Tabela 8 Predviđena nova zaštićena područja na teritoriji Federacije BiH

Br	Naziv	Površina (ha)
1	Igman – Bjelašnica – Visočica – Treskavica – Kanjon Rakitnice	95 032,4
2	Zvijezda – Konjuh – Tajan	79 747,2
3	Planina Vranica	25 078,1
4	Planina Grmeč	78 939,8

Podzemne vode

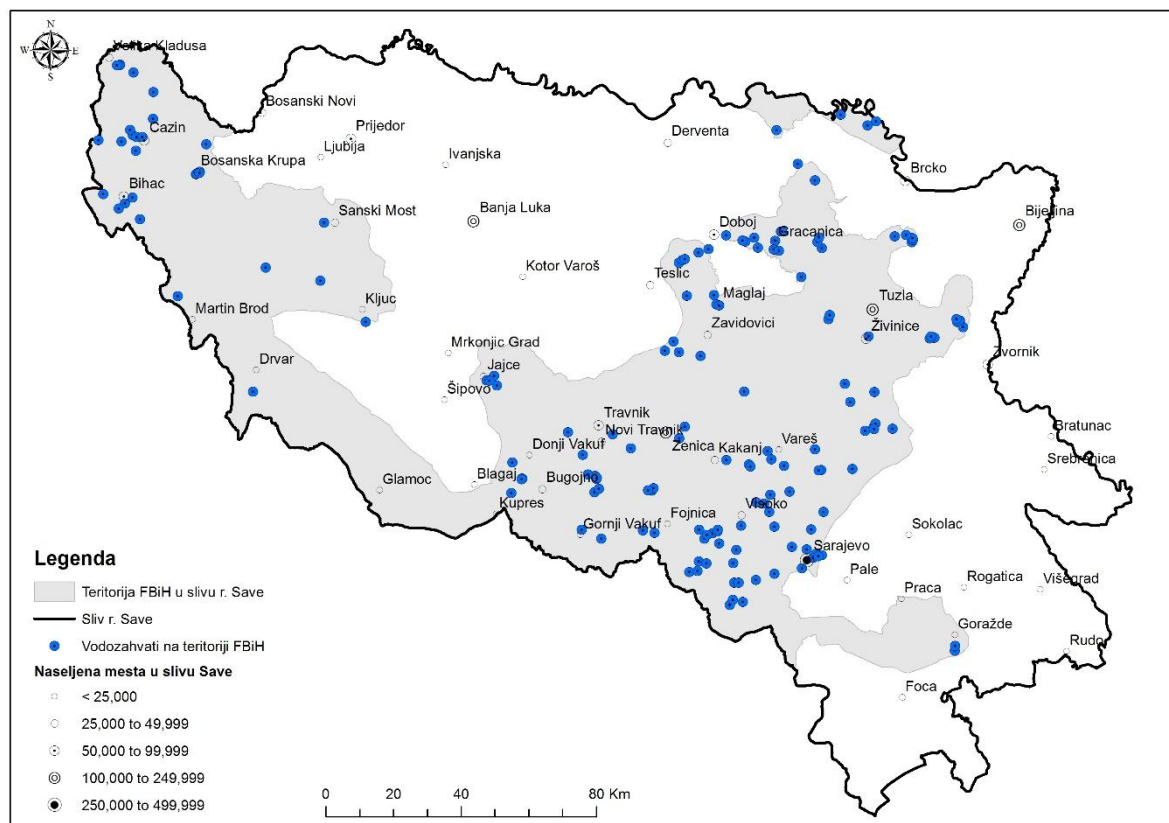
5	Raduša – Stožer – Crni vrh	42 415,5
6	Šator planina	29 736,3
7	Planina Plješevica	5 094,7
8	Planina Vlašić	12 382,9
9	Plivska jezera	633,9
10	Skakavac – Bukovik – Ozren	5 905,3
Ukupno:		295 218,9

Jedna od najvažnijih područja koja ulaze u grupu zaštićenih su svakako područja namijenjena za zahvatanje vode za piće. Ona se određuju u skladu sa Pravilnikom o načinu utvrđivanja uslova za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta vode za javno vodosnabdijevanje stanovništva (Službene novine Federacije BiH, br. 88/12), odnosno Zakona o vodama (Službene novine Federacije BiH 70/06). Njima su definisani uslovi i način određivanja zona sanitarne zaštite:

1. Izvorišta podzemne vode koja egzistiraju u akviferima intergranularne poroznosti
2. Izvorišta podzemne vode koja egzistiraju u akviferima karstne poroznosti
3. Izvorišta voda iz površinskih tokova
4. Izvorišta voda iz akumulacije/jezera

Pri ovome, treba napomenuti da se u prva dva slučaja (izvorište u okviru intergranularne, odnosno karstne poroznosti) uspostavljaju najmanje tri zone sanitarne zaštite (I, II, III), pri čemu je I zaštitna zona kao zona sa najstrožim zabranama, II zaštitna zona kao zona sa strogim zabranama i ograničenjima i III zaštitna zona kao zona sa umerenim zabranama i ograničenjima. U skladu sa važećim Pravilnikom potrebno je izvršiti hidrogeološke i druge istražne radove i ispitivanja, te dobijene rezultate prezentovati u Elaboratu. Elaborat usvaja Općinsko Vijeće i donosi Odluku o zaštiti izvorišta. Za izvorišta koja imaju donesenu Odluku (po starom Pravilniku) će se inovirati zone sanitarne zaštite u skladu sa važećim Pravilnikom u roku od 5 godina, a za druga izvorišta (koja nemaju donesenu Odluku) će biti potrebno izvršiti istražne radove i donijeti odluku u roku od 3 godine.

Tako, u tabeli br. 9, dat je prijedlog izvorišta po opštinama, sa osnovnim karakteristikama i podacima o postojanju zona sanitarne zaštite na osnovu dokumentacije tj. Elaborata o utvrđivanju zona sanitarne zaštite predmetnog izvorišta, dok je grafički prikaz dat na slici Sl. 51.



Sl. 51 Vodozahvati na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine u slivu Save

Tabela 9 Osnovne karakteristike izvorišta na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine

Naziv opštine	Broj izvorišta	Tip izvorišta	Ukupna izdašnost (l/s)	Br. izvorišta sa Elaboratom o ZSZ	Pripadnost dijela ZSZ nekog od izvorišta drugom entitetu
Sarajevo	18	9 kaptaže; 5 povr.vode (aluvijon); 4 vodotok	3760	8	DA
Žepče	2	1 kaptaže; 1 vodotok	2	1	NE
Zenica	4	3 kaptaže; 1 vodotok	521	4	NE
Zavidovići	1	1 kaptaža	4	1	NE
Vitez	2	1 kaptaža; 1 površ. voda	280	2	NE
Visoko	2	1 površ. voda (aluvijon)	70	2	NE
Vareš	6	6 kaptaža	269	1	NE
Usora	4	1 povr. voda (aluvijon)	2	2	NE
Tuzla	4	2 kaptaže; 1 površ. voda (aluvijon); 1 akumulacija	606	N/A	NE
Travnik – naselje	1	1 površ. voda	300	0	NE
Travnik	3	3 kaptaže	276	1	NE
Tešanj	6	3 površ.voda; 2 površ. voda (aluvijon); 1kaptaža	95	6	DA
Olovo	1	1 kaptaža vrela	10	1	NE
Odžak	2	2 površ. voda (aluvijon)	60	0	DA
Novi Travnik	6	5 kaptaža; 1 akumulacija	139	1	NE
Maglaj	3	1 površ. voda (aluvijon); 2 vodotok	80	3	NE
Lukavac	3	1 akumulacija; 1 površ. voda (aluvijon)	120	1	NE

Podzemne vode

Kreševo	4	4 kaptaže	27	2	NE
Kiseljak	9	8 kaptaža; 1 površ. voda	35	0	NE
Kakanj	4	2 površ. voda; 1 površ. voda (aluvijon); 1 vodotok	140	1	NE
Kalesija	3	3 kaptaže	24	N/A	NE
Ilijaš	2	1 vodotok	15,5	2	NE
Hadžići	14	13 kaptaža; 1 površ. voda	227,5	1	NE
Gračanica	5	3 kaptaže; 2 površ. vode	60	N/A	NE
Fojnica Naselje Bakovići	1	1 kaptaža	6	N/A	NE
Fojnica	2	2 kaptaže	42,9	1	NE
Doboj istok	2	2 površ. voda (aluvijon)	93	2	NE
Doboj jug	2	2 kaptaže	20/30	2	DA
Busovača	3	3 vodotok	55	2	NE
Breza	5	5 kaptaža	79	2	NE
Banovići	2	2 kaptaže	103	1	NE
Bugojno 2	2	2 kaptaže	300	N/A	NE
Donji Vakuf	3	3 kaptaže	90	0	DA
Gornji Vakuf	3	3 kaptaže	180	1	NE
Jajce	4	2 kaptaže; 2 akumulacije	160	N/A	DA
Bihać	7	7 kaptaža	1220	5	DA (TBA)
Bosanska Krupa	6	1 kaptaža; 5 površ. vode (aluvijon)	232	4	NE
Bosanski Petrovac	2	2 kaptaže	60	1	DA
Bužim	2	1 kaptaža; 1 površ. vode	63,5	1	NE
Cazin	4	1 kaptaža; 3 površ. vode	175	3	NE
Drvar	1	1 kaptaža	75	1	NE
Ključ	2	2 kaptaže	88	2	DA
Sanski Most	6	5 kaptaža; 1 površ. vode	124	1	NE
Velika Kladuša	5	4 površ. vode; 1 kaptaža	234	4	NE

Podzemne vode

Goražde	4	2 kaptaže; 2 vodotoka	313 + 30/150	1	NE
Kladanj	6	6 kaptaža	134	0	DA
Gradačac	3	2 površ. vode; 1 akumulacija	237	2	DA
Orašje	2	2 površ. voda (aluvijon)	125	1	NE
Srebrenik	7	2 kaptaže; 1 površ. vode (aluvijon); 4 površ. vode	141	0	NE

Osim područja na kojima se nalaze vodozahvatni objekti za vodosnabdijevanje, u zaštićena područja spadaju i područja namijenjena zaštiti ekonomski važnih akvatičnih vrsta. Ona se utvrđuju na osnovu odredaba članova 65. i 71. Zakona o vodama FBiH, koji je usklađen sa direktivama 2006/44/EC (Kvalitet slatkih voda kojima je potrebna zaštita ili poboljšanje radi objezbeđenja života riba) i 2006/113/EC (Zahtjevani kvalitet vode za ljuskare). Cilj ovih direktiva je da zaštiti i poboljša kvalitet onih tekućih ili stajaćih voda koje su pogodne ili bi mogle, ako se zagađivanje smanji ili eliminiše, postati pogodne za obezbeđenje života riba. Ipak, iako je članom 71. Zakona o vodama FBiH, predviđeno donošenje podzakonskog akta o načinu utvrđivanja ovih područja, ovaj propis još uvijek nije donesen. Iz tih razloga, na teritoriji Federacije u slivu Save još uvijek nije utvrđeno nijedno područje namenjeno zaštiti ekonomski važnih akvatičnih vrsta.

Kao treća vrsta područja koja spadaju u grupu zaštićenih, jesu površinska vodna tijela namijenjena rekreaciji uključujući i područja određena za kupanje. Utvrđivanje ovih područja vrši se na osnovu članova 65. i 72. Zakona o vodama FBiH, koji je usklađen sa direktivom 2006/7/EC (Upravljanje kvalitetom vode za kupanje), ali s obzirom da podzakonski akt o načinu utvrđivanja ovih područja još uvek nije donesen, u slivu Save na teritoriji Federacije nije proglašeno nijedno područje namijenjeno rekreaciji.

Područja podložna eutrofikaciji i područja osjetljiva na nitrata su također u grupi onih koja bi trebalo zaštititi. Njihovo utvrđenje se temelji na direktivama 91/676/EEC (Direktiva o nitrata) i 91/271/EEC (Direktiva o odvodnji i prečišćavanju komunalnih otpadnih voda), koje su bile osnov za članove 65 i 73 Zakona o vodama FBiH. Godine 2009. u Federaciji je usvojen Pravilnik o utvrđivanju područja podložnih eutrofikaciji i osjetljivih na nitrata (Sl. novine FBiH br. 71/09) i Pravilnik o monitoringu u područjima podložnim eutrofikaciji i osjetljivima na nitrata (Sl. novine FBiH br. 71/09). Prema ovim pravilnicima, zaštićena područja osjetljiva na nitrata su ona za koje se da sadrže ili mogu sadržavati više od 50 mg/l NO₃ (nitrata), odnosno 11,3 mg/l NO₃ – N, kada je riječ o podzemnim vodama. Područja namijenjena zaštiti staništa biljnih i životinjskih vrsta u skladu sa Direktivom o staništima (92/43/EEC) i Direktivom o pticama (79/409/EEC) su područja koja spadaju u red zaštićenih. Ekološka mreža Natura 2000 je biološka veza ekološki značajnih područja i njihovih tampon zona koje su osigurane ekološkim koridorima. Njen nastavak implementiran na zemlje nečlanice EU je mreža EMJERALD. U Federaciji BiH je izvršeno kartiranje svih tipova staništa i vrsta koje se nalaze na Referentnoj listi za staništa (Habitats of Annex I) i vrste (Species of Annex II). Svi podaci su ušli u digitalnu bazu podataka – Biodiversity Information System (BIS), koji se temelji na ArcGIS platformi.

Cilj ovoga je bio predstavljanje celovitog uvida u sve vrste i staništa iz dodatka I i II Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje flore i faune, koje su prisutne u BiH, a koje su interesantne za EU i koja će biti izdvojena za očuvanje u okviru ekološke mreže Natura 2000. Tako, treba istaći da se na području sliva rijeke Save u FBiH nalazi vrlo veliki broj iskartiranih staništa i biljnih i životinjskih vrsta što ukazuje na veliku mogućnost proglašenja Natura 2000 područja u ovom poduhvatu⁹. Na kraju, treba reći da je Vlada Federacije BiH 2011. godine donijela Uredbu o programu Natura 2000 – zaštićena područja u Evropi (Sl. novine FBiH, br. 43/11), kojom se određena područja u Federaciji BiH određuju za ovaj evropski program s ciljem uključenja u međunarodnu ekološku mrežu očuvanja prirodnih staništa i staništa vrsta. Znajući sve prethodno navedeno, veoma je važno znati rasprostranjenje zaštićenih područja sa aspekta grupa vodnih tijela podzemnih voda koje su izdvojene u ovom Planu. Njihov odnos je prikaz u tabeli br. 10.

Tabela 10 Prikaz zaštićenih područja i GVTPV u okviru Federacije BiH kojima pripadaju

r.b.	Naziv	GVTPV	Podsliv
1	Nacionalni park Una	Gornji sliv Une	Una
2	Spomenik prirode Vrelo Bosne	Igman – Jahorina, Sarajevsko – Zeničko polje	Bosna
3	Spomenik prirode Skakavac	Zapadna Romanija	Bosna
4	Spomenik prirode Prokoško jezero	Gornji sliv Vrbasa	Vrbasa, Bosna
5	Spomenik prirode Tajan	Zapadna Romanija	Bosna
6	Zaštićeni pejzaž Bijambare	Zapadna Romanija	Bosna
7	Zaštićeni pejzaž Konjuh	Gornji sliv Gostilje i Spriječe; Drinjača	Bosna; Drina
8	Zaštićeno područje Trebević	Igman – Jahorina	Bosna

2.4 Postojeća monitoring mreža

U okviru ovog poglavlja o postojećim osmatračkim objektima, prije svega bi trebalo reći da na prostoru čitave Bosne i Hercegovine, a time i na teritoriji koja pripada Federaciji Bosne i Hercegovine monitoring mreža pokriva izuzetno malo tačaka. Drugim riječima, jako je malo izvora i akvifera uostalom, koji se redovno osmatraju i čiji se periodi osmatranja mogu smatrati reprezentativnim za određene detaljnije analize. Iz tih razoga, u tekstu koji slijedi, biće dati prikaz istorijata osmatranja podzemnih voda na teritoriji Bosne i Hercegovine u slivu Save. Tako, na području sliva rijeke Save u BiH su u prošlosti provođena različite vrste istraživanja u okviru kojih su vršena odgovarajuća osmatranja njihovih kvantitativno-kvalitativnih karakteristika.

2.4.1 Kvantitativni monitoring podzemnih voda

Kvantitativni podaci režima podzemnih voda, prvenstveno u smislu proticaja karstnih vrela i nivoa podzemnih voda u aluvijonima većih rijeka, kao i količine zahvaćenih voda iz karstnih i zbijenih akvifera, na području sliva Save u FBiH nemaju kontinualan karakter u prošlosti. Ova vrsta

⁹ <http://gismapping.panda.org/?act=mpop&pc=7606311479c6214a>

osmatranja režima podzemnih voda vršena je za različite namjene, u različitim vremenskim periodima, te od strane različitih institucija.

Podatke dugoročnih osmatranja (podrazumijevajući pod tim kontinuirana osmatranja duža od pet godina) rijetko nalazimo, a ista su vršena uglavnom od strane nekadašnjeg Hidrometeorološkog zavoda SR BiH iz Sarajeva. Od strane Hidrometeorološkog zavoda u periodu do 1992. god. uspostavljena je stalna osmatračka mreža na 21-nom karstnom izvoru (uključujući i sliv Jadranskog mora).

Do značajnog proširenja osmatračke mreže dolazi tokom regionalnih hidrogeoloških istraživanja sedamdesetih i osamdesetih godine prošloga vijeka, koja je izvodio Geoinženjering iz Sarajeva.

Periodom najznačajnijeg kvantitativnog monitoringa u karstnim terenima sliva rijeke Save smatra se period sedamdesetih i osamdesetih godina prošloga vijeka. Na samom početku pomenutih istraživanja (u drugoj polovini 70-ih godina 20. vijeka) uspostavljena je osmatračka mreža na 40 vodnih objekata-izvora vodomjernim letvama i trapeznim prijelivima. Ova mreža uključivala je i značajan broj izvora u Jadranskom slivu. Izvori izdašnosti od 10 - 300 l/s mjereni su preko trapeznih prijeliva, dok su izvori veće izdašnosti mjereni preko vodomjernih letvi. Na uspostavljenim osmatračkim objektima preko vodomjerne letve započeta su istovremeno i mjerenja proticaja hidrometrijskim krilom sa ciljem proračuna izdašnosti tih vrela, odnosno uspostave Q/H zavisnosti. Dinamika osmatranja zavisila je od karaktera vrela, odnosno od brzine promjene vodostaja i proticaja, te su osmatranja vršena svakodnevno ili petodnevno. Ova osmatranja uglavnom su trajala od 1-2 godine, što ni u kom slučaju nije dovoljno.

Da bi se obuhvatili svi važniji izvori bilo je neophodno proširiti mrežu osmatranja sa privremenim osmatračkim objektima.

Osmatranja režima i kvaliteta podzemnih voda na karstnim vrelima, započeta u toku 1978. godine, kasnije su proširena na 40 novih osmatračkih objekata-karstnih vrela, što sa objektima iz prve faze i objektima Hidrometeorološkog zavoda BiH predstavlja impozantan broj od preko 100 objekata na kojima se vrše osmatranja i mjerenja, a sve u cilju sagledavanja režima podzemnih voda u karstnim terenima BiH. Od 40 uspostavljenih objekata za osmatranje u drugoj fazi istraživanja, na 33 objekata osmatranja su vršena preko vodomjerne letve, a na 7 objekata preko trapeznog prijeliva. U periodu treće i četvrte faze istraživanja kontinuirano su nastavljena osmatranja na vodomjernim letvama, kao i mjerenja proticaja hidrometrijskim krilom.

Najduži period osmatranja ipak su imali najveći karstni izvori u području Spoljašnjih Dinarida (osmatrani su tri i više godina), dok su izvori u zoni Unutrašnjih Dinarida, koji se uglavnom odnose na sliv rijeke Save u FBiH, osmatrani tokom dvije godine. Svi prikupljeni podaci i dobiveni rezultati prijezentovani su u radu *Režim, bilans i rezerve podzemnih voda BiH u okviru stijena sa karstno-pukotinskom poroznošću* (Geoinženjering, 1984, 1990).

Svi kasniji značajni dokumenti vezani za upravljanje podzemnim vodama (entitetske karakterizacije podzemnih voda, prijedložni plan upravljanja Savom za BiH, pa i ovaj najnoviji) bazirani su na podacima prikazanim u navedenom dokumentu.

Kada su u pitanju zbijeni akviferi formirani u dolinama velikih riječnih tokova, posebno oni u sjevernom dijelu FBiH, ne postoje podaci simultanih i kontinualnih mjerenja. Podatke o prikupljenju nivoa podzemnih voda, u skladu sa ranijom zakonskom regulativom u oblasti voda (prije usvajanja entitetskih zakona o vodama 2006.god.) imala su preduzeća koja su se bavila eksploatacijom podzemnih voda (uglavnom su to vodovodi, rudnici i hidro-energetska preduzeća), uz obavezu dostave ovih podataka nadležnim institucijama (ranije uglavnom Ministarstvima zaduženim za oblast vodoprivrede). Ovo u praksi uglavnom nije zaživjelo, tako da u nadležnim institucijama nema ove vrste podataka.

Treba napomenuti da su za najveći broj izvorišta u slivu Save u FBiH urađeni dokumenti koji se odnose na zaštitu izvorišta vode za piće, a koji kao jedan od sastavnih dijelova sadrže i plan monitoringa, kvalitativnog i kvantitativnog. Dok se dio koji se odnosi na kvalitativni monitoring u značajnoj mjeri poštuje, podaci kvantitativnog monitoringa uglavnom se ne obezbjeđuju. Stoga je jedna od značajnih aktivnosti u narednom periodu vezana upravo za uspostavu kvantitativnog monitoringa.

2.4.2 Kvalitativni monitoring podzemnih voda

Do donošenja Zakona o vodama u FBiH 2006.god. osmatranja kvaliteta podzemnih voda uglavnom su isključivo obavljala vodovodna preduzeća, kao i druga preduzeća čije su aktivnosti povezane sa mogućim uticajem na podzemne vode (rudnici, hidro-energetska preduzeća i sl.). Također, značajni podaci o kvalitetu podzemnih voda u slivu Save dobiveni su i kroz prethodno pomenuta regionalna hidrogeološka istraživanja koja je izveo Geoinženjering iz Sarajeva do 1992. god. Ove analize su bile uglavnom na nivou skraćenih, rjeđe kompletnih hemijskih analiza. U okviru izrade skraćenih hemijskih analiza vršeno je određivanje glavnih katjona (Ca , Mg , Na+K , Fe^{++} i Fe^{+++}), zatim glavnih anjona (HCO_3 , SO_4^{2-} , Cl^-), temperature, boja, mirisa, pH-vrijednosti, utrošak KMnO_4 , isparnog ostatka, stalne i ukupne tvrdoće i dr. Uzrokovanje vode je obavljeno u periodima hidroloških minimuma i u periodima srednjih i visokih vodostaja sa vodnih objekata na kojima je uspostavljeno osmatranje i mjerenje proticaja, kao i sa važnijih vodnih objekata koji su uključeni u sistem eksploatacije.

Kvalitativni (kao i kvantitativni) monitoring podzemnih voda donošenjem pomenutih zakona 2006. god. u nadležnosti je Agencije za vode u FBiH. Konkretno za dio sliva Save koji pripada FBiH, to je obaveza *Agencije za vodno područje rijeke Save* iz Sarajeva.

Bitna činjenica je da se stanovništvo u FBiH (i čitavoj BiH) u većini slučajeva snabdijeva podzemnom vodom za piće, pa stoga u okviru svojih obaveza vodovodna preduzeća obezbjeđuju zakonski zahtijevan kvalitativni monitoring podzemnih voda. Dinamika uzimanja uzoraka na izvorištima vodosnabdijevanja zakonski je definisana. Najčešće obim i vrste analiza nisu u potpunosti usklađene sa zakonskim predviđenim brojem i vrstom, ali uglavnom obezbjeđuju podatke o zahtijevanim parametrima prema ODV za podzemne vode (izuzetak je donekle ratvoreni kiseonik). Pored navedenih parametara uglavnom se redovno analiziraju još: boja, ukus, miris, mutnoća, utrošak KMnO_4 , amonijak, hloridi, željezo i mangan. Ukoliko se kompletnim analizama ukaže potreba za posebnim praćenjem pojedinih parametara (posebno teških metala) oni se uobičajeno priključuju prethodno navedenim parametrima.

Prema podacima Zavoda za vodoprivredu iz Sarajeva (2009e) "identifikacija značajnih pritisaka na tijela podzemnih voda, tj. mjesto i veličina zagađenja, te pritisci na kvantitativne karakteristike izvorišta tijela podzemnih voda prikupljeni su u različitim prilikama i za potrebe različitih projekata i studija. Kao izvori informacija pojavljuju se državni organi i institucije na svim razinama upravljanja, od nadležnih federalnih i kantonalnih Ministarstava i institucija do općinskih službi i komunalna preduzeća, a jedan dio informacija je dobiven kroz ankete i direktne kontakte prilikom obilaska terena." Ipak, ovi podaci iako korisni nisu prikupljeni i sistematizovani prema jedinstvenoj metodologiji, aplikativnoj za potrebe primjene ODV.

2.5 Koncept bilansiranja podzemnih voda na regionalnom nivou – podloga za ocjenu kvantitativnog pritiska

Kao polazna osnova za ocjenu resursa podzemnih voda u pojedinim grupama vodnih tijela podzemnih voda (GVTPV) usvojeno je sljedeće:

- Metodologija bilansiranja podzemnih voda i ocjene resursa ne može biti jednoznačna i mora se prilagođavati konkretnim uslovima hidrogeoloških sredina.
- Kao osnovne hidrogeološke sredine mogu se izdvojeno posmatrati i analizirati dvije osnovne sredine za koje se moraju razviti posebne metodologije:
 - 2.1. Hidrogeološka sredina u okviru stijena sa disolucionom ili pukotinskom poroznošću, karstni tip akvifera u karbonatnim stijenama, kao i pukotinski tip akvifera u magmatskim i metamorfnim (ređe i sedimentnim) stijenama.
 - 2.2. Hidrogeološka sredina u okviru stijena sa intergranularnom poroznošću, u aluvijonima i terasnim naslagama, uglavnom sa slobodnim nivoom, kao i u neogenim sedimentima basenskih struktura pretežno sa nivoom pod pritiskom.
- Za prelazne ili kombinovane tipove koji uključuju stijene heterogene poroznosti ili kompleks litoloških članova metodologija se mora prilagoditi i usaglasiti prema preovlađujućem akviferu u tom kompleksu, ali se na oba dijela primjenjuju različite metodologije za ocjenu rezervi, i konačan rezultat dobija kao njihova zbirna rezultanta.

U hidrogeološkoj literaturi sreću se brojne klasifikacije, koje se u najopštijem slučaju svode na izdvajanje dva osnovna tipa rezervi podzemnih voda:

1. **Prirodne rezerve**
2. **Vještačke rezerve**

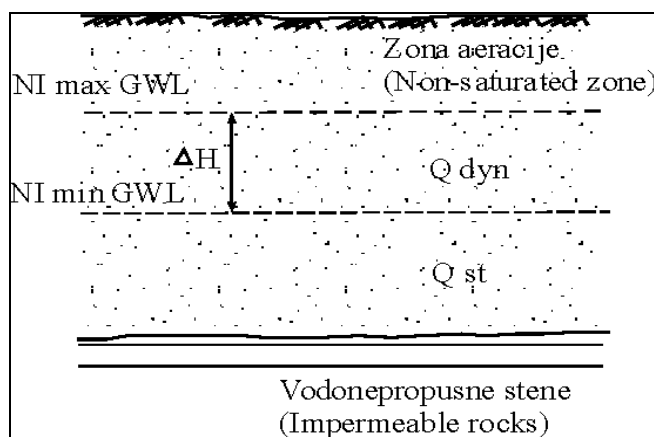
Pod **prirodnim** rezervama se podrazumeva onaj dio akumulisanih akviferskih voda koji je rezultat aktivnih prirodnih procesa prihranjivanja (najčešće infiltracija voda od padavina ili površinskih voda) ili ranijih (prethodnih) procesa popunjavanja tokom geološke evolucije. Razlikujemo:

1. Dinamičke rezerve
2. Statičke rezerve

Sumu dinamičkih i statičkih rezervi označavamo **ukupnim prirodnim rezervama**.

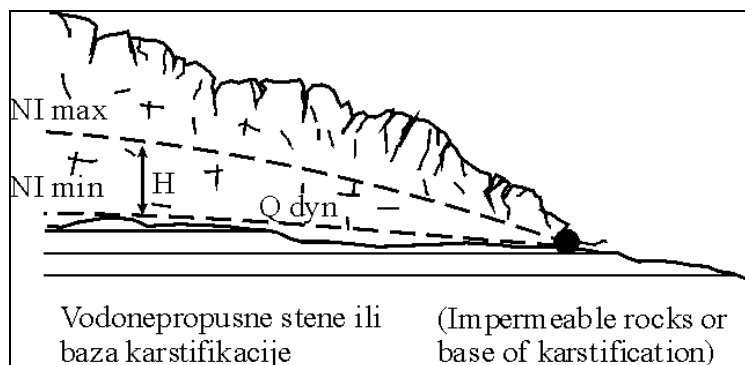
Dinamičke rezerve nalaze se u zoni kolebanja nivoa akvifera u hidrološkom ciklusu i direktno zavise od uslova aktivnog prihranjivanja (svakako i eksploatacije ukoliko se ona vrši). Kod zbijenih akvifera sa slobodnim nivoom to je dio voda u zoni aktivne vodozamjene, koji se nalazi između maksimalnog i minimalnog nivoa akvifera tokom prosječnog višegodišnjeg hidrološkog ciklusa. **Statičke rezerve** obuhvataju dio koji se nalazi ispod minimalnog nivoa akvifera i produžava sve do podine vodonosnog horizonta, odnosno vodonepropusnog dijela ispod ukupne akumulacije akviferskih voda (Sl. 52). Kod otvorenih struktura karstnih akvifera geosinklinalnog tipa, sa jasno izraženom zonom pražnjenja (najčešći slučaj u analiziranim terenima), dinamičke rezerve se najčešće identifikuju sa sumarnom izdašnošću vrela tokom hidrološkog ciklusa. Obuhvataju, dakle, dio akvifera između maksimalnog i minimalnog nivoa, s tim što je pravilnije smatrati da su dinamičke sve rezerve kontrolisane najnižom tačkom pražnjenja akvifera (Sl. 53). To bi u idealizovanom smislu predstavljalo zamišljenu horizontalnu ili subhorizontalnu liniju koja odgovara koti isticanja na površini terena, a produžava se u unutrašnjost stijenske mase. Pojam statičkih rezervi u karstu je uslovnog (geometrijskog) karaktera i odgovara dijelu izdani ispod minimalnog nivoa (tj. linije pražnjenja), sve do podine akvifera (nepropusna podina ili baza karstifikacije). Praktično, taj dio akumulisanih rezervi se ne može prazniti prirodnim putem preko vrela i presušivanje bi označilo ujedno i kraj pražnjenja dinamičkih rezervi. Da je karakter pojma "statički" u karstu samo uslovni, svjedoči često aktivna sifonalna cirkulacija ostvarena u dubljim dijelovima akvifera sa mogućnostima pražnjenja putem podzemnog isticanja (Sl. 54).

Kao sinonimi u praksi se mogu koristiti i pojmovi **promjenljivih** rezervi umjesto dinamičkih, odnosno **nepromjenljivih** umjesto statičkih rezervi, mada proces pražnjenja ili eksploatacije veoma relativizira ovakve nazive. Castany (1967) izdvaja **regulacione rezerve** koje odgovaraju dinamičkim, i **geološke ili stalne** koje bi odgovarale statičkim rezervama. **Ukupne rezerve** predstavljaju njihov zbir.

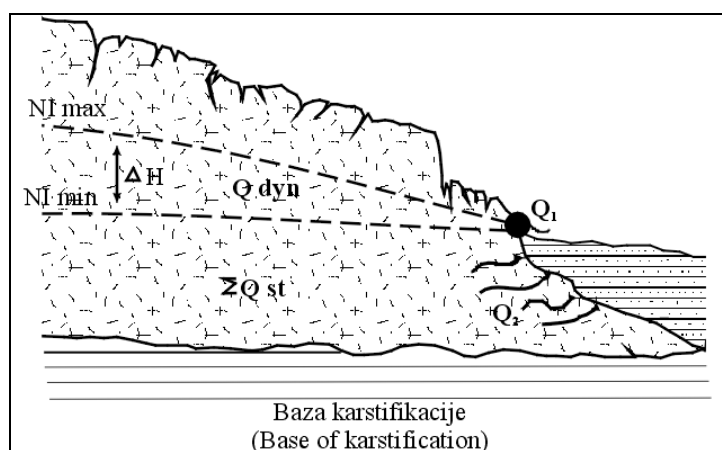


Sl. 52 Šema prirodnih rezervi akviferskih voda (intergranularni akvifer, Filipović, 1980)

Legenda: Q_{dyn} – dinamičke rezerve; Q_{st} – statičke rezerve; NI max – maksimalni nivo akvifera; NI min – minimalni nivo akvifera



Sl. 53 Prirodne rezerve karstnog akvifera; (slučaj gravitacionog vrela i postojanja samo dinamičkih rezervi, Stevanović, 2010, 2015)



Sl. 54 Prirodne (statičke i dinamičke rezerve) karstnog akvifera; (slučaj uzlaznog vrela Q_1 i podzemnog isticanja Q_2 , Stevanović, 2010, 2015)

Pored prirodnih rezervi, vještačke rezerve Bindeman (1963) izdvaja kao:

1. Vještačke rezerve nastale **izmenom graničnih uslova** u slivu (npr. izgradnja brana, povišenje vodostaja u reci i sl.) i
2. Vještačke rezerve nastale **veštačkim prihranjivanjem** akvifera (regulacija vještačkom infiltracijom, navodnjavanje i sl.).

Jedan od suštinskih ciljeva, ali i pretpostavki za održivo upravljanje resursima podzemnih voda jeste definisanje njihovih **raspoloživih eksploatacionih rezervi**. Pod ovim rezervama podrazumevamo količinu vode koja se može eksploatirati za različite potrebe (vodosnabdijevanje i dr.), a da se, pri tome, dugoročno ne naruši kvantitativni i kvalitativni status i održivost resursa podzemnih voda, niti da se naruši održivost drugih prirodnih resursa u okruženju.

Pretjerana (nad)eksploatacija podzemnih voda (iznad definisane količine raspoloživih rezervi) može da izazove:

- narušavanje održivog kvantitativnog statusa resursa podzemnih voda

- narušavanje kvalitativnog statusa podzemnih voda, kao posljedice ubrzane vodozamene i "neželjenog" intenziviranja hidrauličkih veza sa, npr., površinskim tokovima ili plitkim akviferima, koji se odlikuju nižim kvalitetom voda ili sa dubokim akviferima, za koje je svojstvena povišena mineralizacija i temperatura voda
- narušavanje ekosistema u okruženju: snižavanje nivoa podzemnih voda dovest će do isušivanja tla i ugrožavanja rasta i egzistencije autohtonih biljnih vrsta ili poljoprivrednih kultura, što izaziva dalje, lančane, ekološke ili ekonomske poremećaje
- slijeganje tla, koje može da izazove negativne ekonomske posljedice, posebno u urbanim područjima i dr.

I pored intenzivne eksploatacije podzemnih i brojnih izvorišta i formiranih vodovodnih sistema za lokalno i regionalno vodosnabdijevanje, podaci o crpjenim količinama ili prirodno isteklim, ne prikupljaju se organizovano i sistematski. Konstatovano je da za potrebe generalnog bilansiranja podzemnih voda kako karstnih, tako i terena sa integranularnim tipom akvifera, postoji:

- relativno zadovoljavajući nivo podataka o padavinama koji se prikupljaju u okviru stanica osnovne hidrometeorološke mreže BiH (distribucija stanica, frekvencija prikupljanja i istorijat podataka);
- relativno zadovoljavajući nivo podataka o drugim elementima klime koji utiču na vodni bilans (temperatura i vlažnost vazduha, vjetrovi, insolacija i dr.);
- uglavnom nezadovoljavajući nivo podataka o površinskom oticaju sa karstnih slivova (neadekvatan položaj stanica);
- nezadovoljavajući obim podataka o procijenjenoj veličini evapotranspiracije u karstnim oblastima;
- nezadovoljavajući obim podataka o izdašnostima izvora koji dreniraju karstna područja (sa izuzetkom nekoliko izvora, vršena su sporadična i nesistematska mjerenja čak i kod izvorišta u eksploataciji);
- nesistematizovani podaci o nivoima podzemnih voda na samim izvorištima u funkciji (pijezometri), a posebno van direktne zone eksploatacije i formiranog radijusa dejstva bunara u radu, koji bi reprijezentovao regionalni nivo podzemnih voda.

Radi toga, kod svake GVTPV data je ocjena jedne od kategorija istraženosti i pouzdanosti učinjenih analiza. **Nivo pouzdanosti:** Sigurno, Vrlo vjerovatno, Vjerovatno, Grubo Procijenjeno, Nesigurno (abrevijacije: S, VV, V, GP, N).

Najveći dio izdvojenih GVTPV karakteriše se samo nepotpunom ili djelimičnom hidrogeološkom istraženošću. Stoga se i analiza bilansa voda GVTPV nužno morala bazirati na nedovoljnom obimu podataka za detaljne i sistematske analize cjelokupnog vodnog bilansa i procjeni određenih parametara: primjeni odgovarajućih empirijskih obrazaca, aproksimacija pri korištenju poznatih

bilansnih metoda i primjeni metoda analogije u odnosu na GVTPV sa većim obimom raspoloživih podataka. Kao bilansne, razmatrane su samo dinamičke rezerve, tj. obnovljivi dio voda koji se realizuje u jednom hidrološkom ciklusu. Ovo je učinjeno iz dva razloga: prvo, podzemni vodni resursi na području BiH uglavnom značajno prevazilaze aktuelnu eksploataciju i nema razloga da se računa na potencijalno eksploatabilni dio iz dubljih struktura tj. statičkih rezervi. Drugo, ovaj pristup je na strani sigurnosti (tzv. *safe case*) i ekološki je daleko prihvatljiviji i u skladu sa konceptom održivog razvoja izvorišta i racionalnog korištenja vodnih resursa.

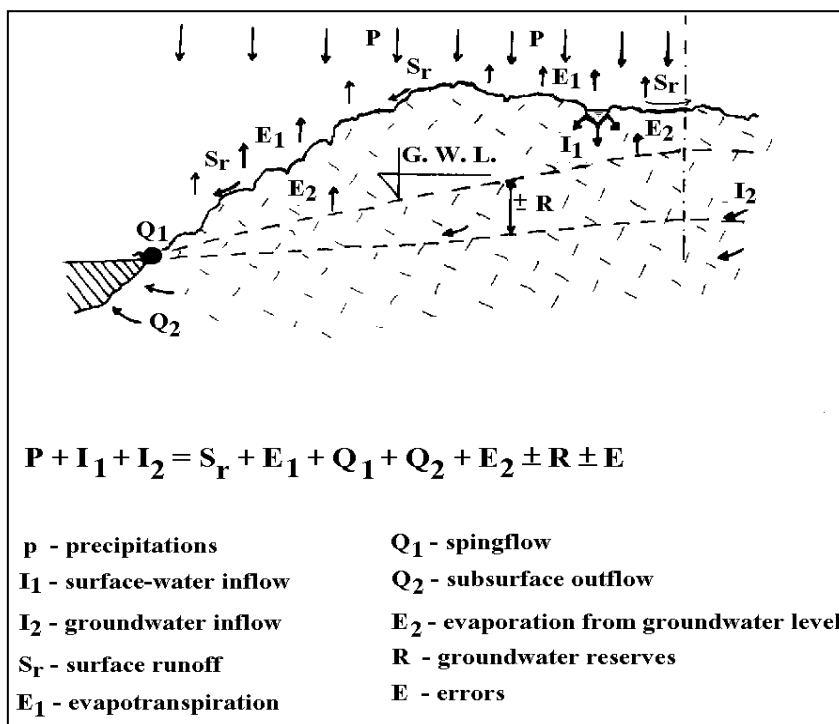
Na kraju, ovaj pristup ocjene prirodno obnovljivih rezervi adekvatniji je za ocjenu potencijala vodnih resursa od onog koji bi se bazirao samo na aktuelnoj eksploataciji tj. kategorijama prema stepenu istraženosti (kategorije A, B, C₁ i C₂), kako je to učinjeno u nekim ranijim analizama, kao npr. u posljednjem zvaničnom dokumentu o bilansiranju podzemnih voda *Bilans podzemnih voda na teritoriji Bosne i Hercegovine za 1989. godinu* (DP "Geoinstitut" Ilidža), koji je urađen 1990. godine i čiji podaci su korišteni i prezentovani u karakterizacijskom izvještaju *"Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Une na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine"* (Zavod za vodoprivredu, 2009a). Također, Federacija Bosne i Hercegovine je donijela 2011. godine *Pravilnik o kategorizaciji, klasifikaciji, proračunu rezervi podzemnih voda i vođenju evidencije o njima* ("Službene novine Federacije BiH" broj 47/11), kojim se reguliše ocjena i proračun rezervi podzemnih voda na teritoriji Federacije.

Definisanje vodnog bilansa u osnovi podrazumjeva metodu izučavanja ulaznih i izlaznih elemenata vodnih masa jednog područja u određenom vremenskom intervalu. Pri tom se izdvajaju dvije osnovne grupe metoda bilansiranja:

- Metode zasnovane na analizi vodnog bilansa putem egzaktnih mjerenja (hidrometrija) i korištenjem empirijskih obrazaca određivanja pojedinih elemenata
- Metode hidrodinamičke analize režima podzemnih voda (režim isticanja i fluktuacije nivoa podzemnih voda).

Pod bilansiranjem karstnih akvifera treba podrazumijevati cjelokupni složeni dinamički proces prihranjivanja, cirkulacije i isticanja akviferskih voda, kao analizu ulaznih i izlaznih elemenata, i svih faktora koji na taj proces utiču u određenim vremenskim ciklusima (Stevanović, 2015).

Najpodesniji i uobičajeni način prikaza jednačine vodnog bilansa u karstu dat je na .



Sl. 55 Jednačina vodnog bilansa u karstu (Stevanović, 2015); Legenda: p – padavine, I₁ – površinski doticaj, I₂ – podzemni doticaj, S_r – površinski oticaj, E₁ – evapotranspiracija, Q₁ – izdašnost izvora, Q₂ – podzemni (potpovršinski) oticaj, E₂ – evaporacija sa nivoa akvifera, R – promjena rezervi akviferskih voda, E – greška u proračunu

Ulazni elementi bilansa obuhvataju sve vidove prihranjivanja akvifera vodama od atmosferskih taloga, kao i površinskim i podzemnim doticajem iz susjednih slivova ili ležišta (što su naravno teško odredljivi elementi). Izlazni elementi su prije svega površinski oticaj i evapotranspiracija, kao elementi rashoda sa površine terena, zatim isticanje preko vrela (izdašnost), podzemno isticanje i evaporacija sa nivoa akvifera. Razlike, odnosno neravnoteža ulaznih i izlaznih elemenata, odgovaraju promjenama rezervi akviferskih voda u određenom vremenskom periodu, a mogu biti i posljedica greške u određivanju veličina pojedinih elemenata. U određenim uslovima mora se računati i na uticaj antropogenog faktora, prije svega kod vještačkog dovođenja, odvođenja odnosno potrošnje vode iz razmatranog sliva, odnosno bilansne jedinice.

Ukoliko bi svi članovi bilansne jednačine bili poznati, relativno je jednostavno odrediti promjenu dinamičkih rezervi (+/- R) u okviru analiziranog ležišta u određenom vremenskom periodu, što je i osnovni i najčešći praktični zadatak bilansiranja. Bilansiranje se po pravilu vrši za najmanje jedan hidrološki ciklus, odnosno najčešće za prosječnu hidrološku godinu, posebno ako se raspolaze ograničenim obimom podataka koji zahtijeva „osrednjavanje“. Za praktičniji rad dopušta se modifikacija bilansne jednačine (1), uz zanemarivanje podzemnog doticaja u ležište i evaporacije sa nivoa akvifera, jer su ova dva elementa ujedno i najteže odredljivi. S obzirom na svođenje svih elemenata na prosječne vrijednosti pretpostavlja se da se u dužem nizu uzastopnih hidroloških ciklusa, ne vrši promjena dinamičkih rezervi, uz uslov da je prihranjivanje približno jednako tokom razmatranog perioda. Tako se bilansna jednačina može svesti na uprošćeniji oblik:

$$P = Q_{vr} + \text{gubici} \quad (1)$$

gdje su :

- P** - efektivne padavine (uključujući i vode tokova formiranih u nekarstnim područjima),
- Q_{vr}** - sumarna izdašnost svih karstnih vrela ili crpenih količina voda,
- gubici** - sumarna veličina ostalih elemenata rashoda (evapotranspiracija, površinski oticaj i podzemno isticanje).

Do podataka o veličini isticanja preko vrela dolazi se uglavnom osrednjavanjem raspoloživih podataka o izdašnosti vrela sa stacionarnim osmatranjima ili preko procenjenih prosječnih izdašnosti na osnovu povremenih osmatranja i uz primjenu analogije. Realnost proračuna uslovljena je svakako i baznim elementima - raspoloživom fondovskom i publikovanom dokumentacijom o režimu izdašnosti i ocjenama pojedinih autora o raspoloživim resursima na područjima istraživanja.

Jedan od osnovnih problema u karstu vezan je za odredbu graničnih uslova, tj. kontura sliva. U praksi je teško tačno definisati granicu jednog sliva prema susjednim karstnim slivovima, tako da ovu skoro po pravilu ne možemo smatrati strogo određenom linijom, već širom zonarnom vododjelnicom. Pri tom, ni sam opit "bojenja" ne daje pouzdano granicu cijelog sliva s obzirom da se radi samo o tačkastom elementu u okviru jednog sliva (tačka obilježavanja). Tako se površine većine slivova u karstu uopšte, ne mogu smatrati nepromjenljivom kategorijom.

Pojedini elementi bilansa mogu biti određivani neposredno i posredno. Za određivanje veličine padavina podaci osnovne mreže kišomjernih stanica su dovoljno reprezentativni. Pod empirijskim metodama podrazumijevaju se brojni obrasci, dijagrami, nomogrami i sl., pomoću kojih se može približno odrediti stepen veličine pojedinih elemenata bilansa, posebno evapotranspiracije (jednačine koje su postavili Thornwait, Penman, Serra, Kuzin, Turc i dr.). Posredno određivanje bilansnih elemenata vrši se iz bilansne jednačine kada su poznati svi drugi elementi i često se koristi u hidrogeološkoj praksi.

Za potrebe određivanja isticanja akviferskih voda preko vrela neophodna je organizacija osmatračke mreže, ali se i za veliki broj vrela u eksploataciji ovi podaci ne prikupljaju. Stohastičke metode, sa uspostavljanjem autokrosregresivnih zavisnosti akviferskih i meteoroloških parametara se u praksi veoma često koriste da nadomjeste nedostatak dovoljnog poznavanja fizičkih osobina geološke sredine. Za analizu karakteristika režima isticanja karstnih akvifera uglavnom se koristi metoda tarismana. Metoda je široko primijenjena u hidrogeološkoj praksi, a zasnovana je na analizi pražnjenja karstnih akvifera u recesionim uslovima. I pored izvesnih uslovljenosti matematičkih postavki osnovne jednačine E.Mailleta, na nizu praktičnih primjera, dobiveni su zadovoljavajući rezultati. U praksi su međutim česti slučajevi njene neselektivne primjene (čak i u periodima najintenzivnijeg prihranjivanja), a treba istaći i da se rezultati niza sukcesivnih perioda recesije često veoma razlikuju. I pored toga, pri analizi GVTPV gdje god su postojali literaturni podaci o režimu pražnjenja i koeficijentima pražnjenja (α) oni su korišteni i prikazani u odgovarajućim tabelama (Aneksi I – XX).

Kad su u pitanju intergranularni akviferi, korištena je kombinacija metoda, koja podrazumeva ocjenu geometrije akvifera (površina rasprostranjenja, debljina) i efektivne poroznosti (dijela stijenske mase koja je u stanju da akumulira i propusti podzemne vode). Parametar efektivne poroznosti, zajedno sa

transmisivnošću (T) dobija se preko rezultata crpenja na vodnim objektima kada je pitanju nestacionarni režim filtracije. Kod stacionarnog režima i ustaljenog nivoa podzemnih voda koje se najčešće odvija u priobalnim akviferima (aluvijoni) dati eksploatacioni kapacitet crpjenja pojedinačnih ili grupe bunara, relevantna je veličina za ocjenu rezervi podzemnih voda, odnosno akviferskog toka na datom sektoru (eksploatacionom polju). Dalja regionalizacija, tj. analogija sa susjednim dijelom terena na kome nisu vršena crpjenja ali se pretpostavlja ekvivalentan hidrogeološki sistem, jedini je način za ocjenu rezervi. Koliko god nepouzdan, za npr. otvaranje budućih izvorišta, on bi trebalo da bude zadovoljavajući za regionalni nivo i opštu ocjenu rezervi.

Bilo da se radi o karstnim ili intergranularnim akviferima, jedan od ključnih elemenata, koji je uključen i u ovu analizu, je efektivna infiltracija voda od padavina (I_{ef}). Ovaj faktor naravno značajno varira u pojedinim dijelovima terena, uslovljen karakterom litološkog i pedološkog sastava pokrivnog dijela terena, filtracionim karakteristikama predmetnog akvifera, deficita zasićenja tla i stijena, dubine do nivoa akvifera, zatim pokrivenosti vegetacijom (intercepcija, transpiracija), intenzitetom i tipom padavina, temperaturom vazduha i tla i sl. U praksi je najbolje koristiti osrednjenu veličinu efektivne infiltracije na godišnjem nivou, što je učinjeno i u ovim analizama na nivou izdvojenih GVTPV za šta su korišteni literaturni podaci i iskustva na analizama u Dinarskom karstu. Ovako ocijenjene osrednjene veličine (%P) kalibrisane su sa podacima ukupnog isticanja na vrelima unutrašnjih slivova ili eksploatacije crpjenjem na pojedinim izvorištima (dijelova GVTPV za koji se raspolagalo podacima) radi provjere realnosti dobivenih vrijednosti. I ovde je za svaku GVTPV data ocjena stepena pouzdanosti izvršene ocjene efektivne infiltracije voda od padavina.

Ovim postupcima bilansiranja, bez obzira na nedovoljnu pouzdanost podloga, ipak se stvaraju mogućnosti za realnije sagledavanje pritisaka na kvantitet podzemnih voda, kroz odnos raspoloživo (obnavljajuće minus ekološki protok za zavisne eko sisteme) prema aktuelno i planirano korištenje. Sličan postupak ocjene primjenjivan je i u prethodnim studijama koje su uključile karakterizaciju vodnih tijela u slivu Save (Zavod za vodoprivredu, 2009).

2.6 Ocjena ranjivosti akvifera i podzemnih voda na regionalnom nivou

Ocjena potencijalne ugroženosti akvifera od zagađenja (ili prirodne ranjivosti), predstavlja neophodnu osnovu za planiranje i upravljanje podzemnim vodnim resursima. Karte ranjivosti, odnosno ugroženosti podzemnih voda od zagađenja prikazuju manje ili više subjektivnu ocjenu autora o potrebi zaštite podzemnih voda, prije svega njenog kvaliteta. Osnovna svrha izrade ovakve karte je klasifikacija i izdvajanje područja sa različitim stepenom ranjivosti, odnosno potencijalne ugroženosti. Izdvojena područja, odnosno klase ranjivosti prikazuju se različitim bojama ili šrafurama. U kombinaciji sa kartama rizika (prikaz lokacija i karaktera zagađivača) omogućuju da se pri prostornom planiranju, i pri izradi vodoprivrednih planova područja i drugih razvojnih i tehničkih dokumenata, preventivno zaštite područja od posebnog značaja (izvorišta, rezervati kvalitetnih voda, nacionalni i parkovi prirode i sl.).

Izrada ovih karata u GIS tehnologiji i prema različitim metodama je već više od dvije decenije prisutna u hidrogeološkoj praksi (Zwahlen, 2004). Savremena izrada karata podrazumijeva skoro kao obavezujući rad po standardima geografskog informacionog sistema (GIS). To uključuje korištenje postupka vizuelizacije terena i izrade 3-D modela, uz mogućnost raznovrsnih dopunskih analiza na tako kreiranim podlogama. Ovakve georeferencirane karte po pravilu povezane su se bazom podataka koja sadrži relevantne i detaljnije informacije (relacione baze). Prijevođenje klasičnih geoloških, hidrogeoloških i drugih karata u digitalni format zahtjeva znanje, sredstva i vrijeme. Danas je to neophodni postupak kojim se dostižu tehnički standardi onih zemalja koje odavno primenjuju ovakav koncept (Vrba & Zaporozec, 1994; Foster, 1998; Neukum & Hoetzel, 2005).

Jedna od sveobuhvatnijih analiza zaštite podzemnih voda izbor i primjena metoda za analizu ugroženosti podzemnih voda u npr. karstnim terenima, predstavljena je u okviru projekata COST 65, 1996 i COST 620 iz 2003 godine, koji su izrađeni pod pokroviteljstvom Evropske Unije. Ovaj projekat pod nazivom „Kartiranje ugroženosti i rizika od zagađenja u karstnim akviferima“, predstavlja tzv. „evropski pristup“ za zaštitu podzemnih voda u karstu Evrope.

Različiti evropski autori favorizuju različite metode za ocjenu stepena ugroženosti, a najčešće su primjenjivane sljedeće:

- DRASTIC (Aller et al, 1987)
- GOD (Foster et al, 1987)
- AVI (Van Stempvoort et al, 1992)
- GLA (Hölting et al, 1995)
- EPIK (Döerflinger, Zwahlen, 1997)
- PI (Goldscheider et al, 2000)
- VULK (Jeannin et al, 2001)
- LEA (Dune 2003)
- COP (Vias et al, 2002)
- TIME-INPUT (Daly et al, 2002)

Generalna razlika između navedenih metoda je u broju ulaznih parametara kao i u njihovoj raznovrsnosti pa su metode npr. PI i EPIK razvijene za upotrebu isključivo u karstnim terenima dok su neke druge metode razvijene za određene terene tj. tipove akvifera, a čiji se generalno dijelovi mogu

donekle kombinovati. Najveća razlika je istaknuta u formiranju karata ugroženosti karstnih akvifera koji su značajno osjetljiviji („ranjiviji“) na zagađenje i imaju slabija autopurifikaciona svojstva u odnosu na stijene koje karakteriše intergranularna ili pukotinska poroznost.

U ranijim analizama i za potrebe karakterizacijskih izveštaja za sliv Save (Zavod za vodoprivredu, 2009) korištena je metoda COP. Međutim realni problemi za primjenu metode mogu se sagledati i iz sljedećih konstatacija autora: “Ovoj karti su dodani i naglašeni tačkasti izvori zagađenja iz GIS baze podataka (naselja i registrovani industrijski zagađivači) kako bi se jasnije vidjeli dominantni izvori zagađenja. Važno je naglasiti da se kroz identifikaciju izvora zagađenja (pritisaka) još uvijek ne može odrediti veličina uticaja koju ti pritisci uzrokuju. Jedini način da se do tih veličina dođe jeste monitoring, tj. utvrđivanje indikatora stanja i utvrđivanje veličina uticaja i promjena na svakom vodnom tijelu. Naravno, važno je uspostaviti približnu korelaciju između veličine uticaja koju određeni pritisci prouzrokuju. U Studiji ranjivosti prostora Federacije BiH su uticaji gradirani kao: nema uticaja, tj. zanemarljiv je; uticaj je značajan, uticaj je velik, uticaj je veoma velik i uticaj je nedopustiv.”

Karte ranjivosti akvifera na regionalnom ili “nacionalnom” nivou nisu česte u hidrogeološkoj i vodoprivrednoj praksi jer ih po pravilu pored velike teritorije, odlikuje veliki broj prisutnih geoloških i hidrogeoloških jedinica, kao i složenost terena u pogledu reljefa, zemljišnog pokrivača i drugih elemenata koji imaju ili bi mogli imati uticaja na prirodnu ranjivost akvifera na unijeta zagađenja. Jedan od uspješnih primjera urađen je u Republici Srbiji primjenom metode IZDAN (Milanović et al. 2010), koja je u sebi uključivala parametre **I**nklinaciju, **Z**emljište, **D**ublina povlatnog sloja, **A**kvifer i **N**ivo podzemnih voda i ta iskustva su iskorištena pri kreiranju metodologije i koncepta za izradu Karte ranjivosti akvifera odnosno Grupa vodnih tijela podzemnih voda (GVTPV) u slivu rijeke Save na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine.

Za rad na adekvatnoj Karti ranjivosti na GIS platformi za potrebe Plana upravljanja, prijedložena je i nakon konsultacija za relevantnim stručnjacima Agencije za vodno područje rijeke Save, Sarajevo i prijedstavnik geoloških institucija Federacije BiH, kreirana originalna metoda sa akronimom **SODA** koja se sastoji od sljedećih elemenata:

- parametar **S** - inklinacija, nagib terena (engl. *Slope*)
- parametar **O** – pokrivka, povlatni sloj (engl. *Overlying strata*)
- parametar **D** – dubina do nivoa podzemnih voda (engl. *Depth to the groundwater table*)
- parametar **A** – tip akvifer (engl. *Aquifer*)

Za svaki od pojedinačnih elemenata utvrđeni su težinski koeficijenti (od 1 do 10) koji su prikazani u narednom tekstu i čije vrijednosti po pravilu rastu u pravcu “nepovoljnijih” sa aspekta uticaja koji imaju na ranjivost akvifera. Na primjer najblaži nagib terena ocjenit će se sa najvećim koeficijentom (10) jer smanjenje mogućnosti površinskog oticaja i produženje “boravka” polutanta na površini terena uvećava mogućnost njegove infiltracije. Slično, akviferi bez ili sa vrlo tankom nepropusnom povlatom povlače sa sobom mogućnost lakog prodiranja polutanta, i biće ocjenjeni najvećim koeficijentima.

Parametar S (inklinacija, nagib terena (engl. *Slope*))

Nagib terena određen je na osnovu digitalnog elevacionog modela (DEM snimak) rezolucije 200 x 200 m. Naime, uz pomoć ArcGIS platforme, korištenjem alata *Spatial Analyst Tools* i opcije *Surface/Slope* u okviru ArcToolbox-a, DEM je pretvoren u poligone sa nagibom terena u određenim procentima, čije su vrijednosti klasifikovane u opsege navedene u tabeli 11. Rezultatanta karta parametra S prikazana je u aneksu 2a.

Tabela 11 *Težinski koeficijenti za parametar S - inklinacija, nagib terena (engl. *Slope*)*

Nagib terena / Inklinacija (%)	Težinski faktor
veće od 18	1
između 12 i 18	3
između 6 i 12	5
između 2 i 6	9
manje od 2	10

Parametar O (pokrivka, povlatni sloj (engl. *overlying strata*))

Debljina povlatnog sloja generalno je teško određiva, odnosno ne postoji dovoljna garancija da je poznati podatak u određenoj tački (npr. profil bušotine) dovoljno reprezentativan da se može generalizovati u širem prostoru (lateralno i vertikalno). Međutim, za potrebe regionalne ocjene parametar O se može aproksimovati korištenjem i poređenjem više layer-a, što je i urađeno u konkretnom slučaju. Tako, za kreiranje karte debljine povlatnog sloja, korištene su sljedeće podloge: **Aquifer** layer, odnosno karta sa prikazanim tipovima akvifera na području sliva Save u BiH, zatim **Soil map**, na kojoj su prikazani tipovi zemljišta koji se nalaze na istom prostoru, **CORINE map** sa podacima o upotrebi zemljišnog sloja (*land use*), generacija 2006. sa pikselima 100 x 100 m, **DEM snimak** terena koji je korišten za analizu nagiba terena, kao i **karta hidrografske mreže**, koja je ukazivala na tip drenaže, a indirektno na tip stijene, odnosno akvifera (npr. odsustvo površinskih tokova nedvosmisleno ukazuje na karst). Preklapanjem ovih 5 podloga i njihovim poređenjem, okonturivala su se područja (poligoni) i istima se dodjeljivao odgovarajući težinski koeficijent, prema tabeli 12.

Tabela 12 *Težinski koeficijenti za parametar O – pokrivka, povlatni sloj (engl. *Overlying strata*)*

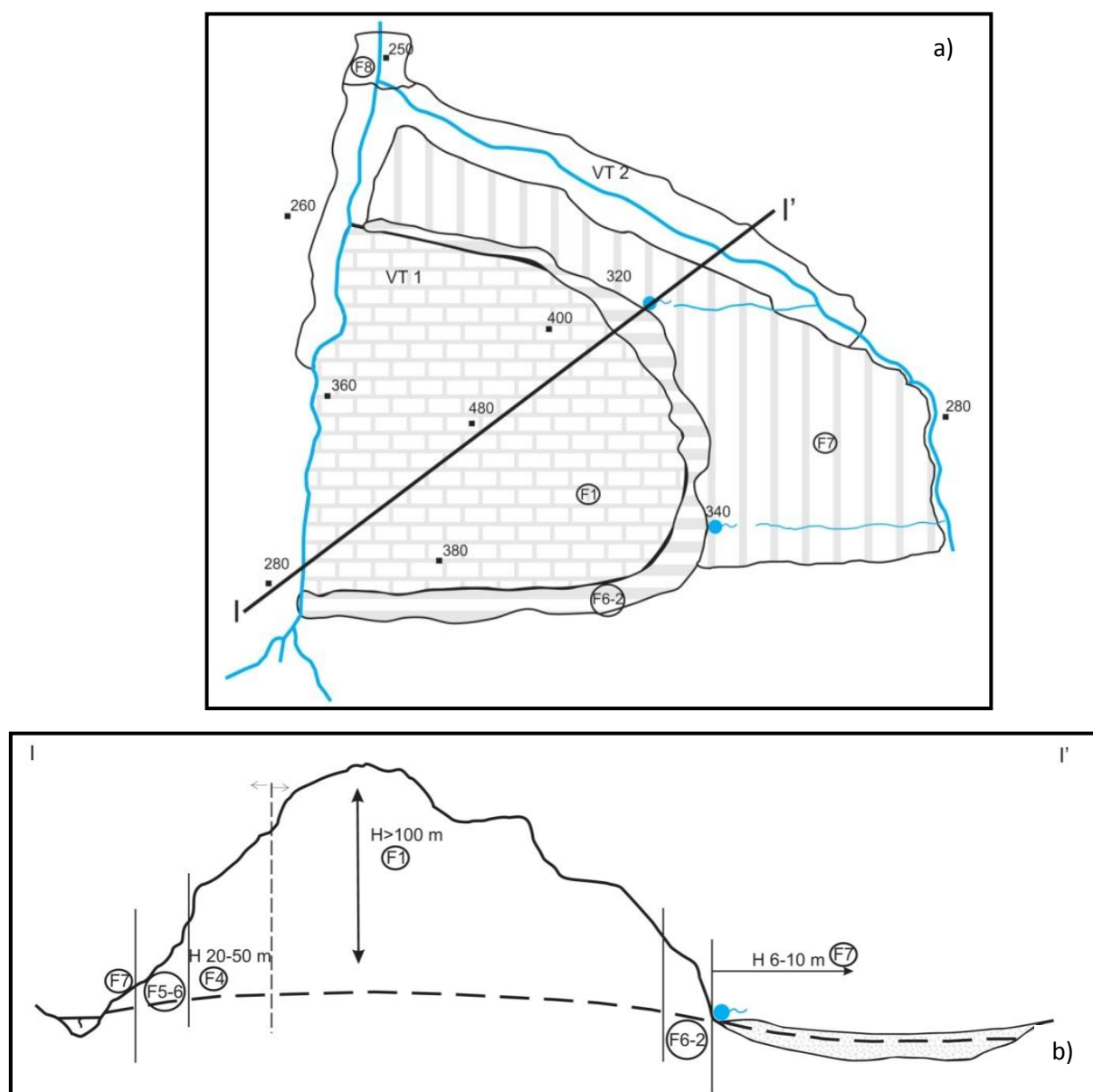
Karakteristike izdvojenih jedinica nad prvim akviferom od površine terena	Debljina povlatnog sloja	TK povlatnog sloja faktor _O
Neogeni akvifer	H > 30 m	1-3

1. Karstno pukotinski ili karstni akvifer sa dijeluvijalno proluvijalnim ili slabije propusnim aluvijalnim naslagama 2. Aluvijalne i terasne naslage, gline, pijeskovi i lesni pokrivač 3. Neogen – glinovito pjeskoviti ili glinovito-prašinast pokrivni sloj	1. H > 10 m 2. H > 12 m 3. H > 20 m	1-3
1. Karstno pukotinski ili karstni akvifer sa dijeluvijalno proluvijalnim ili aluvijalnim naslagama 2. Aluvijalne i terasne naslage gline, pijeskovi i lesni pokrivač 3. Neogen – glinovito pjeskoviti ili glinovito-prašinast sloj	1. H 5-10 m 2. H 8-12 m 3. H 15-20 m	4
1. Karstno pukotinski ili karstni akvifer sa dijeluvijalno proluvijalnim ili aluvijalnim naslagama 2. Aluvijalne i terasne naslage gline, pijeskovi i lesni pokrivač 3. Neogen – glinovito pjeskoviti ili glinovito-prašinast sloj	1. H 3-5 m 2. H 3-8 m 3. H 10-15 m	5
1. Karstno pukotinski ili karstni akvifer sa dijeluvijalno proluvijalnim ili aluvijalnim naslagama 2. Aluvijalne i terasne naslage gline, pijeskovi i lesni pokrivač 3. Neogen – glinovito pjeskoviti ili glinovito-prašinast sloj	1. H 2-3 m 2. H 2-3 m 3. H 5-10 m	6
1. Karstno pukotinski ili karstni akvifer sa dijeluvijalno proluvijalnim ili aluvijalnim naslagama 2. Aluvijalne i terasne naslage gline, pijeskovi i lesni pokrivač 3. Neogen – glinovito pjeskoviti ili glinovito-prašinast sloj	1. H 1-2 m 2. H 1-2 m 3. H < 5 m	7
1. Karstni akvifer, epikarst, sa tankim humusnim prijekrivačem 2. Aluvijoni, terase, šljunkovite naslage sa pijeskovito-glinovitim pokrivačem	1. H < 1 m 2. H < 1 m	8
Karstni akvifer, epikarst, uglavnom bez povlate Aluvijoni, terasni akvifer, pjeskovito-šljunkovite naslage na površini uglavnom bez povlate	0	9
Karstni akvifer, bez povlate, intezivna karstifikacija sa brojnim površinskim morfološkim oblicima (ponori, vrtače itd) Aluvijaln akvifer, šljunkovite naslage na površini bez povlate	0	10

Rezultatanta karta parametra O prikazana je u aneksu 2b.

Parametar D (dubina do nivoa podzemnih voda (engl. *depth to the groundwater table*))

Parametar D je najteže odredljiv. Jednostavno, kao i u prethodnom slučaju (parametar O) podatak o dubini do nivoa podzemnih voda u određenoj tački (bušotina, pijezometar) nije uvijek reprezentativan za širi prostor. Budući da najveći dio analiziranih terena nije pokriven pijezometarskom mrežom, ovaj parametar je dakle morao biti aproksimiran. To je urađeno na osnovu DEM snimka (topografskih karata) i položaja vodnih objekata sa poznatim nivoima akvifera: karstnih vrela, bušotina i ponora. Naime, poznajući kotu isticanja (koja približno predstavlja kotu nivoa podzemnih voda) i okolnih kota površine terena, može se dobiti aproksimativna razlika između ovih vrijednosti. Prema aproksimiranim nivoima, izvršena je interpolacija tačaka sa nivoima, na osnovu kojih su dobijene hidroizohipse u okviru čitavog sliva Save na teritoriji Bosne i Hercegovine. Pretvaranjem u rasterski format, svakom pikselu je dodjeljivana vrijednost nivoa na osnovu koje je isti piksel dobijao težinski koeficijent prema kategorizaciji datoj u tabeli 13. Grafički prikaz aproksimacije nivoa podzemnih voda je dat na slici Sl. 56. Karta parametra D prikazana je u aneksu 2c.



Sl. 56 a) Šematizacija određivanja NPV u prostoru; b) Šematizacija određivanja NPV u profilu ("I-I'") i dodjeljivanja težinskih koeficijenata za dubine do vode po poprečnom profilu za područje prikazano na Sl. 68

Tabela 13 Težinski koeficijenti za parametar D – dubina do nivoa podzemnih voda (engl. Depth to the groundwater table)

Dubina do NPV-a (H)	Težinski faktor_D
veće od 100	1
50-100	3
20-50	4
10-20	6
6-10	7
4-6	8
2-4	9
0-2	10

Parametar A (tip akvifera (engl. aquifer))

Za kreiranje Aquifer podloge korištene su georeferencirane Osnovne geološke karte (1:100.000) na teritoriji BiH koja pripada slivu Save. Konsultovane su također i sve raspoložive hidrogeološke karte – Hidrogeološka karta SFRJ 1:500,000 (Geološki zavodi republika bivše SFRJ), zatim Hidrogeološka karta Federacije BiH 1:300,000 (Geoinstitut, Sarajevo), Digitalna HG karta Dinarskog karsta u okviru projekta DIKTAS i dr. Na osnovu geoloških jedinica i hidrogeoloških karakteristika izdvajani su poligoni, kojima su dodjeljivani hidrogeološki atributi i težinski koeficijenti prema tabeli 14. Ovaj layer ujedno je i najvažniji, budući da nosi najveći težinski faktor u prijedloženom algoritmu za proračun.

Tabela 14 Težinski koeficijenti za parametar A – tip akvifera (engl. Aquifer)

Hidrogeološke karakteristike akvifera	Težinski faktor	Tipičan TF
VN – praktično vodonepropusne stijene	0-1	1
P2 – pukotinski akvifer male izdašnosti	2	2
P1 – pukotinski akvifer veće izdašnosti	3	3
I4 – u neogenim sredinama i kompl. zbijeno pukotinska	4	4
I3 – u terasnim i pleistocenskim naslagama	5-7	6
I2 – srednja do velika izdašnost (aluvijoni malih rijeka npr. Unac, Sanica, Spriječa)	7-9	8
K2 – karstni akver manje izdašnosti	8-9	8
I1 – akvifer u stijenama sa intergranularnom poroznošću velike izdašnosti (aluvijoni velikih rijeka Sava, Bosna, Vrbas, Una, Drina, Sana)	8-10	9
K1 – karstni akvifer velike izdašnosti	10	10

Rezultatanta karta parametra A prikazana je u aneksu 2d.

Kada su kreirane sve 4 podloge, karta ranjivosti je dobijena njihovim kombinovanjem na osnovu sljedećeg algoritma:

$$iU = (S \times 1) + (O \times 2) + (D \times 2) + (A \times 5)$$

Nakon izrade konceptualnog modela i kalibracije rezultata, cijelokupna karta ranjivosti je klasifikovana prema zadatim indeksima ugroženosti datim u tabeli 15.

Tabela 15 Kategorizacija prirodne ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA

Ugroženost podzemnih voda	Index ugroženosti
Tereni bez hidrogeoloških funkcija	0 do 8
Veoma nizak stepen ugroženosti (svetlo zelena)	8 do 20
Nizak stepen ugroženosti (fluo. zelena)	20 do 40
Srednji stepen ugroženosti (tamno zelena)	40 do 60
Srednje visok stepen ugroženosti (žuta)	60 do 80
Visok stepen ugroženosti (oranž)	80 do 90
Veoma visok stepen ugroženosti (crvena)	90 do 100

2.7 Nepotpunost i nepouzdanost podataka

Kada je riječ o nepotpunosti i neopuzdanosti podataka koji su korišteni pri delineaciji i karakterizaciji vodnih tijela podzemnih voda, prvo što treba napomenuti jeste nedostatak kvalitetne monitoring mreže koja će dati podatke o kvalitativnim i kvantitativnim karakteristikama podzemnih voda, odnosno podzemnih vodnih tijela. Postojeća monitoring mreža, kako je u prethodnim poglavljima napomenuto praktično ne zadovoljava kriterijume Okvirne direktive o vodama na osnovu kojih se može procijeniti da li je konkretno vodno tijelo podzemnih voda pod kvalitativnim i kvantitativnim pritiskom, odnosno kakvog je statusa. Drugim riječima, neophodno je uspostaviti takvu monitoring mrežu koja će dati relevantne podatke o količini vode kojima raspolaže GVTPV, kao i podatke o kvalitetu, tj. o hemijskim i bakteriološkim karakteristikama i sl. Precizno utvrđivanje nivoa podzemnih voda i kapaciteta crpljenja, odnosno hemijskih osobina i koncentracije eventualnih zagađujućih materija, mogu direktno ukazivati na mjere koje je neophodno preduzeti da bi se obezbijedio dobar status podzemnih voda, kako ga definiše Okvirna direktiva o vodama. Također, podaci dobiveni kvantitativnim monitoringom posebno u okviru izvorišta podzemnih voda bi dali pravu sliku o odnosu eksploatacije i rezervi, odnosno o nadeksploataciji podzemnih voda u vidu kvantitativnih pritisaka.

Nepotpunost podataka će samim tim uticati i na kreiranje karte ranjivosti, koja je prema primijenjenoj metodi uključivala hidrogeološku podlogu i podlogu sa dubinama do nivoa podzemnih voda, pored ostalih. Tako bi se formiranjem ravnomjerne osmatračke mreže preko koje će se dobijati podaci o količini vode i nivoima, aproksimacije i ekspertske procjene pri kreiranju podloge nivoa podzemnih voda koja je korištena za kartu ranjivosti, svele na minimum. Na taj način bi se direktno mogla uraditi karta hidroizohipsi, čime bi se uštedilo vrijeme izrade podloge a samim tim i ubrzao

proces kreiranja karte ranjivosti. U skladu sa prethodnim, i karte rizika i hazarda bi bile dosta reprezentativnije.

Također bi trebalo pomenuti preciznost prilikom razgraničavanja slivova u okviru savskog sliva na prostoru Bosne i Hercegovine. Nakon nekoliko iteracija, površinsko razgraničavanje 5 podslivova (Una, Vrbas, Bosna, Drina, neposredni sliv Save) se može smatrati preciznim, dok je za pouzdano označavanje podzemnih podslivova neophodno izvršavanje opita trasiranja, prevashodno u karstnim terenima. Imajući na umu nepredvidivost kretanja podzemnih voda u okviru karstnih kanala, ističe se neophodnost izvođenja opita trasiranja u Dinaridskom karstu zapadne i jugoistočne Bosne i Hercegovine, i to na većem broju ponora, kako bi se stekla potpuna slika o podzemnim podslivovima, odnosno da bi bilo moguće precizno izvlačenje hidrogeološke vododjelnice.

Poseban problem, istaknut i u svim ranijim studijama, je nedostatak sistematskog monitoringa podzemnih voda, koji bi obezbijedio relevantne podloge za planove upravljanja riječnim slivovima. Također, utvrđena je i nepotpunost podataka sa aspekta zaštićenih područja koji su navedeni u sljedećem:

- Nedostatak podzakonskih akata za pojedina zaštićena područja
- Nedovoljna međusektorska saradnja na aktivnostima koje se provode u zaštićenim područjima
- Neutvrđenost paralela postojećih zakona o zaštiti prirode i zaštiti kulturnog, historijskog i prirodnog naslijeđa sa IUCN kategorizacijom
- Nepostojanje strategije za uspostavu sistema zaštićenih područja na nivou cijele BiH.

II DIO

3. Ekološki ciljevi za podzemne vode

Kako je u ranijem tekstu navedeno, Okvirna direktiva o vodama Evropske unije predstavlja osnovni dokument na kome se zasnivaju svi zakonski akti i propisi koji propisuju načine i metodologiju upravljanja vodnim resursima na nacionalnom nivou, ili na nivou riječnih slivova, odnosno podslivova kao nižim hijerarhijskim jedinicama. Politika odnosa EU prema vodi, sadržana u ODV se zasniva na upravljanju vodnim resursima na nivou riječnih slivova, čime se ističe međunarodna koordinacija kako među zemljama članicama EU, tako i među zemljama koji su u procesu pregovaranja o članstvu.

Osnovni koncept EU u oblasti životne sredine usmjeren je na očuvanje, zaštitu i poboljšanje kvaliteta okoline u smislu razumne i racionalne upotrebe prirodnih resursa koja treba da se bazira na predostrožnosti i preventivnim akcijama kako bi se potencijalna šteta otklonila, a zagađivač primjerno sankcionisao. Voda se u Direktivi definiše kao naslijeđe Zemlje koje treba štititi i podvlači se njen nekomercijalni karakter, odnosno ističe se socijalna kategorija vode (Stevanović, 2011).

Direktiva propisuje da zaštita životne sredine za rječne slivove međunarodnog karaktera, a posebno zaštitne mjere, treba da budu koordinirane na području rječnog sliva. Za slivove koji se nalaze izvan granica EU, zemlje članice se obavezuju da će osigurati odgovarajuću saradnju sa zemljama nečlanicama. Kao osnovni ciljevi zaštite životne sredine za podzemne vode navode se obaveze da će «države članice unapređivati i obnavljati sve podzemne vode, osiguravši ekološku ravnotežu između zahvaćenih i količina voda koje prihranjuju podzemlje, da će preduzimati mjere za prevenciju i ograničavanje zagađivanja, sprječavanje pogoršanja statusa i obezbeđivanje zaokreta u pravcu očišćenja voda», sve sa ciljem da se u roku od 15 godina (do 2015) osigura «dobar status» podzemnih voda. Šta zapravo predstavlja status podzemnih voda? Kako ga definiše Okvirna direktiva o vodama Evropske unije, status podzemnih voda predstavlja stanje vode u određenom vremenskom intervalu i odnosi se na njen kvalitet i kvantitet. Princip je da se očekuje postizanje «dobrog» statusa površinskih i podzemnih voda i sprječavanje njihovog pogoršanja u budućem vremenu. Dostizanje dobrog kvaliteta smatra se osnovnom pretpostavkom snabdijevanja stanovništva pitkom vodom. Takav pristup je uostalom i cilj ODV. Drugim riječima, kao cilj implementacije ODV figuriše dovođenje kvalitativnih karakteristika voda u «dobro stanje», koje podrazumijeva proces dovođenja prirodnih voda (među njima i podzemnih) u stanje optimalnih fizičko-hemijskih i ekoloških karakteristika (samo kod površinskih voda). Zahtijevano «dobro stanje» je definisano preko dva parametra: hemijskog i kvantitavnog. Hemijski parametar označava praćenje maksimalnih dozvoljenih koncentracija određenih elemenata u vodi, koje nisu egzaktno određene (EU je definisala maksimalne dozvoljene koncentracije samo za nekoliko parametara) već ostavljene svakoj državi potpisnici ODV da odredi na osnovu konkretnih geoloških, klimatskih, strukturnih i drugih faktora. U tom pogledu su primarni nacionalni normativi kvaliteta za pijaće vode. Drugim riječima, praktično je bilo nemoguće uniformisati i kategorizovati ovakav vid monitoringa kvaliteta iz razloga što su pomenuti faktori različiti od područja do područja. Drugi parametar koji definiše «dobro stanje» podzemne vode jeste kvalitet koji se valorizuje preko stanja nivoa podzemne vode. Ni ovde ne postoji precizna kvantifikacija, iz istih razloga kao i kod hemijskog parametra, ali je generalno neophodno “da se

obezbijedi nivo koji ne ugrožava raspoloživi resurs podzemne vode dugogodišnjim korištenjem, i koji osigurava da neće doći do neuspjeha u dostizanju ekoloških ciljeva u pridruženim površinskim vodama, niti ugrožavanja kopnenih ekosistema“. S obzirom na poznate dileme šta se i kada podrazumijeva pod prekomjernom eksploatacijom (Custodio, 1992) jasno je da se moralo ostati samo u relativnim kategorijama. Time je definisano da, ukoliko je nemoguće popraviti kvalitet podzemnih voda u periodu od 15 godina, onda je neophodno sačuvati status onakav kakav je zatečen u vreme donošenja ODV. Također, važno je istaći i da države treba da odrede i ona podzemna vodna tijela kod kojih je potrebno postaviti niže ciljeve jer je uspostavljanje «dobrog» statusa često nemoguće bez ogromnih finansijskih ulaganja.

Savremeni trendovi u menadžmentu podzemnih vodnih resursa razmatraju i kategoriju prilagodljivosti (*engl. resilience*). Foster i MacDonald (2014) uvode sljedeće elemente koji treba da garantuju sigurnost resursa podzemnih voda i koji su također sadržani u Implementacionoj strategiji za ODV (European Commission 2008, Quevauviller 2008) :

- Raspoloživost rezervoarskog kapaciteta u akviferima, kao indikator koji treba da amortizuje trenutne ili potencijalne dugoročne efekte suša, klimatskih varijacija i drugih posljedica smanjenog prihranjivanja akvifera (Lankford, 2013).
- Produktivnost akvifera: kao indikator jednostavnosti (lakoće) zahvatanja vode iz akvifera.
- Zaštita akvifera od zagađivanja kao odnos prirodne ranjivosti i mogućnosti efektivne kontrole i prevencije mogućih zagađenja (Tabela 16).

Tabela 16 Faktori koji utiču na očuvanje resursa podzemnih voda (Foster i MacDonald, 2014)

Kriterijumi sigurnosti	Komponentni faktori	Nivo pritiska	Mjere za prevazilaženje	Sveukupna ocjena
	Unutrašnji indikatori			
Mogućnost akumuliranja podzemnih voda - Raspoloživost rezervoarskog kapaciteta u akviferima	Akumulirana PV koja se može crpiti; salinizacija; prirodna osjetljivost na kontaminaciju	Intenzitet i uticaj trenutne eksploatacije; izazvane promjene na prihranjivanje/ dreniranje	Monitoring resursa i efikasno upravljanje akviferom kao cjelinom	Interakcija ili proizvod prijetihodna tri faktora
Mogućnost snabdijevanja podzemnim vodama - Produktivnost akvifera	Permeabilnost akvifera; dubina do podzemnih voda; veza sa direktnim izvorima prihranjivanja	Intenzivno crpjenje koje vodi ka opadanju nivoa podzemnih voda i degradaciji podzemnih voda	Efektivno praćenje tokom sušnog perioda; kontrola crpjenja; spregnuto korištenje resursa	
Zaštita podzemnih voda - Zaštita akvifera od zagađivanja	Ranjivost akvifera na zagađenje (debljina i litologija povlate)	Intenzitet i karakter potpovršinskog opterećenja zagađujućih	Efektivnost smanjenja zagađivača, pregled i kontrola	

		materija		
--	--	----------	--	--

Imajući u vidu sve gore navedene parametre koji bliže indentifikuju termin «status podzemnih voda», proizilazi zaključak da se kao ciljevi koje treba dostići sa kvalitativnog i kvantitativnog aspekta podrazumijeva preduzimanje mjera koje se prije svega odnose na poboljšanje statusa onih vodnih tijela koja su pod pritiskom u smislu eksploatacije i kvaliteta. Drugim riječima, ti ciljevi bi podrazumijevali optimalno korištenje podzemnih vodnih resursa koje je u skladu sa realno raspoloživim bilansnim rezervama, odnosno preventivno djelovanje na sve potencijalne zagađivače na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine u slivu rijeke Save. Postizanje pomenutih ciljeva je jedino moguće uz formiranje adekvatne monitoring mreže koja će pouzdano moći da definiše kvalitativno – kvantitativni status podzemnih voda, odnosno koja će dati podatke na osnovu kojih je moguće precizno odrediti mjere sanacije eventualnih havarija ili preventivno djelovati na suzbijanju svih potencijalnih opasnosti od zagađenja podzemnih voda.

3.1 Ocjena bilansnih rezervi podzemnih voda u okviru GVTPV

Primjenjujući metodologiju proračuna bilansa podzemnih voda koja je definisana u poglavlju 2.4, proračunate su bilansne rezerve podzemnih voda za svaku grupu vodnih tijela podzemnih voda, koje su date u tabeli 17. Na ovom mjestu bi trebalo napomenuti da su bilansne rezerve za svaku GVTPV predstavljene zajedno bez obzira na entitetsku pripadnost iz razloga što nije bila moguća precizna kvantifikacija rezervi prema površinama koje se nalaze u entitetu. Drugim riječima, budući da je kretanje podzemnih voda uslovljeno geološkim i hidrogeološkim granicama, a ne entitetskim ili državnim, u tabelarnom pregledu bilansnih rezervi su uvedene kategorije koje bi mogle da daju generalnu sliku o pripadnosti bilansnih rezervi konkretnom entitetu. Naime, za svaku interentitetsku GVTPV su date ukupne bilansne rezerve, dok je u nastavku brojem zvjezdica označena površina koja se nalazi na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine na sljedeći način: jedna zvjezdica – manje od 33% ($<1/3$ P) površine se nalazi u Federaciji Bosne i Hercegovine; dvije zvjezdice – između 33% i 66% ($1/3 < P < 2/3$) površine se nalazi u Federaciji Bosne i Hercegovine; tri zvjezdice – više od 66% ($>2/3$ P) se nalazi u Federaciji Bosne i Hercegovine.

Tabela 17 Procjene bilansa podzemnih voda za izdvojene GVTPV na teritoriji FBiH u slivu Save

	Kod	Pripadnost	Naziv GVT PV	Q_{expl} (m^3/s)	Rezerve (m^3/s)
1	BA_KO_GW_K_1	FBiH	Donji sliv Korane – Velika Kladuša	0,26	0,44
2	BA_KO_GW_K_2	FBiH/TBA	Gornji sliv Korane – Cazin	0,15	0,3
3	BA_UN_GW_K_4	FBiH	Srednji sliv Une	0,05	0,3
4	BA_UN_GW_K_5	IE	Grmeč	0,1	10***
5	BA_UN_GW_K_3	FBiH/TBA	Gornji sliv Une	0,45	5
6	BA_UN_GW_K_2	IE	Srednji sliv Sane	0,07	3,2***
7	BA_UN_GW_K_1	IE	Gornji sliv Sane	0,25	5,5**
12	BA_UN_GW_I_2	IE	Aluvijon Sane	0,35	0,6*
8	BA_VR_GW_K_1	IE	Gornji sliv Vrbasa	0,72	5,8***
9	BA_VR_GW_K_2	IE	Srednji sliv Vrbasa	0,26	2*
13	BA_BO_GW_K_1	IE	Igman – Jahorina	6,8	8,5**
14	BA_BO_GW_I_3	IE	Sarajevsko – Zeničko polje	1,6	2***
15	BA_BO_GW_K_2	IE	Zapadna Romanija	0,4	1,5**
17	BA_BO_GW_K_3	IE	Gornji sliv Gostilje i Spriječće	0,38	1,8**
18	BA_BO_GW_I_3	IE	Stanarski basen	0,12	0,3*
25	BA_BO_GW_I_1	IE	Tuzlansko – Spriječće polje	0,42	0,53***
26	BA_BO_GW_K_4	FBiH	Vlašić – Plava voda	0,49	1,8
16	BA_DR_GW_K_4	IE	Drinjača	0,055	0,3*
22	BA_DR_GW_K_3	IE/TBA	Romanija – Devetak	0,5	4,8*
19	BA_SA_GW_I_1	BD/RS/TBA	Posavina	1	2,5*

Legenda: * - manje od 33% ($<1/3$ P) površine se nalazi u Federaciji BiH; ** – između 33% i 66% ($1/3 < P < 2/3$) površine se nalazi u Federaciji BiH; *** – više od 66% ($>2/3$ P) se nalazi u Federaciji BiH

Iz prethodne tabele se može vidjeti da se na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine nalazi 5 GVTPV sa više od 66% površine u tom entitetu, čime je definisano da se najveća količina bilansnih rezervi tu i

generiše. Također, značajne su i one GVTPV koje se na teritoriji FBiH prostiru sa površinom između 33% i 66%. Njih u okviru ovog entiteta ima 4.

Kako je već u ranijem tekstu rečeno, prekomjerna eksploatacija nije čest slučaj na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine. Nasuprot tome, najčešće se dešava da bilansne rezerve višestruko prevazilaze trenutno crpenje, odnosno da je nivo eksploatacije u granicama bilansnih rezervi kojima akvifera raspolaže, kao što je prikazano u tabeli 17. Iz navedenog se zaključuje da se na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine nalazi dovoljno podzemne vode za nesmetano vodosnabdijevanje stanovništva, ali da se istovremeno moraju preduzeti sve neophodne mjere da bi se ona racionalno koristila.

3.2 Ocjena stanja ranjivosti podzemnih voda – rezultat primene metode SODA

Primjenom metodologije SODA za ocjenu prirodne ranjivosti podzemnih voda, koja je predstavljena u poglavlju 2.5 i ulaznih parametara (Aneksi 2a-d) dobijene su kategorije ranjivosti koje su zastupljene na finalnoj karti (Aneks 2). One su predstavljene i u tabeli 18. iz koje se vidi procentualna zastupljenost klasa ranjivosti. Među njima su najznačajnije klase *Srednje do visok stepen ranjivosti* (68,64%) odnosno *Srednji stepen ranjivosti* sa 16,24%. Najugroženije kategorije pokrivaju mali procenat teritorije što je veoma važno sa aspekta prostornog planiranja. Tako, kategorije *Visok stepen ranjivosti* obuhvata 4,86% odnosno *Veoma visok stepen ranjivosti* obuhvata 0,5% teritorije FBiH u slivu Save. Pored regionalne ocjene, prirodna ranjivosti podzemnih voda u okviru svake pojedinačne GVTPV je data u tekstu koji slijedi.

Tabela 18 Procentualna zastupljenost kategorija prirodne ranjivosti podzemnih voda u slivu Save na teritoriji BiH, dobijene primenom metode SODA

RANJIVOST PV U SLIVU SAVE NA TERITORIJU FEDERACIJE BiH I BRČKO DISTRIKT BIHA			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km ²)	Procenat %
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	9144,68	53,2*
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	13,95	0,18
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	758,19	9,58
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	1285,64	16,24
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	5432,29	68,64
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	384,64	4,86
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	39,48	0,50

* Napomena: površina i procenat izračunati su na osnovu površine cijelog sliva Save u FBiH

U Aneksu 2 dat je prikaz karte ranjivosti podzemnih voda dobijen primjenom gore navedene metode. Dobijena Karta ranjivosti se dalje koristi za ocjenu Rizika od zagađivanja pojedinih akvifera, odnosno GVTPV kojima ti akviferi pripadaju.

3.3 Procjena rizika i hazarda podzemnih voda

Kako se sa **Karte prirodne ranjivosti podzemnih voda** može uočiti, akviferi na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine u slivu Save se najvećim dijelom nalaze u kategoriji *Srednje do visok stepen ranjivosti* (68,64%), čime je ujedno generalno i definisana potencijalna ugroženost podzemnih voda na ovom području. Ukoliko se uzme u obzir velika podložnost zagađenju karstnih i intergranularnih akvifera, koji i sačinjavaju najveći dio FBiH, potpuno je jasno zbog čega ova kategorija zauzima najveću površinu. Ipak, velika prirodna ranjivost podzemnih voda još više dolazi do izražaja kada se imaju na umu svi postojeći i potencijalni zagađivači na istražnom terenu. Pomenuti zagađivači, predstavljeni na jedinstvenoj karti formiraju **Kartu hazarda podzemnih voda od zagađenja**, koja prezentuje sve zagađivače od kojih prijeti opasnost. Tako, kompilacijom pomenute dvije karte (prirodna ranjivost i hazard) dobija se jedinstvena **Karta rizika podzemnih voda od zagađenja** koja direktno ukazuje na stepen rizika koji svaka GVTPV ima kada je riječ o zagađenju. To je posebno važno sa aspekta urbanizacije i prostornog planiranja onih područja koji se nalaze u dijelovima terena bogatih podzemnim vodama, budući da se pri planiranju i izgradnji objekata moraju uzeti u obzir faktori ranjivosti i rizika i preduzeti sve mjere kojima će se efikasno zaštititi ovaj resurs.

Obrađivači ovog Plana smatraju da je ovaj postupak u cjelini svrsishodniji od također relevantnog, ranije primijenjenog u karakterizacijskim izveštajima za 4 pilot vodna tijela na prostoru FBiH, a koji su bazirali na metodi TEC (Rudarski Institut, 2013). TEC metoda je bila primijenjena za ocjenu pritiska i uticaja, te procjenu rizika sa kvalitativnog i kvantitativnog aspekta. Jedan od razloga za njenu primjenu jeste i njena aplikativnost u zemljama u kojima ne postoji katastar zagađivača, odnosno baze podataka tačkastih i difuznih zagađivača. Ocjena **kvantitativnog statusa** ovom metodom je vršena na osnovu rezervi podzemne vode i zahvaćenih količina vode iz razmatrane grupe vodnih tijela. Predviđena je kategorizacija po kojoj je vodno tijelo pod pritiskom ukoliko je zahvaćeno više od 50% raspoloživih rezervi. Sa druge strane, ukoliko je procenat iskorištenja ispod 50%, smatra se da vodno tijelo nije pod pritiskom sa kvantitativnog aspekta. Za ocjenu **kvalitativnog statusa** podzemne vode, treba prvo reći da TEC metoda tretira sve zagađivače (i difuzne i tačkaste) na isti način, bez obzira na karakter i intenzitet zagađenja. Za procjenu kvalitativnog pritiska na lokalitetima registrovanih tačkastih izvora zagađenja, ucrtani su krugovi prečnika 1 km². Dalje, ukupna površina svih teorijskih krugova uticaja je zatim dijeljena sa površinom konkretnog vodnog tijela. Tako, ukoliko dobiveni odnos nije veći od 33%, tj. ukupna površina teorijskih krugova nije veća od 33% površine vodnog tijela, smatra se da vodno tijelo nije pod kvalitativnim pritiskom.

Metodologija izrade karata hazarda i rizika podzemnih voda u slivu Save na teritoriji Federacije BiH primijenjena u ovoj studiji, predstavljena je na slivnom području unutar entiteta za koje su prikazane karta hazarda (rezultat mogućeg zagađenja od prisutnih polutanata) i karta rizika (kombinacija prisutnih polutanata i prirodne ranjivosti terena). Kada je riječ o kartama rizika i hazarda, trebalo bi istaći da su one izrađene odvojeno prema tačkastim i difuznim zagađivačima. Naime, ove karte (hazard prema difuznim i hazard prema tačkastim zagađivačima, odnosno rizik prema difuznim i rizik prema tačkastim zagađivačima) zajedno čine praktično jednu cjelinu, ali su morale biti zasebno urađene uslijed nemogućnosti izvođenja zajedničkih matematičkih kalkulacija vektorskih i rasterskih podataka u GIS okruženju. Na taj način su odvojeni difuzni i tačkasti zagađivači, koji su predstavljeni

pikselima u rasterskom obliku (difuzni zagađivači), odnosno tačkama u vektorskom zapisu (tačkasti zagađivači). Tako, u tekstu koji slijedi biće predstavljena metodologija kreiranja karata hazarda i rizika prema tačkastim i difuznim zagađivačima.

Prva **Karta hazarda u odnosu na difuzne zagađivače** za sliv Save u Federaciji BiH (Aneks 3), je zapravo transformisana CORINE¹⁰ Land Cover karta (*NEW CORINE map*) Evropske Agencije za životnu sredinu iz 2006. godine sa podacima o upotrebi zemljišnog sloja (CORINE Land Use 2006). Saglasno legendi koja je prateći dio ove CORINE karte, svakom pikselu na karti dodijeljena je vrijednost u dijapazonu od 1 do 255 koja označava tip zemljišnog pokrivača (Tabela 19). Budući da upotreba zemljišta može biti jedan od najvažnijih indikatora osjetljivosti kvaliteta vode na zagađenja, svakom pikselu je dodijeljen koeficijent opterećenja od 0 do 1 u zavisnosti od potencijalne opasnosti od zagađenja. Pomenute tabelarne vrijednosti su empirijske, uspostavljene su kao referentni standard, a u konkretnom slučaju preuzete iz evropskog projekta *CCWARE - Mitigating Vulnerability of Water Resources Under Climate Change* (Čenčur Curk et al., 2014) i kao takve prikazane u tabeli 19.

¹⁰ <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-2006-raster>

Tabela 19 Korištenje zemljišta prema CORINE map 2006 na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine i prikaz koeficijenata opterećenja (Čenčur Curk et al., 2014) kao osnov Karte hazarda u odnosu na difuzne zagađivače. **Napomena:** Plavom bojom su prikazane samo one vrijednosti iz CORINE map koje se nalaze na teritoriji Federacije BiH u okviru GVTPV u slivu Save.

CORINE unit	Land Use (CORINE map 2006)	Koeficijent opterećenja	CORINE unit	Land Use (CORINE map 2006)	Koeficijent opterećenja
1	Kontinuirano urbano područje	0,400	23	Širokolisne šume	0,240
2	Diskontinuirano urbano područje	0,367	24	Četinarske šume	0,167
3	Industrijske ili komercijalne jedinice	0,333	25	Mješovite šume	0,187
4	Putna i željeznička mreža i prateće zemljište	0,500	26	Prirodno travnate površine	0,167
5	Luke	0,467	27	Nekultivisana, neobrađiva površina	0,180
6	Aerodromi	0,467	28	Sclerophyllous vegetacija	0,167
7	Rudnici	0,600	29	Prelazno šumsko – žbunasto područje	0,173
8	Deponije	0,933	30	Plaže, dine, pesak	0,167
9	Gradilišta	0,467	31	Ogoljene stijene	0,100
10	Urbane zelene površine	0,233	32	Područja sa razređenom vegetacijom	0,133
11	Sportski i rekreacioni objekti	0,267	33	Požarišta	0,333
12	Nenavodnjavano obradivo zemljište	0,800	34	Glečeri i područja većitog snijega	0,007
13	Trajno navodnjavano zemljište	1,000	35	Kopnene močvare	0,153
14	Polja pirinča	0,900	36	Tresave, tresetne močvare	0,153
15	Vinogradi	0,400	37	Slane močvare	0,153
16	Voćnjaci i plantaže voća	0,333	38	Slanice	0,153
17	Maslinjaci	0,300	39	Plavljena područja	0,200
18	Pašnjaci	0,233	40	Vodotoci	0,200
19	Godišnji usijevi sa trajnim usevima	0,600	41	Vodni baseni	0,200
20	Kompleksi parcijela koji se obrađuju	0,553	42	Priobalne lagune	0,200
21	Zemljište, uglavnom poljoprivredno sa značajnim površinama pod prirodnom vegetacijom	0,367	43	Estuari	0,200
22	Obradiva površina pod šumom	0,200	44	Mora i okeani	0,200

Na pomenutoj karti (Aneks 3) se uočava da je cijela teritorija Bosne i Hercegovine u slivu Save, a samim tim i Federacije Bosne i Hercegovine, klasifikovana u 6 kategorija čije su granične vrijednosti predstavljene u tabeli br. 20: *Praktično bez hazarda*, *Mali hazard*, *Umjereni hazard*, *Srednji hazard*, *Veliki hazard* i *Veoma veliki hazard*. Kategorizacija vrijednosti hazarda od zagađenja je određena na osnovu potencijalne opasnosti određenih elemenata. Tako najmanje opasno područje ima koeficijent 0,007 (*Glečeri i područja vječitog snijega*), odnosno 0,100 (*Ogoljene stijene*), dok su u kategoriji najopasnijih *Deponije* sa koeficijentom 0,933 odnosno *Trajno navodnjavano zemljište* (1,000). Iz navedenog se vidi da sa opasnošću od zagađenja raste i koeficijent (0,1 najmanje – 1,0 najviše opasno), te su na osnovu toga napravljeni dijapazoni kategorija hazarda od zagađenja, na osnovu kojih je dobijena Karta hazarda u odnosu na difuzne zagađivače. Također, važno je istaći da su u ovom procesu tretirani isključivo elementi prisutni na razmatranom području.

Tabela 20 Klasifikacija vrijednosti hazarda od zagađenja prema difuznim zagađivačima

Hazard od zagađenja podzemnih voda	Indeks rizika
Praktično bez hazarda	< 0,1
Mali hazard (tamno zelena)	0,1 - 0,3
Umjereni hazard (svetlo zelena)	0,3 - 0,5
Srednji hazard (žuta)	0,5 - 0,7
Veliki hazard (narandžasta)	0,7 - 0,85
Veoma veliki hazard (crvena)	0,85 - 1

Pored gore navedene grafičke interpretacije hazarda, kategorije koje se nalaze na ovom području su predstavljene i tabelarno (Tabela 21.) i uočljivo je da je najzastupljenija kategorija *Mali hazard* (72,7%), dok pored nje, značajno rasprostranjenje ima i kategorija *Srednji hazard* (12,5%), odnosno *Umjereni hazard* (12,13%).

Tabela 21 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda podzemnih voda od zagađenja na teritoriji FBiH u slivu Save

Teritorija Federacije Bosne i Hercegovine u slivu Save			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina (km ²)	Procjenat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	5848,48	72,68
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	976,26	12,13
Srednji hazard	0,5 - 0,7	1007,84	12,53
Veliki hazard	0,7 - 0,85	209,36	2,60
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	4,62	0,06

Pored karte hazarda prema difuznim zagađivačima, kreirana je i **Karta hazarda prema tačkastim zagađivačima**. Ova karta (Aneks 4) izrađena je u vektorskom obliku iz razloga što kalkulacije vektorskih podataka sa rasterima nisu moguće u GIS okruženju. Stoga, Karta hazarda je dobijena na osnovu tačkastih zagađivača u obliku shape fajlova. Svaki tačkasti zagađivač izražen je preko opterećenja ekvivalentnog broja stanovnika (EBS load). U zavisnosti od veličine EBS, a prema odnosu minimalnih i maksimalnih proračunatih opterećenja, svakom tačkastom zagađivaču dodijeljen je krug

precizno utvrđenog poluprečnika (Tabela 22). Time je svaki tačkasti zagađivač predstavljen kružnicom određene površine (zavisne od veličine opterećenja u 14 klasa prečnika koji je u odgovarajućoj razmjeri od 500m do 10500m) i koja u potpunosti, ili nekim svojim dijelom prekriva određene površine konkretne grupe podzemnih vodnih tijela u kojoj se zagađivač i nalazi. Na taj način formirana je karta hazarda u odnosu na tačkaste zagađivače (Aneks 4). Također, ovde je važno napomenuti da je primijenjen koncept sumiranja vrijednosti EBS opterećenja kada je velika koncentracija tačkastih zagađivača na prostoru male površine. To je učinjeno iz razloga što je realno stanje da ovi zagađivači imaju zajednički negativni uticaj na podzemne vode. Na taj način je dobijena **Regionalna karta hazarda podzemnih voda u odnosu na tačkaste zagađivače**, koja će biti prikazana samo na nivou cijele Bosne i Hercegovine u slivu Save iz razloga što nije moguće disperziono kretanje unijete zagađujuće materije ograničiti na osnovu entitetskih ili državnih granica. Na pomenutoj karti su u legendi prikazane kategorije EBS opterećenja tačkastih zagađivača koji se nalaze na teritoriji BiH. Također, ova karta predstavlja rasprostranjenje registrovanih tačkastih zagađivača u zavisnosti od EBS opterećenja. Njihove dodijeljene kružnice neće figurisati pri određivanju rizika od zagađenja (slično TEC metodi), budući da je u obje pomenute metode prisutna određena subjektivnost pri određivanju poluprečnika kružnice, što direktno utiče na stepen rizika.

Tabela 22 Vrijednost poluprečnika pripadajućeg kruga na osnovu opterećenja EBS

EBS load	Polupriječnik kruga (m)	EBS load	Polupriječnik kruga (m)
500 - 750	500	5500 - 6000	5500
750 - 1000	750	6000 - 6500	6000
1000 - 1250	1000	6500 - 7000	6500
1250 - 1500	1250	7000 - 7500	7000
1500 - 2000	1500	7500 - 8000	7500
2000 - 2500	2000	8000 - 8500	8000
2500 - 3000	2500	8500 - 9000	8500
3000 - 3500	3000	9000 - 9500	9000
3500 - 4000	3500	9500 - 10000	9500
4000 - 4500	4000	10000 - 10500	10000
4500 - 5000	4500	>10500	10500
5000 - 5500	5000		

Karte hazarda podzemnih voda, koje reprezentuju potencijalnu opasnost od zagađenja podzemnih voda, mogu se kombinovati sa kartom prirodne ranjivosti čiji rezultat bi bila **Karta rizika u odnosu na difuzne zagađivače** za sliv Save u Federaciji BiH (Aneks 5). Karta hazarda podzemnih voda prema difuznim potencijalnim zagađivačima na osnovu upotrebe zemljišta (*land use*) preklapljen je sa Kartom prirodne ranjivosti podzemnih voda u cilju definisanja rizika od zagađenja. Naime, rizik zagađenja će zavisiti kako od potencijalnog difuznog zagađivača, tako i od ranjivosti akvifera odnosno podzemnih voda, pa tako npr. nizak stepen prirodne ranjivosti podzemnih voda može amortizovati visok stepen difuznog zagađivanja sredine usled neadekvatnog korištenja zemljišta. I obratno.

Metodologija izrade karte rizika podrazumijevala je množenje svakog piksela karte ranjivosti sa odgovarajućim pikselom CORINE karte hazarda sa gore navedenim težinskim koeficijentima čije su vrijednosti piksela date u odnosu na potencijalnost od zagađenja. To je omogućeno uz pomoć programskog paketa ArcGIS i korištenjem alata *Map Algebra/Raster Calculator*. Naravno, prethodni uslov koji je morao biti ispunjen je da oba rastera koja ulaze u kalkulacije budu iste rezolucije, tj. iste veličine piksela, da bi se onda svaki piksel iz jednog rastera množio sa samo jednim, njemu odgovarajućim pikselom iste veličine. Da bi prethodno izložena metodologija bila pojašnjena, služi primjer kalkulacije u jednom dijelu Sarajevsko – Zeničkog polja. Naime, prema Karti ranjivosti, na krajnjem sjeveru ove GVTPV vrijednost piksela iznosi 39, čime ovaj dio spada u klasu *Nizak stepen ranjivosti*. Prema CORINE mapi, na istom području se nalazi šumski prostor (*Broad-leaved forest*) koji, po klasifikaciji u tabeli 19 ima vrijednost 0,24, što je dodijeljena vrijednosti piksela. Jednostavnim množenjem ove dvije vrijednosti, dobija se vrijednost od 9,36. Budući da je dijapazon Karte prirodne ranjivosti terena od 1 do 100, a Karte hazarda od 0 do 1, njihovim množenjem se dobija vrijednosti kalkuliranih piksela u rasponu od 1 do 80 na Karti rizika podzemnih voda prema difuznim zagađivačima, koji su podijeljeni u 5 klasa (Tabela 23). Tako je u konkretnom primjeru 9,36 pripalo prostoru klasifikovanom u klasu *Mali rizik* (1-10), ali blisko kategoriji *Umjereni rizik*.

Tabela 23 Klase rizika podzemnih voda prikazane na Karti rizika od difuznih zagađivača

Rizik od zagađenja podzemnih voda	Indeks rizika
Praktično bez rizika	0 do 1
Mali rizik (tamno zelena)	1 do 10
Umjereni rizik (svetlo zelena)	10 do 30
Srednji rizik (žuta)	30 do 50
Veliki rizik (narandžasta)	50 do 70
Veoma veliki rizik (crvena)	70 do 80

Pored grafičke interpretacije Karte rizika podzemnih voda u odnosu na difuzne zagađivače, kategorije koje su prisutne na ovom prostoru su date i tabelarno (Tabela 24). Iz nje se može uočiti da je najdominantnija kategorija rizika prema difuznim zagađivačima na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine u slivu Save *Umjereni rizik* sa procentualnom zastupljenošću od 80,07%.

Tabela 24 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine u slivu Save

Teritorija Federacije Bosne i Hercegovine u slivu Save			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km ²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	675,15	8,72
Umjereni rizik	od 10 do 30	6201,93	80,07
Srednji rizik	od 30 do 50	674,75	8,71
Veliki rizik	od 50 do 70	192,18	2,48
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	1,23	0,02

Osim karte rizika na osnovu difuznih zagađivača, izrađena je i **Regionalna karta rizika podzemnih voda prema tačkastim zagađivačima** (Aneks 6). Korištena je metodologija kojom se stiče realnija slika o stvarnom opterećenju grupe vodnih tijela podzemnih voda na zagađenja. Naime, prilikom definisanja hazarda na osnovu tačkastih zagađivača, neophodno je, osim vrijednosti opterećenja EBS, uzeti u obzir i geomorfološke, geološke i hidrogeološke karakteristike (položaj površinske i podzemne vododjelnice, smjer kretanja podzemnih voda i sl.), kao i granice i površinu GVTPV. Tako je moguće da se određeni tačkasti zagađivač nalazi u neposrednoj blizini GVTPV, ali da zbog topografije i geologije terena, praktično ne utiče mnogo na zagađenje podzemnih voda. Takav je npr. slučaj sa zagađivačima koji se nalaze u Bihačkoj kotlini, između GVTPV „Gornji sliv Une“ i GVTPV „Grmeč“, koji iako sa veoma velikim EBS opterećenjem nemaju veliki uticaj na susjedne karstne akvifere na obodu kotline. Pored toga, slabije propusni sedimenti kotline imaju sposobnost da zadrže veći dio zagađujuće materije pri eventualnim havarijama, i svojim atenuacionim svojstvima zapravo štite karstne akvifere u podini. Time je ovaj dio terena praktično prirodno zaštićen od zagađivača. Ovakvih primjera je nekoliko na prostoru savskog sliva na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine. Sa druge strane, u sjevernim dijelovima terena, situacija je drugačija. Naime, u okviru GVTPV „Posavina“ morali su biti uzeti u obzir i zagađivači koji se ne nalaze direktno na površini vodnog tijela, već u neposrednoj blizini, izvan granica. Razlog za takav pristup je svakako dobra propusnost sedimenata u priobalnom dijelu (slabija atenuacija), ali i zaravnjenost terena, koje omogućava sporiji oticaj i samim tim intenzivniju infiltraciju.

Koristeći takvu metodologiju, proračun rizika na osnovu tačkastih zagađivača definisan je na osnovu odnosa (dijeljenja vrijednosti) EBS opterećenja i površine cele GVTPV koja se može generalno smatrati jednom cjelinom u vodoprivrednom smislu. Deljenjem vrijednosti EBS opterećenja i površine dobija se vrijednost koja označava opterećenje ekvivalentnog broja stanovnika po jedinici površine GVTPV. Dobiveni rezultat se dakle odnosi na cjelokupnu grupu vodnih tijela podzemnih voda, a ne samo na onaj dio koji je neposredno pokriven kružnicom i nalazi se u blizini tačkastog zagađivača. Razlog za ovakav pristup je i u činjenici da se zagađujuće materije tačkastih zagađivača disperzno prenose kroz akvifer, čime se i zagađenje prenosi dalje od mjesta same kontaminacije i širi unutar granica konkrentnog vodnog tijela (engl. *plume*). Na taj način je dobijena **Regionalna karta rizika prema tačkastim zagađivačima** (Aneks 6) čije su vrijednosti podijeljene u 6 klasa (Tabela 25): *Praktično bez rizika, Mali rizik, Umjereni rizik, Srednji rizik, Veliki rizik, Veoma veliki rizik.*

Tabela 25 Klase rizika podzemnih voda prikazane na Karti rizika od tačkastih zagađivača

Rizik od zagađenja podzemnih voda	Indeks rizika
Praktično bez rizika	0 do 1
Mali rizik (tamno zelena)	1 do 4
Umjereni rizik (svetlo zelena)	4 do 30
Srednji rizik (žuta)	30 do 150
Veliki rizik (narandžasta)	150 do 300
Veoma veliki rizik (crvena)	>300

Generalno, kategorije *Mali* i *Umjereni rizik* karakteriše karstne akvifere u okviru pojedinih GVTPV, dok su GVTPV integrularne poroznosti pretežno zahvaćene klasama *Srednji* i *Veliki rizik*. Karakteristično je da je GVTPV „Tuzlansko – Spriječko polje“ pod *Veoma velikim rizikom*.

Također, važno je napomenuti da se Regionalna karta rizika GVTPV prema tačkastim zagađivačima ne prikazuje na nivou svakog pojedinačnog vodnog tijela, već isključivo na regionalnom nivou. Razlog je što je svaka GVTPV karakterisana samo jednom klasom rizika u odnosu na tačkaste zagađivače (Aneks 6).

Prema tome, karta rizika kombinacijom karte ranjivosti i karte hazarda moguća je samo za prikaz prema difuznim zagađivačima, dok se karta rizika prema tačkastim zagađivačima mora kreirati prema odnosu karte hazarda (tačkastog) prema površini GVTPV.

Na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine u slivu Save od ukupno 20 izdvojenih GVTPV, prema riziku u odnosu na tačkasta zagađenja (Aneks 6), 4 (20%) je u kategoriji *Praktično bez rizika*, 4 GVTPV (20%) je pod *Malim rizikom*, dok je 7 (35%) GVTPV u klasi *Umjerenog rizika*. Među višim kategorijama rizika nalazi se 1 GVTPV (5%) u klasi *Srednjeg rizika*, odnosno 3 GVTPV (15%) u klasi *Veliki rizik*. Na kraju, kao što je ranije rečeno, 1 GVTPV (5%) spadaju u najugroženiju kategoriju *Veoma veliki rizik*. Upoređujući ovaj podatak sa zaštićenim prirodnim područjima, kao i onima na kojima se nalaze zone sanitarne zaštite izvorišta (ZSZ), može se reći da je jedini ugrožen prostor na teritoriji GVTPV „Posavina“ koja je u kategoriji *Visoki rizik*.

3.4 Pritisci na podzemne vode na teritoriji FBiH u slivu r. Save

Osnovni cilj Okvirne direktive o vodama Evropske unije jeste identifikacija svih (grupa) vodnih tijela podzemnih voda koja su pod pritiskom i preduzimanje mjera za smanjivanje pritiska i prevođenja statusa u „dobar“. Iz tog razloga je važno klasifikovati GVTPV prema kvalitativnim i kvantitativnim pritiscima.

Klasifikacija GVTPV prema kvantitativnom pritisku definisana je na osnovu odnosa prosječne vrijednosti eksploatacije podzemnih voda koja se crpi iz pojedinih grupa vodnih tijela podzemnih voda i procijenjenih rezervi podzemnih voda u tim grupama, određenih metodom bilansiranja (Tabela 26). Veoma je važno napomenuti da su za determinaciju pritiska definisane tri kategorije – *Nije pod pritiskom (Not at risk)*, *Potencijalno pod pritiskom (Potentially at risk)* i *Uslovno pod pritiskom (Conditionally at risk)*. Ovakva kategorizacija donekle odstupa od prijedloga Okvirne direktive o vodama EU, najviše u pogledu najstrože kategorije, na šta Bosna i Hercegovina kao država nečlanica Evropske unije ima pravo. Ta kategorija je nazvana kao uslovna iz razloga što na prostoru Federacije Bosne i Hercegovine, kao uostalom na cijelom prostoru Bosne i Hercegovine ne postoji monitoring mreža koja bi dala relevantne i pouzdane podatke na osnovu kojih bi se obe kategorije mogle jasno razgraničiti. U tom cilju, uvedena je i kategorija **Uslovno pod pritiskom**, što bi značilo da sve ukazuje na to da je konkretna GVTPV pod kvalitativnim i/ili kvantitativnim pritiskom, ali da to nije moguće decidno potvrditi bez postojanja monitoring mreže i rezultata pouzdanih i dugotrajnih osmatranja elemenata režima podzemnih voda.

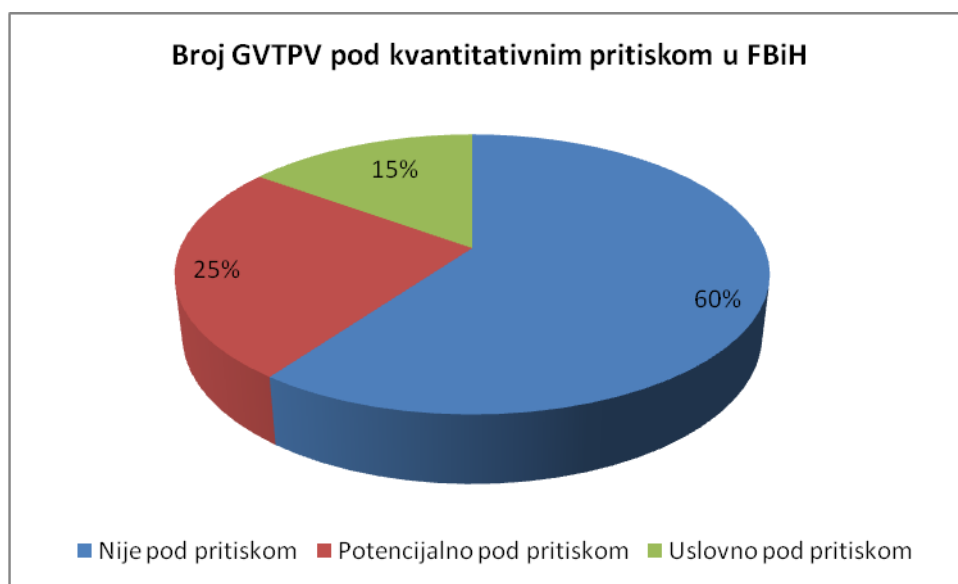
Stoga, u skladu sa ODV ostavljeno je da se nakon uspostavljenog monitoringa i šestogodišnjeg osmatranja kvalitativnih i kvantitativnih karakteristika podzemnih voda, pretpostavka da je GVTPV pod pritiskom potvrdi, čime bi se preduzele konkretne sanacione mjere, odnosno da se ta tvrdnja odbaci i GVTPV prevede u nižu kategoriju (*Potencijalno pod pritiskom* ili *Nije pod pritiskom*), što opet povlači drugu vrstu zaštitnih mjera za sanaciju ili prevenciju.

Tabela 26 Usporedna tabela vrijednosti prosječne eksploatacije podzemnih voda i proračunatih bilansnih rezervi u okviru GVTPV na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine u slivu Save. Legenda: svijetlo plavo – nije pod pritiskom; žuto – potencijalno pod pritiskom, svijetlo crveno – uslovno pod pritiskom

Br.	Kod	Pripadnost	Naziv GVT PV	Q _{av. expl} (m ³ /s)	Rezerve (m ³ /s)
1	BA_KO_GW_K_1	FBIH	Donji sliv Korane – Velika Kladuša	0,26	0,44
2	BA_KO_GW_K_2	FBIH/TBA	Gornji sliv Korane – Cazin	0,15	0,3
3	BA_UN_GW_K_4	FBIH	Srednji sliv Une	N/A	0,3
4	BA_UN_GW_K_5	IE	Grmeč	N/A	10
5	BA_UN_GW_K_3	FBIH/TBA	Gornji sliv Une	0,45	5
6	BA_UN_GW_K_2	IE	Srednji sliv Sane	0,07	3,2
7	BA_UN_GW_K_1	IE	Gornji sliv Sane	0,25	5,5
12	BA_UN_GW_I_2	IE	Aluvijon Sane	0,26	0,6
8	BA_VR_GW_K_1	IE	Gornji sliv Vrbasa	0,72	5,8
9	BA_VR_GW_K_2	IE	Srednji sliv Vrbasa	0,26	2
13	BA_BO_GW_K_1	IE	Igman – Jahorina	6,8	8,5
14	BA_BO_GW_I_3	IE	Sarajevsko – Zeničko polje	1,6	2
15	BA_BO_GW_K_2	IE	Zapadna Romanija	0,4	1,5
17	BA_BO_GW_K_3	IE	Gornji sliv Gostilje i Spriječel	0,5	1,8
18	BA_BO_GW_I_3	IE	Stanarski basen	0,12	0,3
25	BA_BO_GW_I_1	IE	Tuzlansko – Spriječko polje	0,42	0,53
26	BA_BO_GW_K_4	FBIH	Vlašić – Plava voda	0,49	1,8
16	BA_DR_GW_K_4	IE	Drinjača	0,055	0,3
22	BA_DR_GW_K_3	IE/TBA	Romanija – Devetak	0,5	4,8
19	BA_SA_GW_I_1	IE/DB/TBA	Posavina	1	2,5

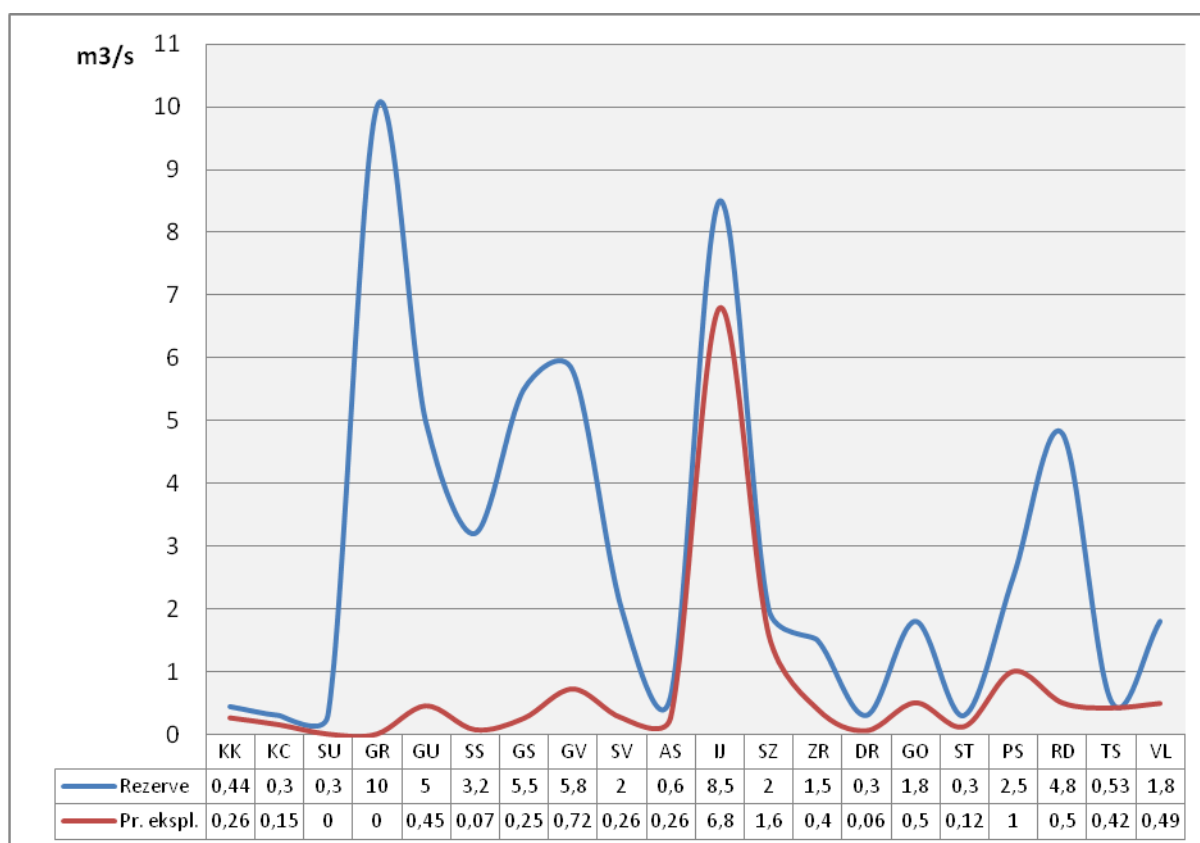
Iz gornje tabele se vidi da na prostoru Federacije Bosne i Hercegovine ne postoji nijedna GVTPV iz koje se eksploatiše više vode nego što rezerve realno dozvoljavaju. Drugim riječima, prema raspoloživim podacima, nadeksploatacija podzemnih voda nije prisutna na ovom području.

Usvojeni kriterijum za definisanje kvantitativnog pritiska (Aneks 7) je procenat iskorištenja podzemnih vodnih resursa u odnosu na raspoložive i obnovljive u okviru GVTPV: Ukoliko je prosječna eksploatacija podzemnih voda ispod 33% rezervi, GVTPV nije pod kvantitativnim pritiskom, eksploatacija između 33% i 66% rezervi, klasifikuje da je GVTPV pod potencijalnim pritiskom, a kod eksploatacije preko 66% rezervi, GVTPV je uslovno pod kvantitativnim pritiskom (primijenjen je restriktivniji kriterijum od uobičajenog iz razloga ekološke sigurnosti). Posmatrano prema entitetima, od ukupno 20 GVTPV koje se nalaze u cjelini ili jednim svojim dijelom u FBiH (interna ili interentitetska vodna tijela) (Sl. 57), 12 *nije pod pritiskom* (60%), 5 GVTPV je *pod potencijalnim pritiskom* (25%), dok je *uslovno pod pritiskom* 3 GVTPV (15%). U pogledu ukupnih količina koje se koriste u sistemima vodosnabdijevanja Federacije BiH i s druge strane raspoloživih rezervi podzemnih voda, aktuelni odnos je 1:4, ako se posmatra na nivou osrednjenih godišnjih vrijednosti. Problemi se mogu javiti u periodima najnižih vodostaja i izdašnosti kaptiranih karstnih vrela.



Sl. 57 Dijagram procentualne zastupljenosti GVTPV pod kvantitativnim pritiskom u FBiH

Također, u cilju sticanja preglednije slike o odnosu prosječne eksploatacije i procijenjenih rezervi, na slici Sl. 58 je prikazan uporedni dijagram prosječne eksploatacije i rezervi podzemnih voda.



Sl. 58 Uporedni dijagram rezervi i prosječne eksploatacije PV u okviru GVTPV u FBiH

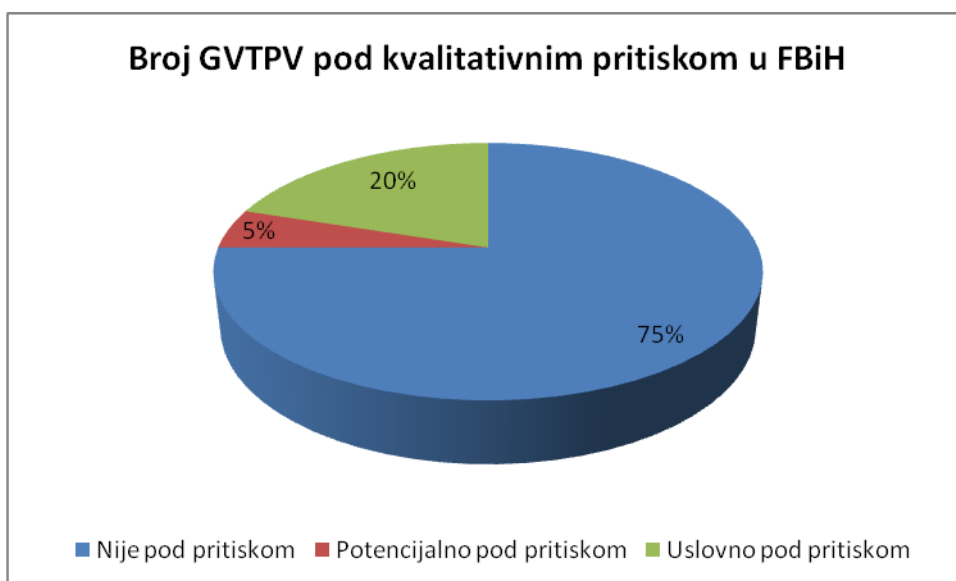
Trebalo bi posebno napomenuti postojeću nepouzdanost podataka o prosječnoj eksploataciji podzemnih voda u okviru grupa vodnih tijela podzemnih voda. Naime, podaci o eksploataciji sa

izvorišta su pod znakom pitanja, budući da se kapacitet crpljenja podzemne vode ne osmatra kontinualno na izvorištima, već se uglavnom mjere isporučene količine. Također, podaci o bilansu, i pre svega efektivnoj infiltraciji su aproksimativno određeni (ekspertska procjena). Stoga se klasifikacija GVTPV prema kvantitativnim pritiscima mora uzeti kao generalna ocjena kvantitativnog stanja podzemnih voda u okviru konkretnih grupa vodnih tijela. Sve ovdje navedeno doprinosi činjenici o neophodnosti uspostavljanja kvalitetne monitoring mreže koja će dati relevantne podatke o kapacitetima crpenja sa izvorišta. Na kraju, treba istaći i obavezu transparentnosti i preciznog prezentovanja nadležnim agencijama realne količine eksploataisane podzemne vode iz vodovodnih sistema, što do sada nije bio slučaj. To je jako važno i zbog taksi na proizvedenu vodu, koja bi se trebala obračunavati po eksploataisanoj količini vode, a ne utrošenoj, čime bi se ujedno stimulisalo da se gubici vode minimiziraju.

Sa druge strane, kada je riječ o kvalitetu podzemnih voda, treba reći da su dva najrasprostanjenija akvifera i ujedno glavna nosioca vodosnabdijevanja u Federaciji BiH integrularni i karstni, veoma osjetljivi na sve vrste zagađenja. Sva značajna pitanja vezana za površinske vode, tj. organsko zagađenje, zagađenje nutrientima, zagađenje opasnim supstancama, kao i hidromorfološke promjene imaju svoje direktne implikacije na kvalitet i zaštitu podzemnih voda u aluvijalnim sredinama.

Karstni akviferi kao pretežno otvorene strukture sa brzim propagacijama infiltriranih voda i slabim svojstvima pri zadržavanju zagađujuće materije, veoma su ranjive na direktno zagađivanje. Povoljna okolnost je da se na teritoriji Federacije BiH najveći dio površine GVTPV nalazi u brdsko-planinskim, slabo naseljenim, i prostorima relativno zaštićenim od neposrednog antropogenog zagađivanja. Karta ranjivosti podzemnih voda u slivu Save na teritoriji FBiH izrađena novom metodom SODA, ukazuje na dominantno prisustvo *Srednjeg* (16,24%) i *Srednjeg do visokog* stepena ranjivosti (68,64%).

Klasifikacija GVTPV prema kvalitativnom pritisku (Aneks 8) definisana je na osnovu karata rizika prema difuznim i tačkastim zagađivačima. Karta rizika u odnosu na difuzne zagađivače kreirana je kompilacijom karte hazarda podzemnih voda na bazi CORINE karte i karte prirodne ranjivosti podzemnih voda od zagađenja izrađene metodom SODA. S druge strane, karta rizika podzemnih voda prema tačkastim zagađivačima je kreirana na osnovu odnosa EBS opterećenja (opterećenje tačkastog zagađivača iskazano preko ekvivalentnog broja stanovnika (EBS)) i površine GVTPV na čijoj se površini nalazi konkretni zagađivač. Određivanje kategorije pritiska je izvedeno na osnovu komparacije kategorija rizika prema difuznim i tačkastim zagađivačima. Prema tom kriterijumu kategorije *Praktično bez rizika*, *Mali* i *Umjereni* rizik definišu kategoriju *Nije pod pritiskom*, kategorija *Srednji rizik* obuhvata kategoriju *Potencijalno pod pritiskom*, dok kategoriju *Uslovno pod pritiskom* definišu najrizičnije klase: *Veliki rizik* i *Veoma veliki rizik*. Naime, ukoliko jedna GVTPV spada u grupu *Umjereni rizik* prema riziku na osnovu difuznih zagađivača, odnosno *Srednji rizik* prema riziku na osnovu tačkastih zagađivača, smatra se da je GVTPV pod potencijalnim pritiskom, budući da se uzima restriktivnija kategorija (nepovoljniji slučaj). Tako, u odnosu na nepovoljniju kategoriju pritiska dobijenu na osnovu rizika prema difuznim i tačkastim zagađivačima, od ukupno 20 GVTPV koje se nalaze u cjelini ili jednim svojim dijelom u FBiH (interna ili interentitetska vodna tijela), u kategoriji *Nije pod pritiskom* nalazi se 15 GVTPV (75%). Dalje, *Pod potencijalnim pritiskom* se nalazi 1 GVTPV (5%), dok je *Uslovno pod pritiskom* 4 GVTPV (20%) (Sl. 59)



Sl. 59 Dijagram procentualne zastupljenosti GVTPV pod kvalitativnim pritiskom u FBiH

Na osnovu navedenih podataka, u tekstu koji slijedi biće prikazane procjene pritiska na pojednačne GVTPV koje su izdvojene na teritoriji Federacije BiH u okviru Savskog sliva.

3.5 Procjena pritiska na grupe vodnih tijela podzemnih voda

3.5.1 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Donji sliv Korane – Velika Kladuša

Podzemna voda iz karstnih akvifera koja pripada ovoj GVTPV se mahom eksploatiše preko vodozahvatnih objekata u okviru izvorišta Kvrkulje, Dabravina I i II i Slapnica, gdje se preko ukupno 6 bunara zahvata 235 l/s, što je količina vode koja se koristi za vodosnabdijevanje Velike Kladuše (Zavod za vodoprivredu Sarajevo, 2009a). Sa druge strane, u neposrednoj blizini Bužima se preko tri bunara i kaptaža "Čaglice" i "Musići zahvata ukupno 25 l/s, koja se koristi za vodosnabdijevanje Bužima, Lubarde i Čaglice (Zavod za vodoprivredu Sarajevo, 2009a). Na osnovu predstavljenih vrijednosti, stručnjaci Zavoda za vodoprivredu su u okviru izrade karakterizacijskog izveštaja *"Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Une na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine"* proračunali bilansne rezerve za vodna tijela Velika Kladuša i Bužim, budući da elaborat o rezervama za ovo područje ne postoji. Tako su bilansne rezerve na osnovu višegodišnje eksploatacije i eksploatacionih mogućnosti funkcionalnih izvorišta procijenjene na 0.44 m³/s. Ukoliko se izračunati podatak uporedi sa prosječnom količinom vode koja se eksploatiše u okviru ove grupe VT, može se zaključiti da je **GVTPV pod potencijalnim kvantitativnim pritiskom**.

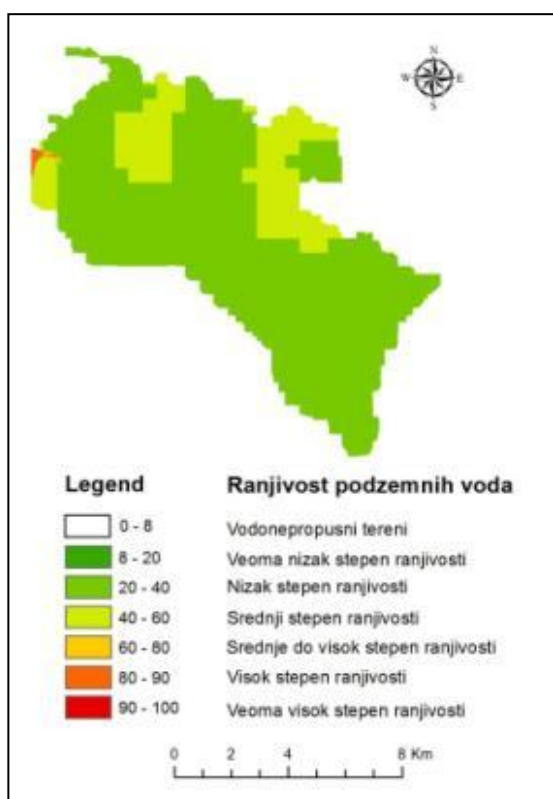
U pogledu kvalitativnih karakteristika voda, prije svega treba naglasiti visoku prirodnu ranjivost karstnih akvifera, koja je osjetljiva praktično na svaku vrstu zagađenja. U tabeli 27 se tako, mogu vidjeti dominantne kategorije ranjivosti podzemnih voda u okviru GVT „Donja Korana – Kladuša“ u slivu Sane na teritoriji Bosne i Hercegovine, dobijene primenom SODA metode, od kojih je najrasprostranjenija kategorija *Nizak stepen ranjivosti* (81,28%), odnosno *Srednji stepen ranjivosti* (18,4%) dok je grafički prikaz na Sl. 61.

Tabela 27 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA

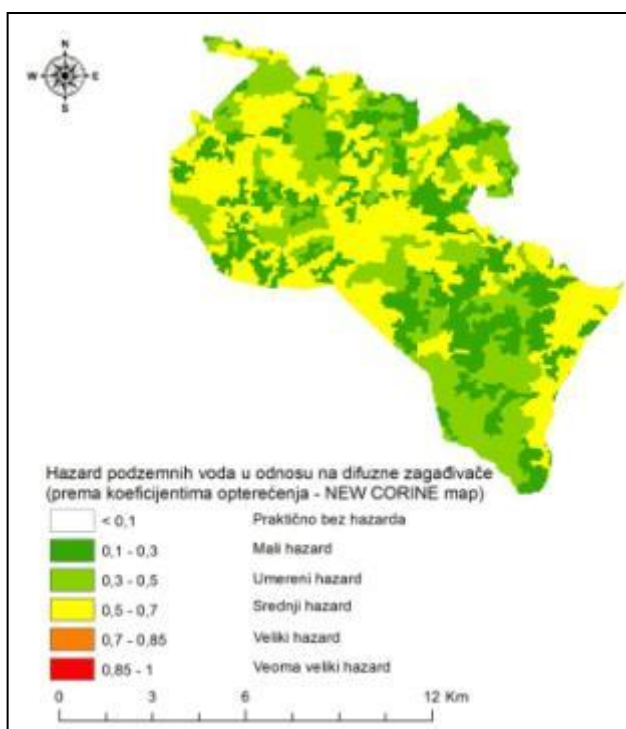
GVTPV Donji sliv Korane – Velika Kladuša			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0	0
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	0	0
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	75,50	81,28
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	17,09	18,40
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	0,05	0,06
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	0,25	0,27
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	0,00	0,00

Elaborati o zonama sanitarne zaštite su izrađeni za izvorišta Kvrkulje, Dabravina I i II, Slapnica i Musići, tako da se podaci o kvalitativnim karakteristikama voda sa ovih izvorišta kontinualno osmatraju. Prema hemijskom sastavu, podzemne vode koje se nalaze u okviru ove grupe VT su hidrokarbonatno – kalcijumsko – magnezijumske, čime je određena i zastupljenost glavnih anjona i katjona, dok je koncentracija ostalih jona niska. To su mahom neutralne vode, bez boje, ukusa i mirisa, temperature 10 – 12 °C, sa veoma niskom koncentracijom metala i komponenata azotne trijade, što ukazuje na odsustvo organskog zagađenja podzemnih voda. Također, u južnijim

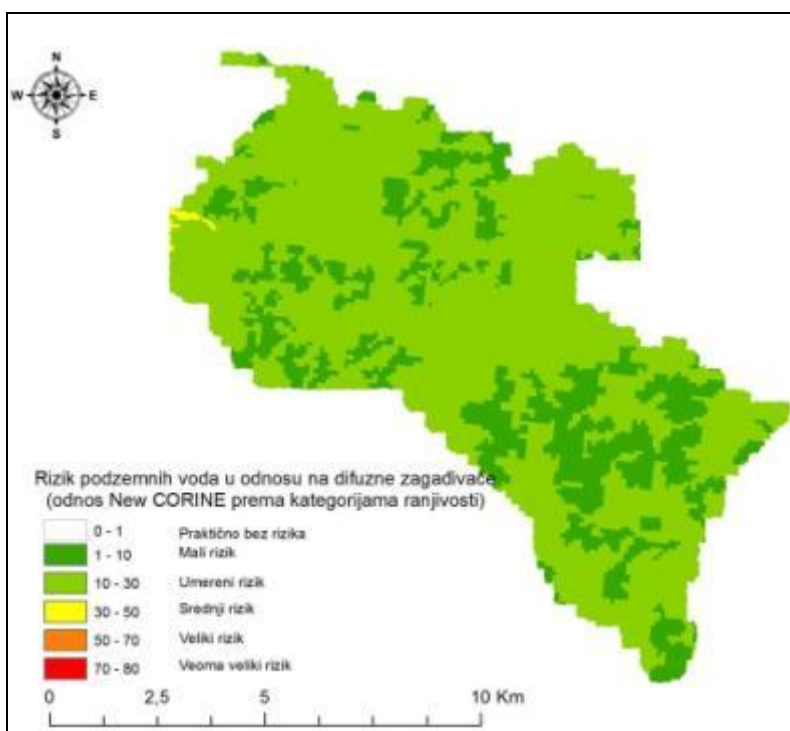
dijelovima GVT, oko Bužima, može se javiti povećana koncentracija fosfora iznad MDK. Na osnovu bakterioloških analiza, utvrđeno je da su vode potpuno ispravne za piće i da po svim parametrima odgovaraju Pravilniku o ispravnosti vode za piće, te se stoga može zaključiti da podzemne vode ove **GVT nisu pod kvalitativnim pritiskom**. Ipak, rizici svakako postoje, pa je na osnovu *tačkastih* (deponija na Dizdarevića brdu, autoparionica, trafo stanice Kumarice, Kvrkulja, Musići) i *difuznih* zagađivača (otpadne vode od domaćinstava, poljoprivreda, uzgoj stoke, putna mreža) kreirana karta hazarda i rizika prema tačkastim zagađivačima, čije su najdominantnije kategorije prikazane u tabelama 28 i 29, kao i na slikama Sl. 61, Sl. 62 i Sl. 62.



Sl. 60 Karta ranjivosti GVTPV "Donji sliv Korane – "Velika Kladuša"



Sl. 61 Karta hazarda PV prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Donji sliv Korane – Velika Kladuša"



Sl. 62 Karta rizika podzemnih voda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Donji sliv Korane – Velika Kladuša"

Tabela 28 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda podzemnih voda prema difuznim zagađivačima

GVT PV Donji sliv Korane - Velika Kladuša			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procenat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	27,16	27,96
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	30,23	31,13
Srednji hazard	0,5 - 0,7	39,74	40,91
Veliki hazard	0,7 - 0,85	0	0
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0	0

Tabela 29 Procentualna zastupljenost kategorija rizika podzemnih voda prema difuznim zagađivačima

GVT PV Donji sliv Korane – Velika Kladuša			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0,00	
Mali rizik	od 1 do 10	22,05	23,79
Umjereni rizik	od 10 do 30	70,42	75,99
Srednji rizik	od 30 do 50	0,21	0,23
Veliki rizik	od 50 do 70	0,00	0,00
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0,00	0,00

Iz datih tabela se vidi da su najdominantnije kategorije *Srednji hazard* (40,91%), odnosno *Umjereni rizik* (75,99%), čime se jasno predstavlja stepen opasnosti od zagađenja podzemnih voda u okviru

ove GVTPV. Sa druge strane, karte rizika i hazard su kreirane i na osnovu tačkastih zagađivača. Prema ovoj vrsti zagađivača, GVTPV „Donji sliv Korane – Velika Kladuša“ spada u kategoriju *Umjerenog rizika*, dok je sa aspekta hazarda prema tačkastim zagađivačima važno napomenuti da je ova GVTPV pod EBS opterećenjem u iznosu od 2191.

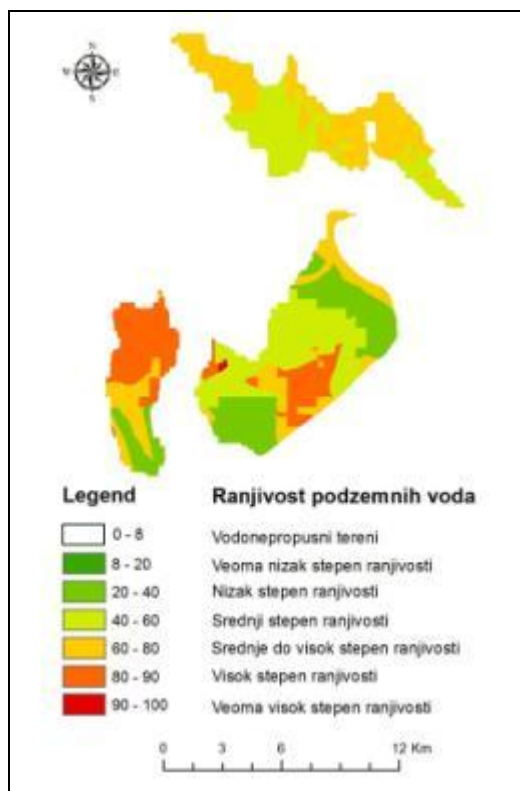
3.5.2 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Korane – Cazin

U tekstu koji slijedi biće dat prikaz kvalitativnih i kvantitativnih karakteristika podzemnih voda ove GVTPV, na osnovu kojih će se ustanoviti pritisak na kvalitet i kvantitet podzemne vode. Tako, svako od tri izvorišta koja se nalaze na prostoru ove GVTPV ima tri vodozahvatna objekta (bunara) koji crpe $Q = 51.7$ l/s (Mutnik), $Q = 74$ l/s (Vignjevići) i $Q = 24$ l/s (Tahirovići), što ukupno iznosi 150 l/s eksploatisane vode (Zavod za vodoprivredu, 2009a). Poredeći ovu vrijednost sa procenom bilansa rezervi podzemnih voda koji iznosi $Q = 0.3 \text{ m}^3/\text{s}$, može se izvući zaključak da je **GVTPV pod potencijalnim kvantitativnim pritiskom**.

Prema hemijskim karakteristikama, iako nema egzaktnih podataka o koncentracijama glavnih katjona i anjona, na osnovu geološkog i petrološkog sastava stijena, može se zaključiti da je voda hidrokarbonatno – kalcijumskog tipa sa prisustvom magnezijuma, budući da su glavni kolektori u kriječnjacima i dolomitima. Pored toga, na osnovu izvršenih bakterioloških analiza, voda uzorkovana na izvoritima Mutnik i Tahirović je potpuno ispravna i odgovara prema svim aspektima Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće, dok je u uzorku vode iz izvorišta Vignjevići utvrđena povišena koncentracija amonijuma, nitrita i nitrata, što može ukazivati na organsko zagađenje, tj. na antropogeni uticaj na zagađenje podzemnih voda. Stoga, posebna pažnja se mora obratiti na veliku izloženost karstnih akvifera zagađenju. S tim u vezi, u tabeli 30 je data procentualna zastupljenost različitih kategorija ranjivosti prema Karti ranjivosti podzemnih voda u slivu Save na teritoriji Bosne i Hercegovine iz koje se vidi da su dominantne klase ranjivosti *Srednji* i *Srednje do visok stepen ranjivosti* sa 32,28%, odnosno 32,56%. Dalje, na Sl. 63 je grafički prikazana karta ranjivosti podzemnih voda na prostoru GVTPV „Gornji sliv Korane – Cazin“.

Tabela 30 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA

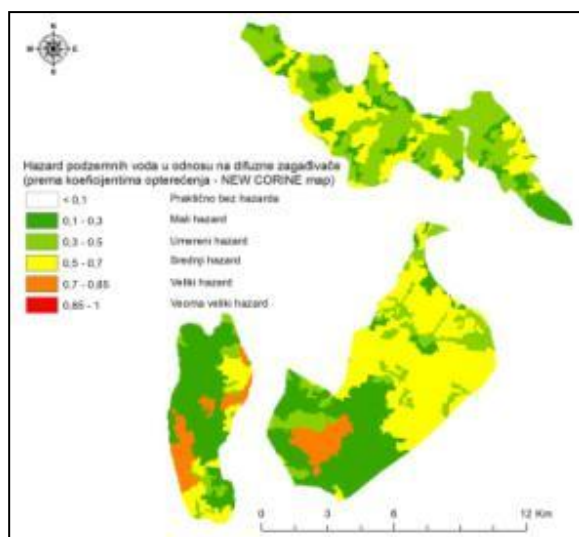
GVTPV Gornji sliv Korane - Cazin			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km ²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0	0
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	0	0
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	22,74	18,93
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	38,77	32,28
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	39,11	32,56
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	19,27	16,04
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	0,20	0,17



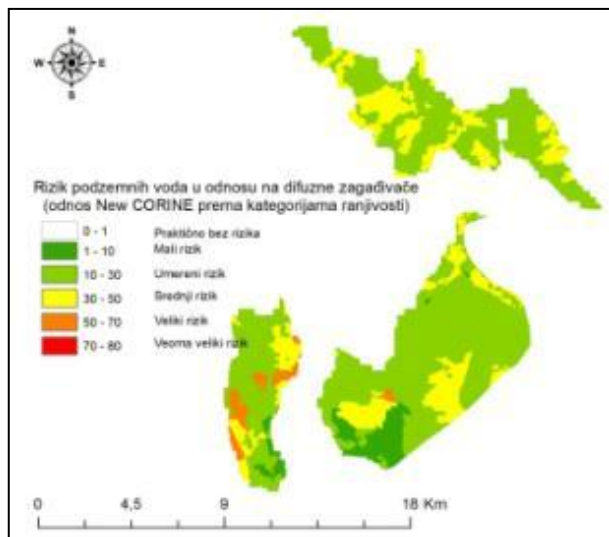
Sl. 63 Karta ranjivosti podzemnih voda

S obzirom na to da je na području GVT razvijena tekstilna, metalna, drvena industrija, odnosno fabrike građevinskog materijala, kartonske ambalaže i medicinske opreme, trebalo bi nešto reći o rizicima zagađenja kao i o potencijalnim zagađivačima. Kao mogući *difuzni* zagađivač, pored nabrojanih industrijskih postrojenja, postoje i otpadne vode iz domaćinstava, poljoprivrede i uzgoj stoke, kao i putna mreža. Sa druge strane, mogući *tačkasti* zagađivači su u vidu groblja, kamenoloma i deponije Slatina, farmi, benzinskih pumpi, betonare sa separacijom, asfaltne baze "IGM" (Zavod za vodoprivredu, 2009a). Ipak i pored uspostavljanja zona sanitarne zaštite za svako izvoriste u okviru GVT "Gornji sliv Korane – Cazin" podložnost zagađenju sredine tj. prirodna ranjivost, je velika i ova **GVTPV nije pod pritiskom na kvalitet vode.**

Imajući prethodno pomenuto u vidu, na osnovu difuznih i tačkastih zagađivača je formirana karta hazarda i rizika, čije su dominantne kategorije predstavljene na slikama Sl. 65 i Sl. 66, odnosno u tabelama 31 i 32. Iz njih se vidi da su najdominantnije kategorije



Sl. 64 Karta hazarda podzemnih voda prema difuznim zagađivačima



Sl. 65 Karta rizika podzemnih voda prema difuznim zagađivačima

Tabela 31 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima

GVT PV Gornji sliv Korane - Cazin			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procenat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0,00	
Mali hazard	0,1 - 0,3	41,24	32,70
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	31,80	25,21
Srednji hazard	0,5 - 0,7	45,46	36,05
Veliki hazard	0,7 - 0,85	7,61	6,04
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0,00	0,00

Tabela 32 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima

GVT PV Gornji sliv Korane – Cazin			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0,00	
Mali rizik	od 1 do 10	6,96	5,82
Umjereni rizik	od 10 do 30	82,60	69,05
Srednji rizik	od 30 do 50	26,91	22,50
Veliki rizik	od 50 do 70	3,15	2,63
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0,00	0,00

Iz gore datih tabela se vidi da su kategorije Umjerenog rizika (69,05%) i Srednjeg hazarda (22,50%) najdominantnije na teritoriji ove GVTPV. Također, pored difuznih, tretirani su i tačkasti zagađivači na ovom prostoru i prema njima, ova GVTPV je u kategoriji *Umjerenog* rizika, dok sa aspekta hazarda treba reći da se na ovoj GVTPV ne nalaze zagađivači sa EBS opterećenjem.

Tako, imajući u vidu, broj, poziciju i karakter zagađivača, kao i prirodnu ranjivost sredine, neophodno je formirati kvalitativnu i kvantitativnu monitoring mrežu koja će imati istraživački i operativni (kvalitet), odnosno nadzorni (kvantitet) karakter i kojom će biti moguće preventivno djelovati na bilo koje ekscese.

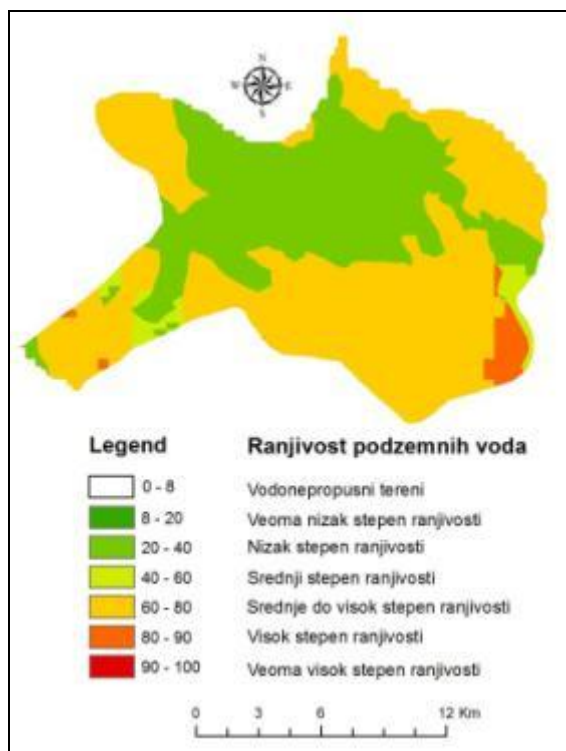
3.5.3 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Srednji sliv Une

Kada je riječ o rezervama podzemnih voda u okviru ove GVT, neophodno je reći da Elaborati o rezervama ne postoje. U okviru karakterizacijskog izveštaja (Zavod za vodoprivredu, 2009a) prikazana je količina ukupnih rezervi od 0.4 m³/s, gdje su ove količine preuzete iz Elaborata o bilansu podzemnih voda za 1989. (Geoinstitut Ilidža, 1989). Generalno, ovaj podatak se uklapa u rezerve procijenjene na bazi bilansiranja vode u karstnom akviferu preko efektivne infiltracije voda od padavina, te je stoga zaključeno da **GVT nije pod kvantitativnim pritiskom.**

Iako kvalitativne karakteristike ove vode nisu detaljnije proučene, prema hemijskim karakteristikama, podzemna voda u okviru ove GVT je hidrokarbonatno – kalcijumsko – magnezijumskog tipa. Moguće je prisustvo komponenata azotne trijade što može ukazivati na organsko zagađenje, dok su bakteriološke analize utvrdile da kvalitet vode ne odgovara Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće. Stoga, pri eventualnom korištenju ovih voda za potrebe vodosnabdijevanja stanovišta, neophodno je obezbediti celokupan tretman eksploatisanih voda da bi se one mogle bez prijeprieka koristiti u predviđene svrhe. Dalje, sa aspekta kvalitativnih karakteristika voda, prije svega treba naglasiti visoku prirodnu ranjivost karstnih akvifera, koja je osjetljiva praktično na svaku vrstu zagađenja, što se može vidjeti iz tabele 33, u kojoj se nalaze dominantne kategorije ranjivosti podzemnih voda u slivu Save na teritoriji Bosne i Hercegovine, dobijene prema SODA metodi. Među njima su najznačajnije kategorije *Srednje do visok stepen ranjivosti* (56,2%), odnosno *Nizak stepen ranjivosti* (38,82%), dok je grafički prikaz predstavljen na Sl. 66.

Tabela 33 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA

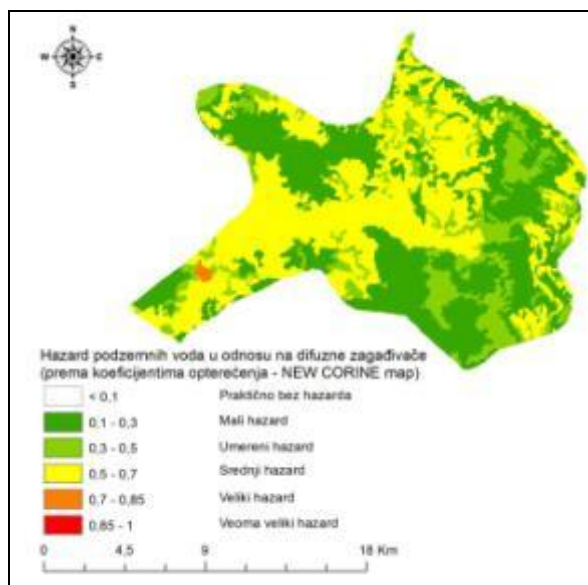
GVTPV Srednji sliv Une			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0,00	0,00
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	0,00	0,00
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	98,17	38,82
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	6,54	2,59
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	142,13	56,20
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	6,06	2,39
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	0,00	0,00



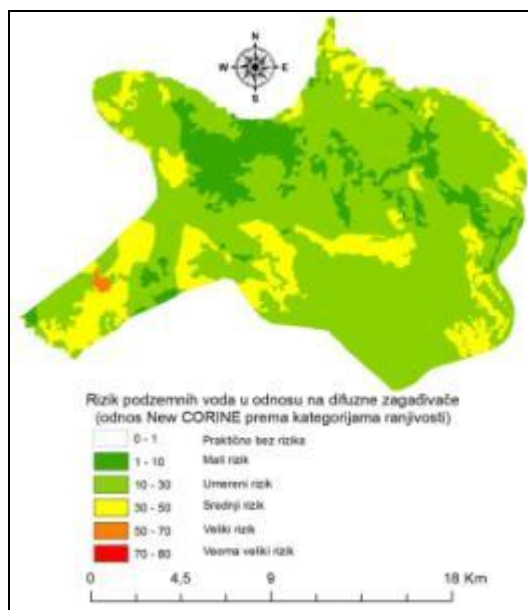
Sl. 66 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV "Srednji sliv Une"

Iz tih razloga, posebnu pažnju treba obratiti na karstne akvifere u okviru ove GVT, budući da na ovom području ne postoji ustanovljena nijedna zona sanitarna zaštite, niti bilo kakav drugi vid preventivnog djelovanja na vrlo moguće zagađenje karstnih akvifera. Tome u prilog ide i činjenica da su na ovom prostoru prisutni i difuzni i tačkasti zagađivači u vidu otpadnih voda od domaćinstava i industrije, putna mreža Ljusina – Pištaline – Jezerski - Stijene, poljoprivreda i uzgoj stoke, kao i groblja, deponije i kamenolomi. Prema pomenutim zagađivačima su kreirane i karte hazarda i rizika, koje su za ovu GVTPV date na slikama Sl. 67 i Sl. 68, odnosno tabelarno (br. 34 i 35). Iz pomenutih tabela se vidi da su najdominantnije kategorije *Mali* (40,88%) i *Srednji hazard* (42,84%).

Sa druge strane, najdominantnija kategorija rizika je Umjereni rizik sa 68,81%. Pored njih, prema karti rizika i hazarda prema tačkastim zagađivačima, ova GVTPV spada u kategoriju *Umjereni rizik*, dok sa aspekta hazarda treba napomenuti da se na ovom prostoru nalazi jedan zagađivač sa EBS opterećenjem u iznosu od 3731. Tako, imajući sve navedeno u vidu može se zaključiti da **grupa vodnih tijela "Srednji sliv Une" nije pod kvalitativnim pritiskom**, te je stoga neophodno uspostaviti adekvatnu monitoring mrežu koja će obuhvatiti istraživačku i operativnu (kvalitet) i nadzornu (kvantitet) komponentu radi minimizacije svih potencijalnih izvora zagađenja bilo kojeg karaktera.



Sl. 67 Karta hazarda podzemnih voda prema difuznim zagađivačima



Sl. 68 Karta rizika podzemnih voda prema difuznim zagađivačima

Tabela 34 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima

GVT PV Srednji sliv Une			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procenat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	
Mali hazard	0,1 - 0,3	104,48	40,88
Umereni hazard	0,3 - 0,5	40,88	16,00
Srednji hazard	0,5 - 0,7	109,49	42,84
Veliki hazard	0,7 - 0,85	0,70	0,27
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0	0

Tabela 35 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima

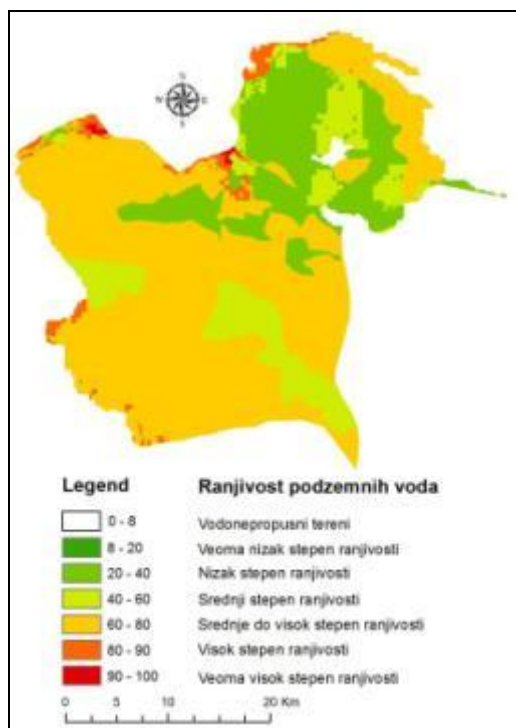
GVT PV Srednji sliv Une			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	31,04	12,28
Umereni rizik	od 10 do 30	173,97	68,81
Srednji rizik	od 30 do 50	47,12	18,64
Veliki rizik	od 50 do 70	0,68	0,27
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0	0

3.5.4 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Grmeč

Pored značajnijih količina vode koje se mogu zahvatiti preko karstnih vrela na prostoru ove GVTPV, ona nisu kaptirana, već predstavljaju potencijalna izvorišta za vodosnabdijevanje ovog dijela Bosanske Krajine (Zavod za vodoprivredu, 2009a). Ipak, iako su značajne količine vode akumulirane u karstnom akviferu, Elaborat o rezervama podzemnih voda na ovom području nije urađen, već su podaci o rezervama u karakterizacijskom izvještaju preuzeti iz Elaborata o bilansu podzemnih voda za 1989. godinu (Geoinstitut Ilidža, 1989), koji navodi da je bilans voda za vodno tijelo Grmeč Krušnica svega 1300 l/s. Sa druge strane, na osnovu procijenjene količine efektivne infiltracije i površine otvorenih karstnih terena, procijenjeno je da bilansne rezerve na prostoru ove grupe VT mogu biti i do 10 m³/s, što ukazuje da **GVT nije pod kvantitativnim pritiskom**. Sa druge strane, kvalitativna ispitivanja vodnih tijela koja ulaze u sastav GVT nisu vršena, te je stoga nepoznat bakteriološki, mikrobiološki sastav, dok se hemijski može pretpostaviti na osnovu petrološkog sastava kriječnjaka i dolomita koji izgrađuju donjokredne sedimentne i u kojima je formiran karstni akvifer. Tako, mogući hemizam ove vode pripada hidrokarbonatno – kalcijumskom – magnezijumskom tipu. Također, budući da ne postoje uvedene zone sanitarne zaštite na ovom prostoru, a poznajući veliku osjetljivost karstnih akvifera na zagađenja neophodno je preuzeti sve prijevratne mjere kako ne bi došlo do nekog ozbiljnijeg zagađenja podzemnih voda, posebno ako se uzme u obzir da postoji težnja za zaštitom vrela i pećine Krušnica kao spomenika prirode. Prema urađenoj karti ranjivosti podzemnih voda, na prostoru ove GVTPV najdominantnija kategorija je *Srednje do visok stepen ranjivosti* (62,93%), što se može vidjeti u tabeli 36, odnosno na slici Sl. 69.

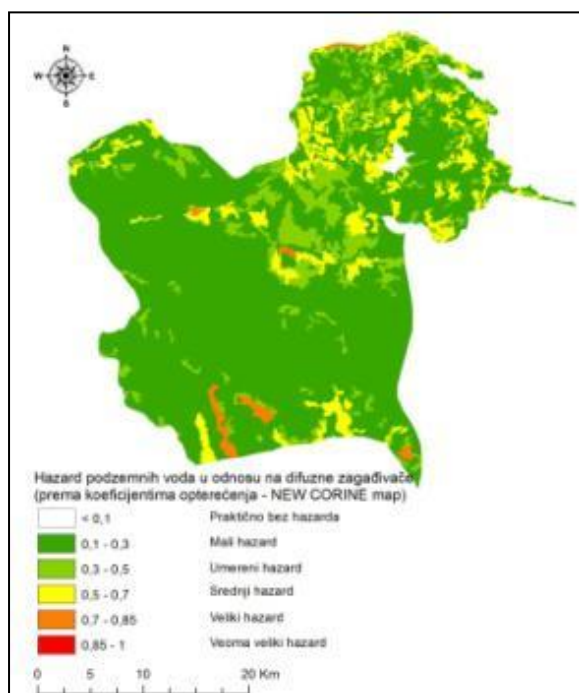
Tabela 36 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA

GVTPV Grmeč			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km ²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0,00	0,00
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	0,00	0,00
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	200,31	19,76
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	145,88	14,39
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	637,87	62,93
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	26,81	2,64
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	2,68	0,26

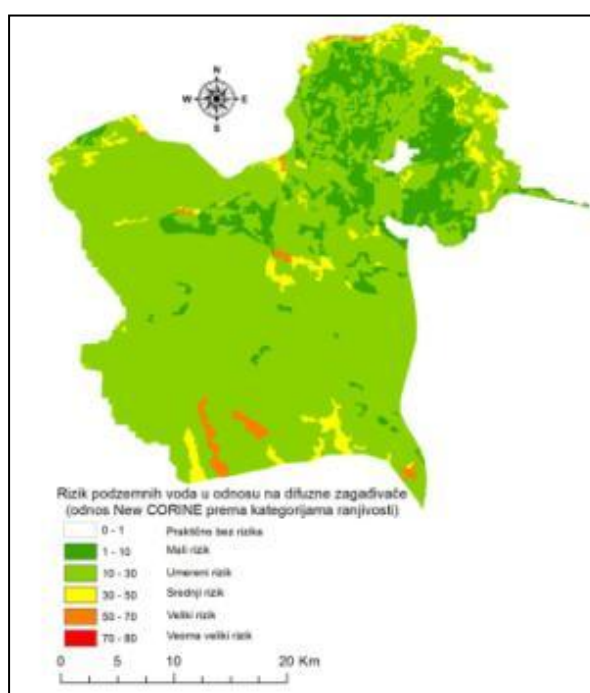


Sl. 69 Karta ranjivosti podzemnih voda na teritoriji GVTPV "Grmeč"

S tim u vezi, posebna pažnja treba da bude usmjerena na tretman tačkastih i difuznih zagađivača na terenu (otpadne vode iz industrije i domaćinstava, putna mreža, eksploatacija i krčenje šuma, poljoprivredna proizvodnja i uzgoj stoke) kao i na rizik zagađenja. Pomenuti zagađivači su korišteni za kreiranje karte hazarda i rizika od zagađenja podzemnih voda. Tako, navedene karte prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Grmeč" su date na slikama Sl. 71 i Sl. 72, odnosno u tabelama 37 i 38. Iz njih se može vidjeti da su najdominantnije kategorije *Mali hazard* (76,64%), odnosno *Umjereni rizik* (80,38%). Pored njih, urađene su karte rizika i hazarda prema tačkastim zagađivačima, na osnovu kojih je dobijeno da je ova GVTPV pod *Malim rizikom*, odnosno da se na njenoj teritoriji nalazi zagađivač sa EBS opterećenjem 1817.



Sl. 70 Karta hazarda podzemnih voda prema difuznim zagađivačima



Sl. 71 Karta rizika podzemnih voda prema difuznim zagađivačima

Tabela 37 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima

GVT PV Grmeč			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procentat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	783,50	76,64
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	121,32	11,87
Srednji hazard	0,5 - 0,7	104,89	10,26
Veliki hazard	0,7 - 0,85	12,60	1,23
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0	0

Tabela 38 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima

GVT PV Grmeč			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km ²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	136,48	13,47
Umjereni rizik	od 10 do 30	814,29	80,38
Srednji rizik	od 30 do 50	49,74	4,91
Veliki rizik	od 50 do 70	12,52	1,24
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0	0

Imajući navedeno u vidu, može se zaključiti da je **GVT nije pod kvalitativnim pritiskom**. Iako nije pod pritiskom ni sa jednog aspekta, treba napomenuti da je neophodno formirati i monitoring mrežu koja će biti istraživačkog i operativnog karaktera, kako bi se dobili što prijecizniji podaci o kvantitativnim i kvalitativnim karakteristikama i preventivno djelovalo na sve moguće procese zagađenja podzemnih voda.

3.5.5 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Une

Rezultat procjene ukupnih bilansnih rezervi podzemnih voda prikazan je u karakterizacijskom izvještaju (Zavod za vodoprivredu, 2009a) i iznosi 4.295 m³/s za Klekovaču, i 3.53 m³/s za Plješevicu. Rezerve podzemnih voda za oba pomenuta vodna tijela preuzete su iz Elaborata o bilansu podzemnih voda za 1989. (Geoinstitut Ilidža, 1989). S druge strane, procjena minimalnih rezervi, tj. raspoloživih voda učinjena na bazi bilansiranja voda u okviru propusnih karstnih akvifera ukupnog sliva GVT sa procenom efektivne infiltracije voda od padavina na godišnjem nivou (sa velikim faktorom sigurnosti), ukazuje da se u minimumu iz ove GVT drenira najmanje 5 m³/s. S obzirom na aktuelno korištenje podzemnih voda, kao i prognozirane potrebe za dugoročni period od 30 godina, zaključuje se da ova **GVT nije pod kvantitativnom pritiskom**.

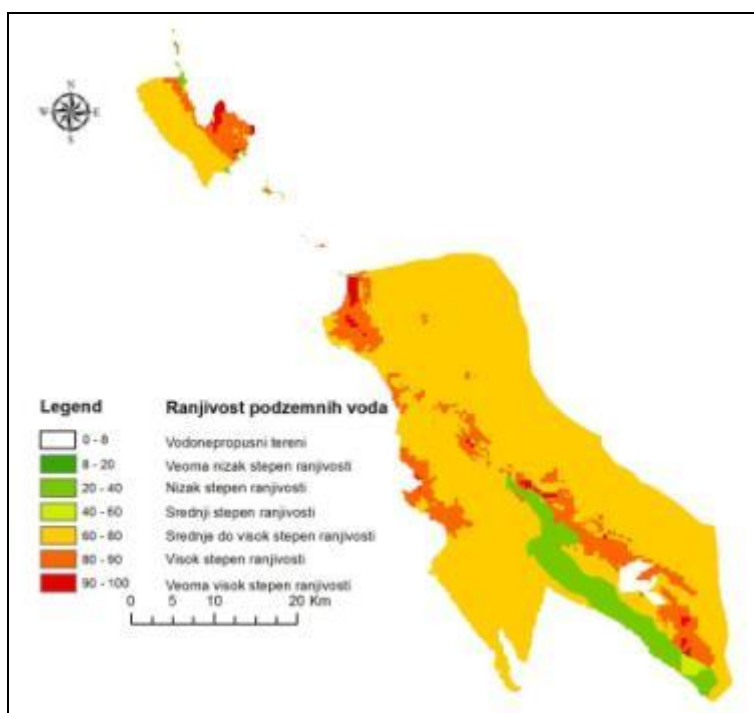
Prema podacima karakterizacijskog izveštaja (Zavod za vodoprivredu, 2009a) privredne djelatnosti stanovništva u slivu Une su primarna poljoprivredna proizvodnja i prehrambena industrija, šumarstvo i drveno-preradivačka industrija, građevinarstvo i industrija građevinskog materijala, energetika i rudarstvo, grafička industrija, metalopreradivačka industrija, tekstilna industrija i

proizvodnja sanitetskog materijala, hemijska industrija, industrija gume i ambalaže, saobraćaj, trgovina, ugostiteljstvo i turizam.

S obzirom na dominantno prisustvo podzemnih voda karstnih akvifera koja je prirodno veoma osjetljiva na svaku vrstu zagađenja, preventivnoj zaštiti podzemnih vodnih resursa mora se posvetiti posebna pažnja. S tim u vezi, u tabeli 39 su predstavljene dominantne kategorije ranjivosti podzemnih voda u slivu Save na teritoriji Bosne i Hercegovine, dobijene prema SODA metodi, od kojih je najznačanija *Srednje do visok stepen ranjivosti* (77,59%). Grafički prikaz je dat na slici Sl. 72.

Tabela 39 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA

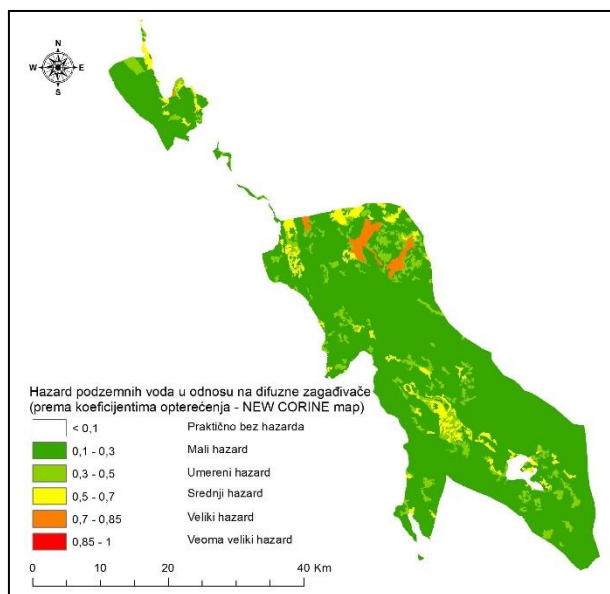
GVTPV Gornji sliv Une			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0,00	0,00
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	0,00	0,00
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	95,75	7,47
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	6,66	0,52
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	994,95	77,59
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	169,19	13,19
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	0,20	0,17



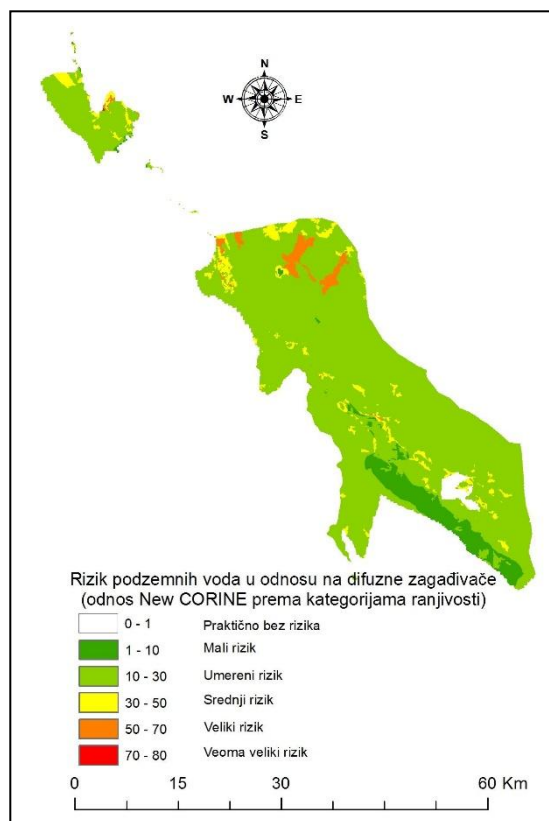
Sl. 72 Karta ranjivosti podzemnih voda na teritoriji GVTPV "Gornji sliv Une"

Pored karte ranjivosti, podaci o difuznim i tačkastim zagđivačima su uzeti u obzir pri kreiranju karata hazarda i rizika. Ove karte su date na slikama Sl. 75 i Sl. 74 kao i tabelarno (40 i 41). Iz ovih tabela se vidi da je najdominantnija kategorija *Mali hazard* sa 76,64%, odnosno Umjereni rizik sa 80,38%.

Pored ovih, izrađene su i karte rizika i hazarda prema tačkastim zagađivačima. Time je dobijeno da je ova GVTPV praktično bez rizika, odnosno da prema hazardu, na njenoj teritoriji nema zagađivača sa EBS opterećenjem.



Sl. 74 Karta hazarda podzemnih voda



Sl. 73 Karta rizika podzemnih voda

Tabela 40 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima

GVT PV Gornji sliv Une			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procentat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	989,04	84,52
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	99,23	8,48
Srednji hazard	0,5 - 0,7	59,77	5,11
Veliki hazard	0,7 - 0,85	22,20	1,90
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0	0

Tabela 41 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima

GVT PV Gornji sliv Une			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	76,73	6,71
Umjereni rizik	od 10 do 30	983,63	86,01
Srednji rizik	od 30 do 50	57,60	5,04

Veliki rizik	od 50 do 70	25,55	2,23
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0,11	0,01

Podaci ispitivanja na vrelima Klokot ukazuju na “neznatno povremeno povećanje utroška KMnO_4 , te tragove prisustva amonijaka kao rezultat antropogenog zagađenja podzemnih voda. Povremeno povišen sadržaj fenola, ulja i masti, te žive ukazuje na industrijsko zagađenje i zagađenje od naftnih produkata. Također, utvrđena je povišena koncentracija polihloriranih bifenila što je indikator zagađenja od strane ulja iz trafo-stanica.” (Zavod za vodoprivredu, 2009a). U vezi sa poslednjim zaključkom treba istaći da je u periodu ratnih dejstava 1991-1995 na ovom području došlo do znatnih razaranja uključujući i miniranje podzemnih aerodromskih postrojenja Željave. Prisustvo polihloriranih bifenila (PCB) ispitivano je nakon rata u sklopu projekta APOPSBAL i povećano prisustvo utvrđeno je u dostupnim tunelskim prostorijama Željave (164000 id 106000 ngg^{-1} d.w.), kao i u ribnjaku Klokota 2. Koncentracije u vodama kaptiranog vrela Klokot 1 i sedimentu su bile u granicama normale. Bez obzira na ove rezultate, u sklopu projekta DIKTAS predložene su mjere dodatnih ispitivanja i realizacija projekta sanacije i remedijacije karstnih akvifera u zaleđu vrela.

Bakteriološka ispitivanja vode Klokota i Privilice ukazuju na povremeno fekalno zagađenje vode koje se eliminiše standardnim metodama dezinfekcije (hlorisanjem). Međutim, s obzirom na utvrđenu hidrauličku vezu sa područjem NP Plitvice u Republici Hrvatskoj, gdje još uvek ne postoji postrojenje za tretman otpadnih (fekalnih) voda, kontroli kvaliteta i mjerama dezinfekcije na području izvorišta Bihaća mora se pristupiti sa izuzetnom pažnjom, sve do trajnog rešenja prečišćavanja voda gornjeg dijela sliva na području Plitvica. Projekat DIKTAS je u prioritetni akcioni plan uvrstio i izmještanje uliva voda u ponorskoj zoni Rastovače, kao i projekat i izgradnju postrojenja za tretman otpadnih voda. Imajući navedeno u vidu, zaključuje se da ova **GVT nije pod potencijalnim kvalitativnim pritiskom**, ali da se pažljivo moraju sprovesti dopunska istraživanja, sanacije *hot spots* i monitoring specifičnih komponenti ove GVTPV.

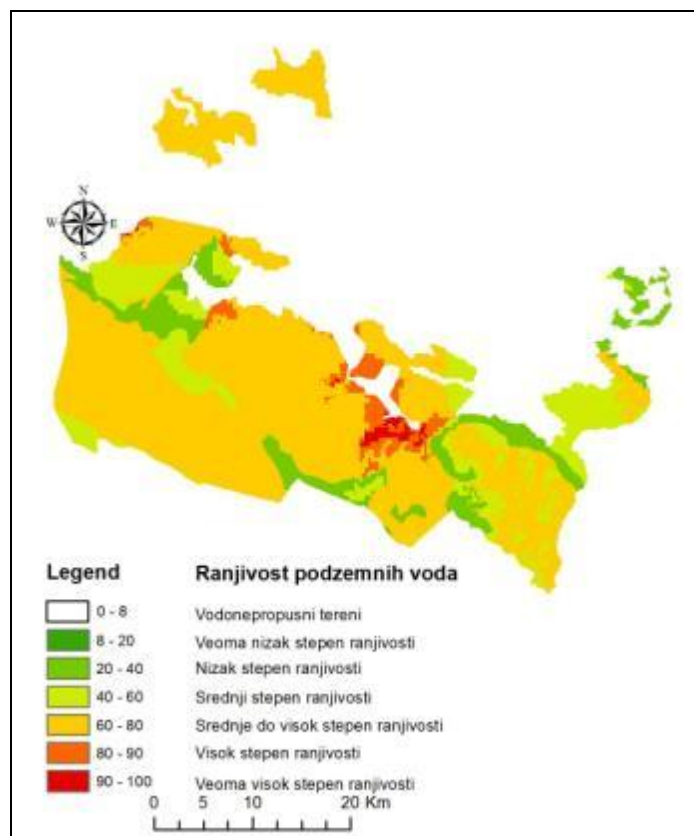
3.5.6 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Srednji sliv Sane

Količine vode koje su prikazane u karakterizacijskom opisu ove GVTPV ukazuju da se preko vrele može snabdijevati veliki broj potrošača, međutim, samo je karstno vrelo Zdena trenutno kaptirano za vodosnabdijevanje Sanskog mosta sa prosječnim kapacitetom od 70 l/s. Kada je riječ o bilansu, treba reći da nijedan Elaborat o rezervama voda nije rađen na ovom prostoru, te je stoga podatak o bilansu u karakterizacijskom izvještaju Zavoda za vodoprivredu prijeuzet iz Elaborata o bilansu voda za 1989. god. Geoinstituta Ilidža, koji navodi podatak od oko 3.2 m³/s ukupnih rezervi. Stoga, može se konstatovati da **GVT nije pod kvantitativnim pritiskom**, pa se može uzeti u obzir u budućnosti i proširenje izvorišta podzemnih voda za vodosnabdijevanje većeg broja stanovnika.

Prema kvalitativnim karakteristikama, voda u okviru karstnog akvifera na prostoru ove GVT nije razmatrana na rječna području, već samo na kaptiranom vrelu Zdena. Međutim, podaci za ovo vrelo se generalno mogu uzeti kao relevantni i za ostale dijelove karstnih akvifera. Ova voda je bez boje, ukusa i mirisa, pH neutralna i ukupne tvrdoće 250 mg/l CaCO₃. Prema jonskom sastavu, dominiraju hidrokarbonati od anjona, odnosno kalcijum i magnezijum od katjona, što je logično uzimajući u obzir petrološki sastav krečnjaka i dolomita koji izgrađuju karstni akvifer. Međutim, povećani utrošak KMnO₄ i prisustvo amonijaka mogu ukazivati na eventualno organsko i antropološko zagađenje, što može ugroziti kvalitet vode. Također, posebna pažnja treba biti usmjerena na pojavu fekalnih zagađenja vode u slivu ova dva karstna vrela, budući da se jedno već koristi za vodosnabdijevanje, a drugo se planira uključiti u sistem u narednom periodu. Karstni akvifer je izuzetno podložan zagađenjima. Drugim riječima, karstni akviferi na ovom prostoru obuhvataju nekoliko različitih klasa prirodne ranjivosti podzemnih voda koje su prikazane u tabeli 42 i od kojih je najdominantnija klasa *Srednje do visok stepen ranjivosti sa 68.22%*. Grafički prikaz karte ranjivosti ove GVTPV je na Sl. 75.

Tabela 42 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA

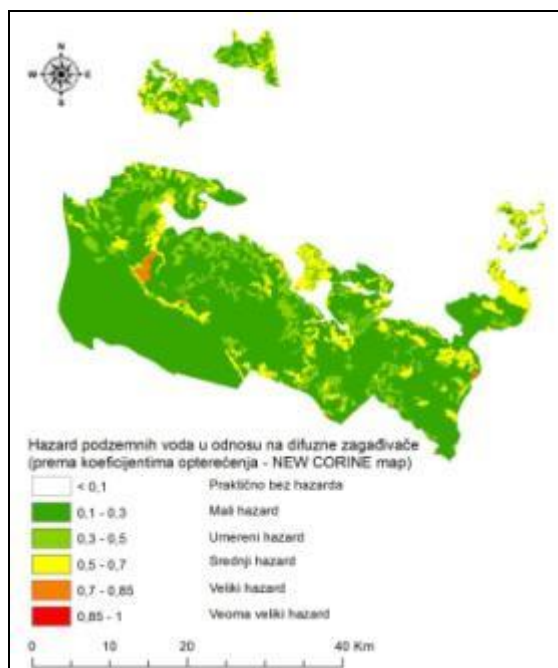
GVTPV Srednji sliv Sane			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0	0
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	0	0
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	121,81	11,19
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	171,76	15,78
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	742,71	68,22
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	43,46	3,99
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	8,88	0,82



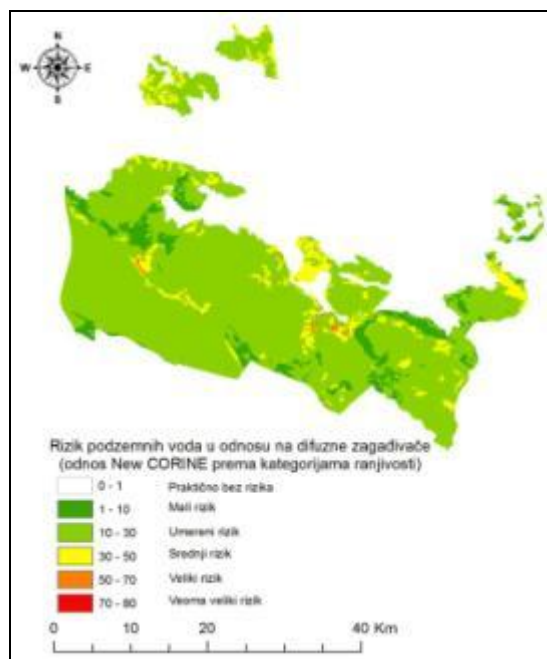
Sl. 75 Karta ranjivosti podzemnih voda na teritoriji GVTPV "Srednji sliv Sane"

Stoga, iako je urađen Elaborat o zonama sanitarne zaštite koje su uspostavljene za kaptirano vrelo Zdena, moraju biti preduzete detaljnije preventivne mjere. Tako, posebna pažnja mora biti usmjerena na tačkaste i difuzne zagađivače u vidu drvne i tekstilne industrije, ponora u Jelašinovačkom polju, Šainovcima i Lušča Palanci, benzinske stanice, kamenoloma u Podkraju „Ganić“, deponije, farme svinja (tačkasti), odnosno potoci Čardašice i Jelašinovci sa otpadnim i fekalnim vodama, zatim poljoprivredna proizvodnja i uzgoj stoke. Iz tog razloga, hazard i rizik od zagađenja karstnog akvifera na prostoru ove GVT prikazan je na karti rizika i hazarda (Sl. 76 i Sl. 77) kreiranoj na osnovu broja, karaktera i vrste zagađivača kao i prirodne ranjivosti terena. Također, rizik i hazard prema difuznim zagađivačima je prikazan i u tabelama 43 i 44, iz kojih se vidi da su najzastupljenije kategorije Mali hazard (76,64%) i Umjereni rizik (80,38%). Pored njih, kreirane su i karte rizika i hazarda na osnovu tačkastih zagađivača, čime se je dobijeno da je ova GVTPV *praktično bez rizika*, a da sa aspekta hazarda također nije ugrožena budući da se na njenom prostoru ne nalazi nijedan zagađivač.

Konačno, na osnovu toga se može zaključiti da **GVT nije pod kvalitativnim pritiskom**, što znači da je trenutno voda jako dobrog kvaliteta, ali da ukoliko se ne preduzmu preventivne mjere, može doći do ozbiljnijeg narušavanja kvaliteta vode, koja se kasnije ne bi mogla koristiti u predviđene svrhe. Zato je neophodno formirati monitoring mrežu koja će imati istraživački karakter, ali i operativnu (kvalitet) i nadzornu (kvantitet) komponentu, na osnovu koje će biti moguće pratiti cjelokupni režim ovog karstnog akvifera.



Sl. 76 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Srednji sliv Sane"



Sl. 77 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Srednji sliv Sane"

Tabela 43 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima

GVT PV Srednji sliv Sane			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procentat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	806,53	73,01
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	159,65	14,45
Srednji hazard	0,5 - 0,7	132,06	11,96
Veliki hazard	0,7 - 0,85	6,39	0,58
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0	0

Tabela 44 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima

GVT PV Srednji sliv Sane			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	88,34	8,12
Umjereni rizik	od 10 do 30	903,92	83,11
Srednji rizik	od 30 do 50	90,95	8,36
Veliki rizik	od 50 do 70	4,35	0,40
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0	0

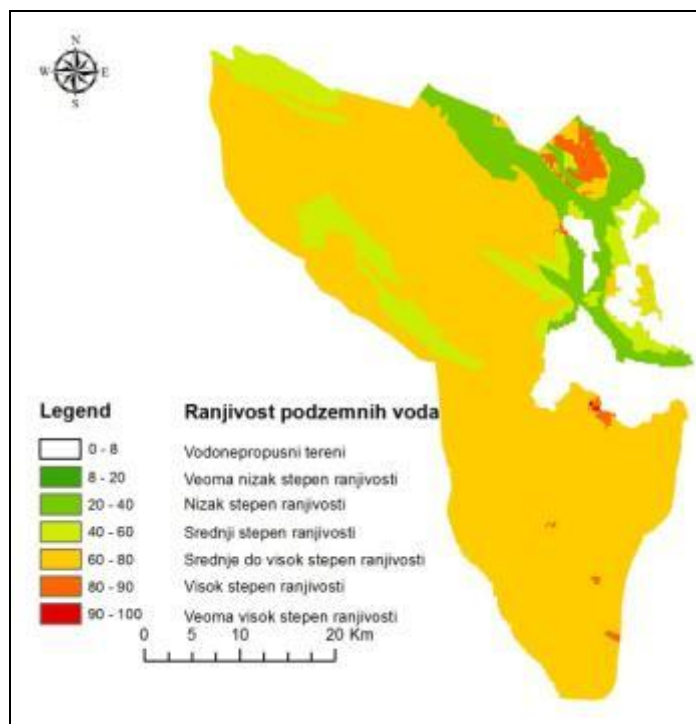
3.5.7 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Sane

Karstni akvifer koji se nalazi na prostoru ove GVTPV akumulira veoma velike količine podzemnih voda. Ipak, samo su vrela Okašnica i Sanica kaptirana za potrebe vodosnabdijevanja Ključa i Bosanskog Petrovca, sa prosječnim kapacitetom od oko 250 l/s. Proračun bilansa na osnovu vrijednosti efektivne infiltracije i rasprostranjenja otvorenih karstnih terena je pokazao da je većina obnovljivih rezervi podzemnih voda približno 5.5 m³/s, te se stoga jednostavnim upoređivanjem trenutno i moguće eksploatisanih količina vode može zaključiti da **GVT nije pod kvantitativnim pritiskom**.

Prema hemijskom sastavu, ove vode pripadaju hidrokarbonatnoj klasi i kalcijumskoj grupi, što odgovara petrološkom sastavu krečnjaka u kojima je formiran karstna akvifer. To su vode bez ukusa, boje i mirisa, pH neutralne, čija temperatura varira u dijapazonu srednje godišnje temperature vazduha. Analizama je utvrđena veoma niska koncentracija sulfata, natrijuma, kalijuma, metala, kao i komponenata azotne trijade što ukazuje na odsustvo organskog zagađenja, koje može biti prouzrokovano antropogenim faktorom. Hemijski kvalitet vode je izuzetan i pogodan za korištenje u vodosnabdijevanju stanovništva. Ipak, bakteriološke analize su pokazale da vode prema ne odgovaraju Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće, zbog postojanja zagađivača u zoni prihranjivanja, koje bi se morale neutralisati prije korištenja. Podzemna voda u karstnom akviferu je izuzetno podložna opasnosti od zagađenja, što se vidi iz tabele 45, u kojoj su prikazane dominantne klase ranjivosti, od kojih je najzastupljenija *Srednje do visok stepen ranjivosti* sa 78,1%. Grafički prikaz je dat na slici Sl. 78.

Tabela 45 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA

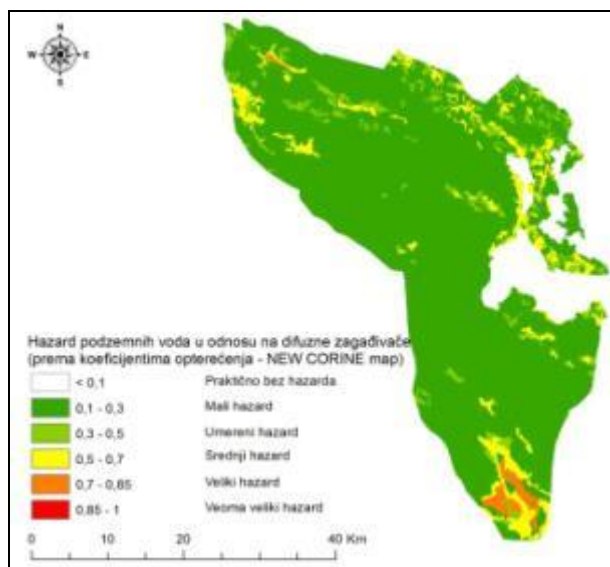
GVTPV Gornji sliv Sane			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km ²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0,00	0,00
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	0,00	0,00
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	147,05	9,38
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	171,04	10,91
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	1223,94	78,10
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	24,64	1,57
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	0,55	0,04



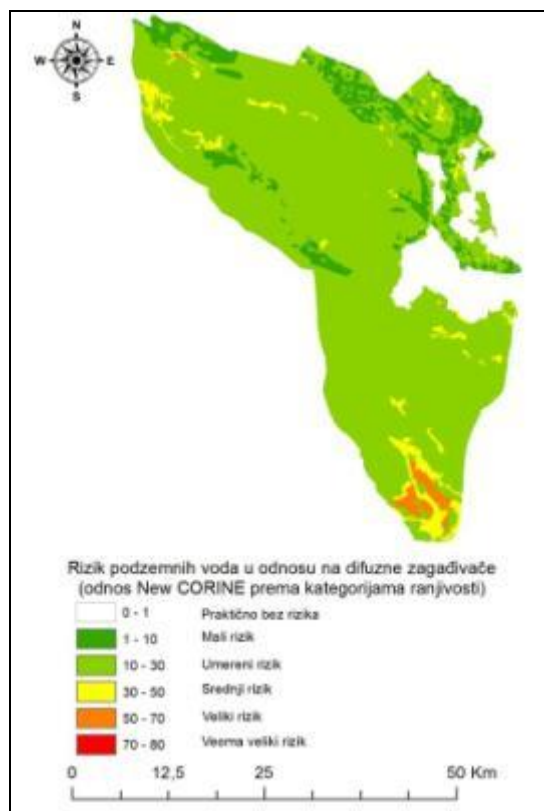
Sl. 78 Karta ranjivosti podzemnih voda na prostoru GVTPV "Gornji sliv Sane"

S tim u vezi, trebalo bi obratiti pažnju na preduzimanje svih preventivnih mjera za Sprječavanje eventualnih zagađenja podzemnih voda, pogotovo ako se uzme u obzir da samo za dva kaptirana vrela (Okašnica i Sanica) postoje Elaborati o zonama sanitarne zaštite, i da su one uspostavljene na terenu. U okviru određivanja rizika od zagađenja, neophodno je tretirati difuzne i tačkaste zagađivače koji se nalaze na području GVT. To su deponije otpada „Vaganac“, „Drinić“, „Ključ“, benzinske pumpe, ponori, groblja, napušteni rudnik boksita (*tačkasti*), otpadne i fekalne vode od industrije i domaćinstava, putna mreža, eksploatacija šumskih resursa, poljoprivredna proizvodnja, uzgoj stoke (*difuzni zagađivači*). Na osnovu pomenutih tačkastih i difuznih zagađivača, kreirane su karte hazarda i rizika prikaze na slikama Sl. 79 i Sl. 80, odnosno u tabelama 46 i 47. U njima se vidi da je najdominantnija klasa *Mali hazard* (85, 92%) i *Umjereni rizik* (84, 94%). Također, formirane su i karte rizika i hazarda prema tačkastim zagađivačima, kojima je dobijeno da je ova GVTPV pod *umjerenim rizikom*, odnosno da je hazard od zagađenja izražen preko EBS opterećenja u vrijednosti od 9612.

Imajući pomenute zagađivače i vidu, tj. njihov karakter, položaj, vrstu i broj, kao i prirodnu ranjivost terena, može se zaključiti da **GVT nije pod kvalitativnim pritiskom**. To znači da je za sada, kvalitet vode generalno zadovoljavajući, ali da je u budućnosti neophodno formirati monitoring mrežu koja će imati istraživački i operativni (kvalitet), odnosno nadzorni (kvantitet) karakter.



Sl. 79 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Gornji sliv Sane"



Sl. 80 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Gornji sliv Sane"

Tabela 46 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima

GVT PV Gornji sliv Sane			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procenat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	1355,72	85,92
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	82,22	5,21
Srednji hazard	0,5 - 0,7	117,70	7,46
Veliki hazard	0,7 - 0,85	22,25	1,41
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0	0

Tabela 47 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima

GVT PV Gornji sliv Sane			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	150,42	9,60
Umjereni rizik	od 10 do 30	1321,29	84,34
Srednji rizik	od 30 do 50	73,58	4,70
Veliki rizik	od 50 do 70	21,42	1,37
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0	0

3.5.8 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Aluvijon Sane

Prosječna eksploatacija podzemnih voda za potrebe vodosnabdijevanja u okviru GVT iznosi oko 260 l/s. Za potrebe vodosnabdijevanja prijedorske opštine se na izvorištima „Mataruško polje“ i „Tukovi“ zahvata prosječno 220 l/s, na izvorištu „Prijedorčanka“ dodatnih 35 l/s. Za potrebe vodosnabdijevanja Oštre Luke se na izvorištu „Utvinač“ zahvata oko 2 l/s. Bilansne rezerve za tri pomenuta prijedorska izvorišta su oko 600 l/s, mada se doistraživanjima one mogu značajno povećati. Stoga se može zaključiti da je **GVT potencijalno pod kvantitativnim pritiskom**.

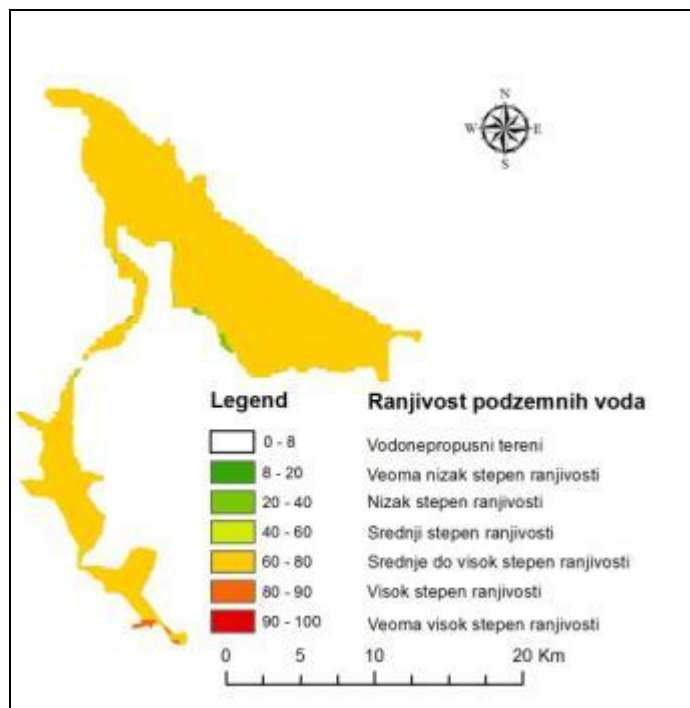
Prema kvalitativnim karakteristikama, podzemne vode zbijenih akvifera su generalno dobrog kvaliteta. Ipak, uslijed određenih problema vezanih za naseljenost u područja izvorišta grada Prijedora (neadekvatna kanalizaciona mreža, individualna poljoprivredna proizvodnja, individualna stočarska proizvodnja) pojavljuju se bakteriološki neispravni nalazi sirove vode koji se tretmanom automatskim hlorigeneratorima dovode na zahtijevan nivo za vodu za piće. Prema hemijskim karakteristikama, ove vode su pretežno hidrokarbonatno-kalcijskog tipa. Prema fizičkim osobinama one su bez boje, ukusa i mirisa, sa temperaturom u granicama srednjegodišnje temperature vazduha za područje ove GVT. Prema karti ranjivosti ova GVT obuhvata 4 klase ranjivosti podzemnih voda, od kojih je najdominantnija *Srednje do visok stepen ranjivosti* sa procentualnom zastupljenošću od 98,7% (Tabela 48). Grafički prikaz karte ranjivosti dat je na slici Sl. 81.

Tabela 48 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA

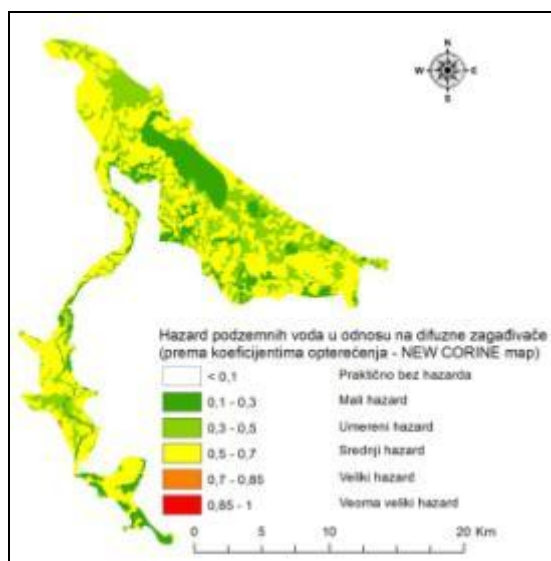
GVTPV Aluvijon Sane			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0	0
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	0	0
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	1,53	0,77
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	0,16	0,08
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	197,24	98,70
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	0,92	0,46
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	0	0

Sa aspekta rizika od zagađenja, neophodno je obratiti pažnju na sve tačkaste i difuzne zagađivače koji predstavljaju opasnost po GVT. Na konkretnom području utvrđeni su brojni difuzni zagađivači u vidu poljoprivredne i stočarske proizvodnje, brojnih septičkih jama, mreže lokalnih i regionalnih puteva itd. Od tačkastih izvora zagađenja potencijalnu opasnost predstavljaju brojne pumpe, radionice kao i prerađivački kapaciteti. Uzimajući u obzir pomenute zagađivače, ali i u najvećoj mjeri dobru prirodnu zaštićenost akvifera, izrađena je karta rizika i hazarda prema difuznim zagađivačima, data na slikama Sl. 82 i Sl. 83 odnosno tabelama 49 i 50. Iz njih se može vidjeti da su kategorije *Umjereni hazard* (29,26%), *Srednji hazard* (29,02%) i *Mali hazard* (26,02%) ujednačene, dok je *Umjereni rizik* sa 58,28% dominantna kategorija. Pored toga, karte rizika i hazarda su urađene i na osnovu tačkastih zagađivača, čime je dobijeno da ova GVTPV spada u kategoriju Velikog rizika, dok se

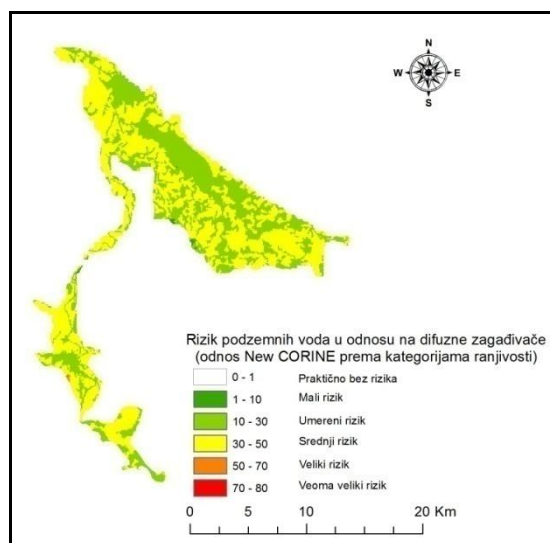
na ovom prostoru, prema hazardu, nalaze tačkasti zagađivači sa ukupnim EBS opterećenjem od 32 610.



Sl. 81 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV "Aluvijon Sane"



Sl. 82 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Aluvijon Sane"



Sl. 83 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Aluvijon Sane"

Tabela 49 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima

GVTPV Aluvijon Sane			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procenat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	38,49	26,09
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	43,16	29,26

Podzemne vode

Srednji hazard	0,5 - 0,7	42,81	29,02
Veliki hazard	0,7 - 0,85	23,04	15,62
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0	0

Tabela 50 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima

GVT PV Aluvijon Sane			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km ²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	0,06	0,05
Umjereni rizik	od 10 do 30	73,09	58,78
Srednji rizik	od 30 do 50	29,89	24,04
Veliki rizik	od 50 do 70	21,30	17,13
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0	0

Sve navedeno, doprinosi zaključku da je **GVT uslovno pod kvalitativnim pritiskom**, te je neophodno u budućnosti formirati monitoring mrežu koja će imati istraživački i operativni karakter, na osnovu kojih će se ostvariti direktan uvid u eventualne promjene kvalitativnih i kvantitativnih karakteristika podzemne vode. Uvidom u ove podatke, biće omogućeno preduzimanje neophodnih mjera preventivne, lokalizacione i sanacione zaštite.

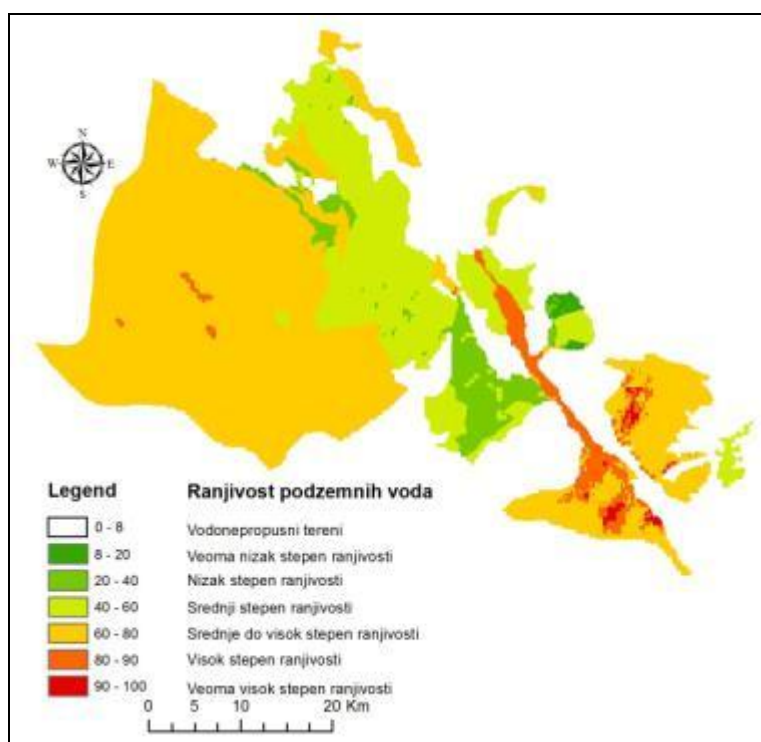
3.5.9 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Vrbasa

Pored velike perspektivnosti ovog područja za zahvatanje podzemnih voda, samo su izvori Krušnice, Crnog vrela, Okašnice i Resnika trenutno kaptirani za vodosnabdijevanje, sa prosječnim ukupnim eksploatacionim kapacitetom od 720 l/s. Također, Elaborati o rezervama voda za ovaj prostor nisu izrađivani, tako da je podatak o rezervama u karakterizacijskom izvještaju Zavoda za Vodoprivredu iz Sarajeva preuzet iz Elaborata o bilansu voda za 1989. god. Geoinstituta Ilidža. Pomenutim dokumentom definisane su bilansne rezerve od 5.8 m³/s, dok su pretpostavljene rezerve na osnovu proračuna efektivne infiltracije i površine pod otvornim karstnim terenima na nivou od oko 8 m³/s. Uzimajući bilo koji od ovih podataka, zaključuje se da **GVT nije pod kvantitativnim pritiskom**.

Prema kvalitativnim karakteristikama, podzemne vode su jako dobrog kvaliteta, u jonskom sastavu dominiraju hidrokarbonati, kalcijum i magnezijum. Za većinu vrela nije detaljno proučen hemijski sastav vode, osim za vrelo Arapka, čija je mineralizacija oko 440 m/l, bez prisustva komponenata azotne trijade. Prema bakteriološkom sastavu, zahvaćene podzemne vode cjelokupnog karstnog akvifera uglavnom odgovaraju Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće, osim u slučajevima veoma intenzivnih kišnih epizoda kada dolazi do zamućenosti i bakteriološkog zagađenja karstnih vrela (bakteriološka kontaminacija se uspješno rješava tretiranjem hlorom). Postoji opasnost od zagađenja kojoj je izložen karstni akvifer, uslijed svoje velike otvorenosti. Tako, karstni akvifer GVT obuhvata nekoliko klasa prirodne ranjivosti podzemnih voda, koje su predstavljene u tabeli 51, iz koje se vidi da je najdominantnija klasa *Srednje do visok stepen ranjivosti (65,68%)*. Grafički prikaz je dat na slici Sl. 84.

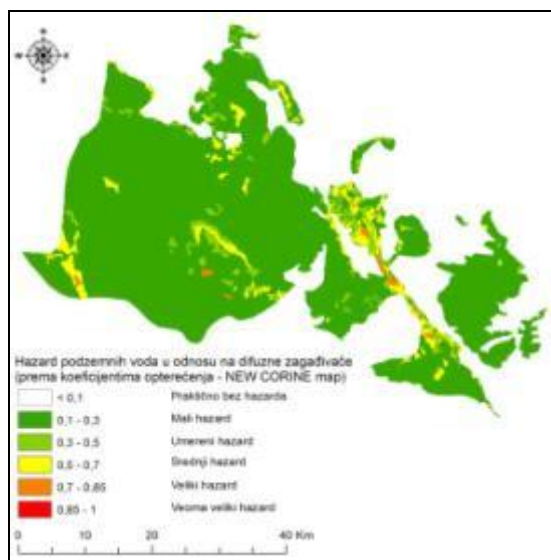
Tabela 51 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA

GVTPV Gornji sliv Vrbasa			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0	0
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	9,01	0,56
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	93,83	5,84
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	365,77	22,78
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	1054,82	65,68
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	74,43	4,63
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	8,06	0,50

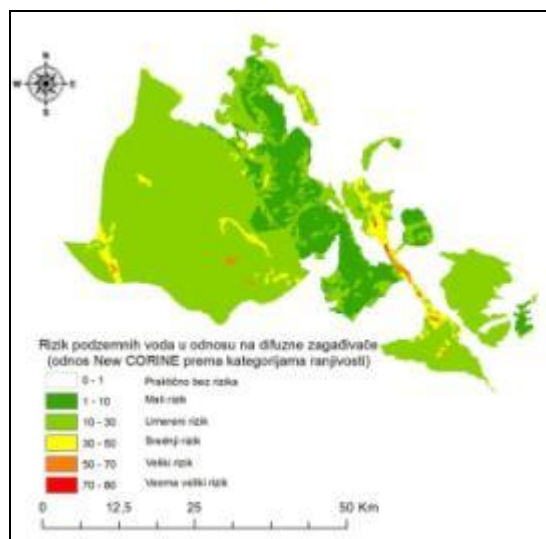


Sl. 84 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV "Gornji sliv Vrbasa"

U okviru toga, posebnu pažnju bi trebalo obratiti na potencijalne difuzne i tačkaste zagađivače, kao i na rizike od zagađenja. U tom kontekstu, na prostoru GVT se eksploatiše dolomit u zaleđu vrela Arapka, odnosno mermer, koji figurišu kao tačkasti zagađivači. Pored njih, tu su i deponije, dok se od difuznih zagađivača nalaze otpadne vode iz domaćinstava, putevi, eksploatacija šuma, poljoprivreda i uzgoj stoke. Imajući vrstu i karakter navedenih zagađivača, kao i stepen prirodne ranjivosti terena, kreirana je karta rizika i hazarda od difuznih zagađenja koje su prikazane u tabelama 52 i 53, odnosno grafički na slikama Sl. 85 i Sl. 86. Sa njih se vidi da je najzastupljenija kategorija *Mali hazard* (85,92%), odnosno *Umjereni rizik* (84,34%). Također, kreirana je i karta rizika i hazarda na osnovu tačkastih zagađivača, na osnovu koje je ustanovljen *Mali rizik*, odnosno hazard od tačkastog zagađivača sa EBS opterećenjem u vrijednosti od 3196.



Sl. 85 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVT PV "Gornji sliv Vrbasa"



Sl. 86 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVT PV "Gornji sliv Vrbasa"

Tabela 52 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima

GVT PV Gornji sliv Vrbasa			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procenat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	1485,84	89,31
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	81,63	4,91
Srednji hazard	0,5 - 0,7	86,49	5,20
Veliki hazard	0,7 - 0,85	9,73	0,58
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0	0

Tabela 53 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima

GVT PV Gornji sliv Vrbasa			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	296,88	18,62
Umjereni rizik	od 10 do 30	1209,72	75,86
Srednji rizik	od 30 do 50	77,24	4,84
Veliki rizik	od 50 do 70	9,72	0,61
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	1,09	0,07

Ako se sve navedeno uzme u obzir, može se zaključiti da **GVT nije pod kvalitativnim pritiskom**. To znači da je za sada, kvalitet vode generalno zadovoljavajući, ali da je u budućnosti neophodno formirati monitoring mrežu koja će imati istraživački i operativni (kvalitet), odnosno nadzorni (kvantitet) karakter.

3.5.10 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Srednji sliv Vrbasa

Elaborat o rezervama karstnog akvifera u okviru ove GVT nije urađen, već je u karakterizacijskom izvještaju Zavoda za vodoprivredu iz 2009. god. naveden podatak da ukupne rezerve u južnom dijelu GVT (vrela Trubino, Crno, Mrtvalj i Dućan) iznose $Q = 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Podatak je preuzet iz Elaborata o bilansu voda za 1989. godinu od Geoinstituta Ilidža.

Ostatak ove GVT uglavnom se prazni preko dva snažna vrela na lijevoj strani doline Vrbasa. Prvi je vrelo Krupe sa $Q_{\min} 400 \text{ l/s}$, a drugi vrelo Subunar sa $Q_{\min} 600 \text{ l/s}$, a koje je izgradnjom brane Bočac, odnosno formiranjem njene akumulacije, potopljeno. Ova dva vrela dreniraju širok prostor, od područja Podrašničkog brda do sjevernog oboda Manjače. Značajan dio voda u okviru GVT direktno se drenira u duboko usječene tokove Ugra i Vrbasa. Od ostalih vrela treba pomnuti vrela Zelenikovac ($Q_{\min} 80 \text{ l/s}$), kaptirana za vodosnabdijevanje Mrkonjić Grada, te vrelo Cvrcka ($Q_{\min} 40 \text{ l/s}$), kaptirano za vodosnabdijevanje Kotor Varoši.

Ukoliko se trenutno prosječna eksploatacija podzemnih voda uporedi sa podacima protoka vrela ili pak sa podatkom dobivenim na osnovu bilansnog proračuna za vrijednost efektivne infiltracije od 45%, zaključuje se da **GVT nije pod kvantitativnim pritiskom**.

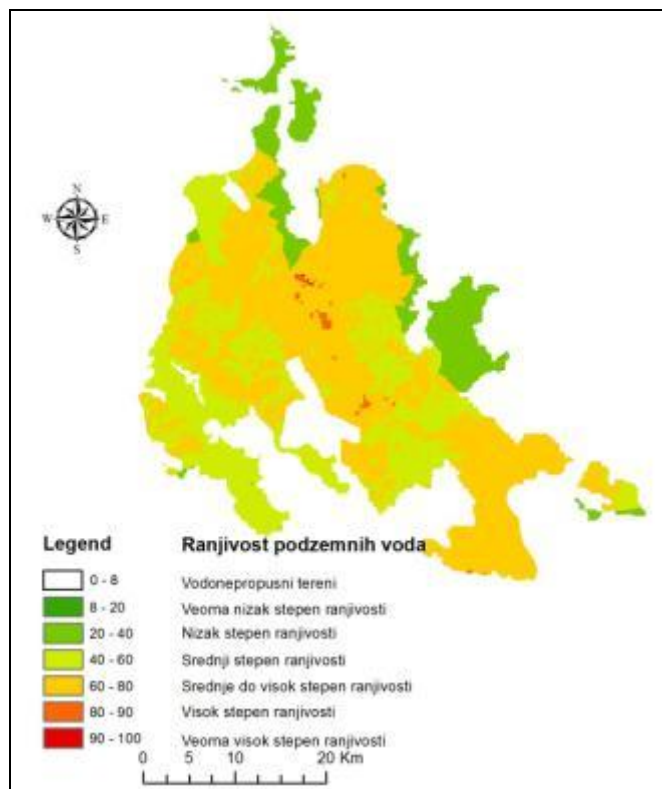
Sa kvalitativnog aspekta, voda je izuzetnog kvaliteta, ali kao i podzemna voda u svakom karstnom akviferu, veoma je ranjiva na zagađenja, pogotovo u područjima koja nemaju uspostavljenu niti jednu zonu sanitarne zaštite. Tako, prema karti prirodne ranjivosti terena, GVT ima 6 kategorija ranjivosti podzemnih voda, koje su predstavljene u tabeli 54, i među kojima je najzastupljenija kategorija *Srednje do visok stepen ranjivosti* (55,4%) uz kategoriju *Nizak stepen ranjivosti* (30,98%). Grafički prikaz karte ranjivosti ove GVTPV je na slici Sl. 87.

Tabela 54 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA

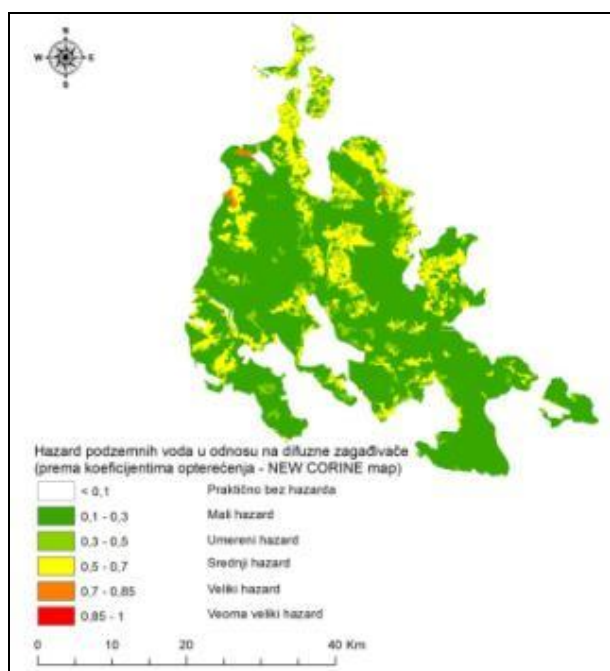
GVTPV Srednji sliv Vrbasa			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0	0
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	0,15	0,01
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	148,47	13,08
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	351,51	30,98
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	628,64	55,40
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	5,61	0,49
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	0,34	0,03

Prema hemijskom sastavu, voda je hidrokarbonatnog tipa kalcijumske klase, što odgovara petrološkom sastavu krečnjaka u okviru kojih se formira karstni akvifer. Imajući u vidu veliku podložnost GVT ranjivosti, posebnu pažnju bi trebalo obratiti na potencijalne difuzne i tačkaste zagađivače, kao i na rizike od zagađenja. U tom kontekstu, na prostoru GVT kao tačkasti zagađivač figuriše područje oko rudnika boksita „Bešpelj“, dok se od difuznih zagađivača nalaze otpadne vode iz domaćinstava, putevi, eksploatacija šuma, poljoprivreda i uzgoj stoke. Imajući vrstu i karakter

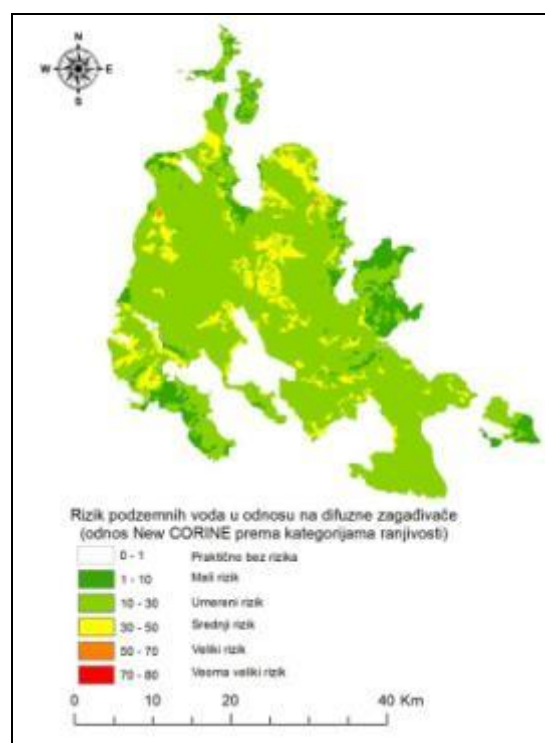
navedenih zagađivača, kao i stepen prirodne ranjivosti terena, kreirana je karta rizika i hazarda od difuznih zagađenja, koje su prikazane grafički na slikama Sl. 88 i Sl. 89 i u tabelama 55 i 56. Iz navedenih tabela se vidi da je najzastupljenija kategorija Mali hazard (74,64%) i Umjereni rizik (79,15%).



Sl. 87 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV "Srednji sliv Vrbasa"



Sl. 88 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Srednji sliv Vrbasa"



Sl. 89 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Srednji sliv Vrbasa"

Tabela 55 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima

GVT PV Srednji sliv Vrbasa			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procenat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	869,60	74,64
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	86,09	7,39
Srednji hazard	0,5 - 0,7	205,26	17,62
Veliki hazard	0,7 - 0,85	4,19	0,36
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0	0

Tabela 56 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima

GVT PV Srednji sliv Vrbasa			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	110,37	9,74
Umjereni rizik	od 10 do 30	896,76	79,15
Srednji rizik	od 30 do 50	124,79	11,01
Veliki rizik	od 50 do 70	1,11	0,10
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0	0

Pored karata rizika i hazarda prema difuznim zagađivačima, kreirane su i karte prema tačkastim zagađivačima, koje su regionalnog karaktera. Drugim riječima, prema tačkastim zagađivačima, ova

GVTPV spada u kategoriju *Mali rizik*, dok sa aspekta hazarda, na njenoj teritoriji se nalazi tačkasti zagađivač sa EBS opterećenjem u vrijednosti od 6250. Ako se sve navedeno uzme u obzir, može se zaključiti da **GVT nije pod kvalitativnim pritiskom**. To znači da je za sada, kvalitet vode generalno zadovoljavajući, ali da je u budućnosti neophodno formirati monitoring mrežu koja će imati istraživački i operativni (kvalitet), odnosno nadzorni (kvantitet) karakter.

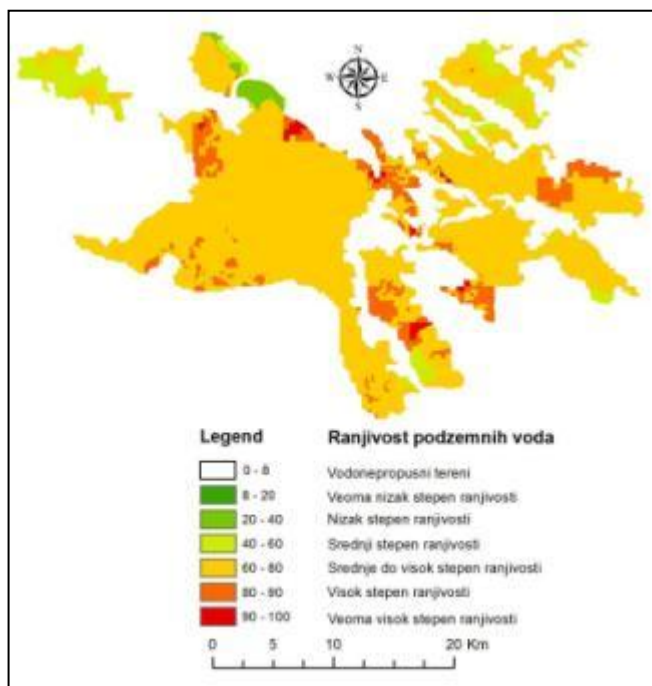
3.5.11 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Igman – Jahorina

Ukoliko se prihvati podatak za ukupni bilans karstnog akvifera koji je naveden u karakterizacijskom izvještaju Zavoda za vodoprivredu (2009c) i iznosi $Q = 2.55 \text{ m}^3/\text{s}$, jasno se zaključuje da je GVT pod pritiskom sa aspekta kvantiteta, budući da su ukupne eksploataisane količine $Q = 6.8 \text{ m}^3/\text{s}$. Međutim, na osnovu efektivne infiltracije i površine pod otvorenim karstnim terenima, procjena bilansa je da rezerve iznose skoro $8.5 \text{ m}^3/\text{s}$, te se stoga može izvesti zaključak da to nije slučaj, pa se GVT u ovom momentu definiše kao **GVTPV uslovno pod kvantitativnim pritiskom**, ali da istovremeno, treba voditi računa o količini eksploatacije u budućem periode (prije svih mjerom smanjenja gubitaka vode).

Prema kvalitativnim karakteristikama, voda iz karstnog akvifera je jako dobrog kvaliteta, ove vode su pretežno $\text{HCO}_3 - \text{Ca} - \text{Mg}$, što odgovara petrološkom sastavu krečnjaka u kojima se i formiraju. To su vode generalno bez boje, mirisa i ukusa, pH neutralne, temperature u granicama temperature vazduha i niske mineralizacije. Koncentracije analiziranih elemenata (nitriti, nitrati, amonijum joni, gvožđe i dr.) nalaze se ispod maksimalne dozvoljene koncentracije. Jedino je na vrelu Krušćice zapaženo kratkotrajno bakteriološko zagađenje nakon dugih kišnih epizoda, koje su uzorokovale zamućenje vode. Postoji opasnost od zagađenja zbog direktne izloženosti karstnog akvifera, što je u konkretnom slučaju definisano sa 5 klasa ranjivosti karstnog akvifera ove GVT koje su predstavljene u tabeli 57, prema karti prirodne ranjivosti terena. Iz pomenute tabele se vidi da je najdominantnija klasa ranjivosti Srednje do visok stepen ranjivosti sa 80,29% površine GVTPV koju zahvata. Grafički prikaz karte ranjivosti je dat na slici Sl. 91.

Tabela 57 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA

GVTPV Igman - Jahorina			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km ²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0	0
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	0	0
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	7,62	1,40
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	40,54	7,43
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	437,87	80,29
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	53,95	9,89
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	5,34	0,98



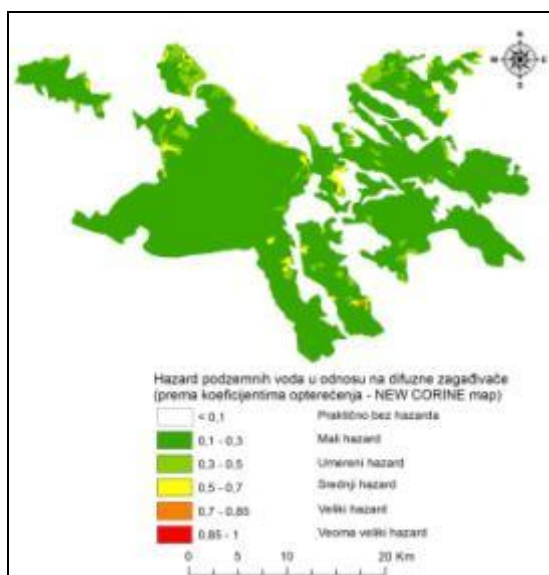
Sl. 90 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV "Igman – Jahorina"

Uporedo, konstatovani su tačkasti i difuzni zagađivači u vidu grobalja, kamenoloma, deponija otpada, prijemne industrije, eksploatacije šuma, otpadnih voda, poljoprivredne proizvodnje i uzgoja stoke, koji preko karte hazarda i zajedno sa kartom ranjivosti mogu dati vrijednosti rizika karstnog akvifera na zagađenje. Prema takvoj kreiranoj karti rizika i hazarda (Sl. 91 i Sl. 92 i tabele 58 i 59), ustanovljeno je da su najdominantnije kategorije *Mali hazard* (91,56%) i *Umjereni rizik* (95,03%). Također, kreirane su i karte rizika i hazarda prema tačkastim zagađivačima na osnovu kojih je dobijeno da su *Umjereni rizik*, odnosno na području ove GVTPV se nalaze

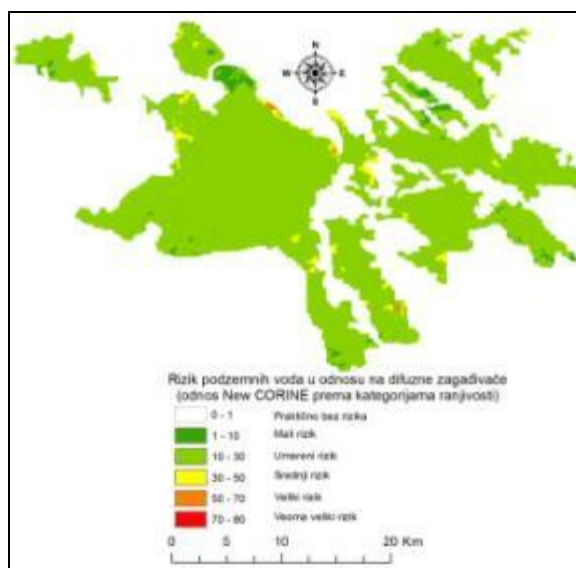
tačkasti zagađivači sa EBS opterećenjem od 3522.

Imajući sve navedeno u vidu, može se zaključiti da **GVTPV nije pod kvalitativnim pritiskom**. Dakle, neophodno je u

budućnosti formirati monitoring mrežu koja će imati istraživački i operativni karakter, na osnovu kojih će se dobijati direktan uvid u eventualne promjene kvalitativnih i kvantitativnih karakteristika podzemne vode. Uvidom u ove podatke, biće moguće preduzimanje lokalizacionih i sanacionih mjera zaštite.



Sl. 91 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Igman – Jahorina"



Sl. 92 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Igman – Jahorina"

Tabela 58 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima

GVT PV Igman - Jahorina			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procentat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	530,34	91,56
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	37,80	6,53
Srednji hazard	0,5 - 0,7	10,69	1,84
Veliki hazard	0,7 - 0,85	0,39	0,07
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0	0

Tabela 59 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima

GVT PV Igman - Jahorina			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	13,68	2,53
Umjereni rizik	od 10 do 30	514,51	95,03
Srednji rizik	od 30 do 50	12,23	2,26
Veliki rizik	od 50 do 70	0,99	0,18
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0	0

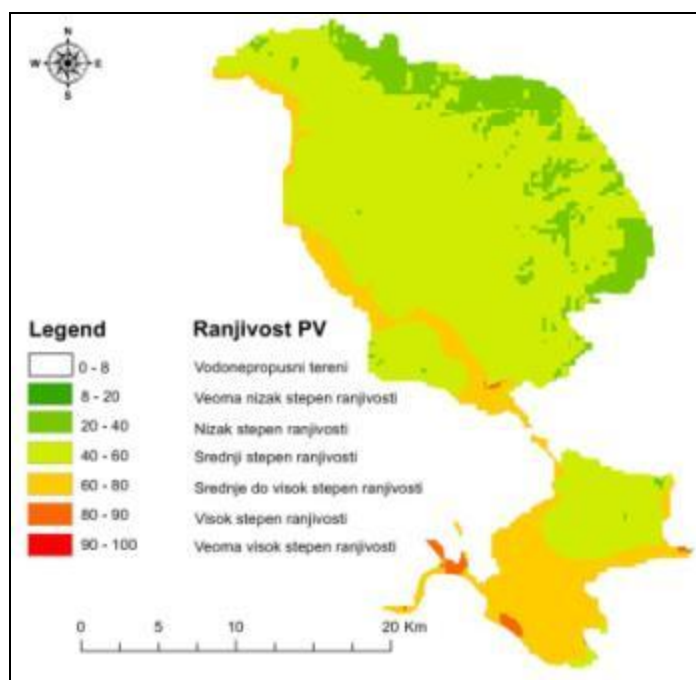
3.5.12 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Sarajevsko – Zeničko polje

Tako, ukupna prosječna količina eksploatacije vode iznosi oko 1.6 m³/s. Sa druge strane, procjena rezervi podzemnih voda iznosi oko 2 m³/s (Zavod za vodoprivredu, 2009c), na osnovu čega se može zaključiti da je **GVT uslovno pod kvantitativnim pritiskom**, te je neophodno kroz program mjera smanjiti količinu zahvaćene vode (npr. sanacijom vodovodne mreže), analizirati moguće dodatne izvore vodosnabdijevanja, a također i preciznije utvrditi rezerve podzemnih voda izradom Elaborata o rezervama.

Prema kvalitativnim karakteristikama, voda koja se nalazi u okviru GVT „Sarajevsko – Zeničko polje“ je dobrog kvaliteta. Prema hemijskim karakteristikama, glavni joni su HCO₃ – Ca (izvorište Sarajevsko polje), Ca – Mg – SO₄ – HCO₃ (Vrutak Buci), odnosno HCO₃ – SO₄ – Ca – Mg (Kraljeva Sutjeska). Analizama je utvrđeno postojanje bakteriološkog zagađenja vode na izvorištu Vrutak Buci i Milkino vrelo, koje se povećava sa povećanjem izdašnosti bunara, ali je uspješno riješeno hlorsanjem. Ostale analize vršene na ovom prostoru su pokazale da je podzemna voda u okviru ove GVT u potpunosti u saglasju sa Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće, te je stoga preporučljiva za korištenje. Ipak, to ne znači da nije podložna zagađenju. Naprotiv, prema urađenoj karti ranjivosti, područje koje pripada Sarajevsko – Zeničkom polju obuhvata 5 kategorija ranjivosti podzemnih voda, koje su predstavljene u tabeli 60 i iz koje se vidi da je kategorija *Srednji stepen ranjivosti* najdominantnija sa procentualnom zastupljenošću od 69,87%. Osim nje, prisutne su u značajnijoj mjeri i kategorije *Nizak stepen ranjivosti* (11,99%) i *Srednje do visok stepen ranjivosti* (17,39%) (Sl. 93).

Tabela 60 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA

GVTPV Sarajevsko – Zeničko polje			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0	0
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	0	0
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	62,25	11,99
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	362,70	69,87
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	90,28	17,39
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	3,90	0,75
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	0,01	0,002



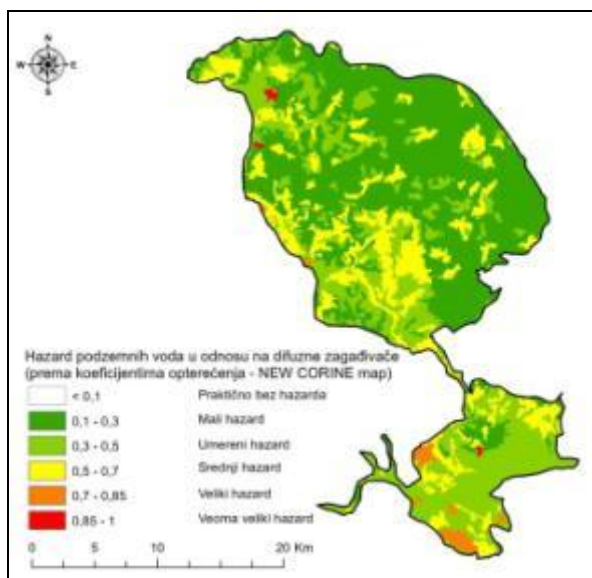
Sl. 93 Karta ranjivosti GVTPV „Sarajevsko – Zeničko polje“

Također, evidentirani su i potencijalni difuzni i tačkasti zagađivači na istražnom terenu. U njih spadaju prehrambena, tekstilna, grafička industrija, industrija nameštaja, metala i dr., zatim groblja, kamenolomi, deponije, neadekvatni kanalizacioni sistemi, poljoprivreda, kao i različita zagađenja od strane stanovništva. Na osnovu navedenih zagađivača, dobijaju se karte rizika i hazarda u odnosu na difuzne zagađivače, koje su prikazane na slikama Sl. 94 i Sl. 95, odnosno u tabelama 61 i 62. U tabelama je dat prikaz procentualne zastupljenosti kategorija rizika prema difuznim zagađivačima iz kojih se vidi da su *Umjereni* (70,92%) i *Mali rizik* (19,97%) i *Mali hazard* (91,56%) najdominantnije kategorije na prostoru ove GVTPV.

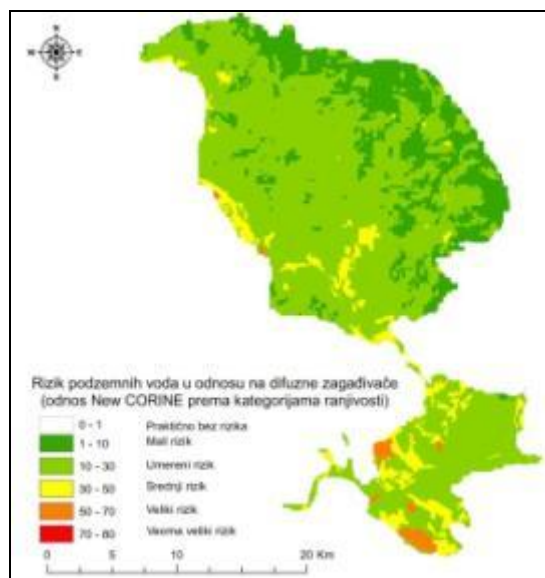
Tabela 61 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV „Sarajevsko – Zeničko polje“

GVT PV Sarajevsko-Zeničko polje			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procenat

Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	530,34	91,56
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	37,80	6,53
Srednji hazard	0,5 - 0,7	10,69	1,84
Veliki hazard	0,7 - 0,85	0,39	0,07
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0	0



Sl. 94 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Sarajevsko – Zeničko polje"



Sl. 95 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Sarajevsko – Zeničko polje"

Prema Regionalnoj karti tačkastog rizika podzemnih voda u slivu Save na teritoriji Bosne i Hercegovine, ova GVTPV spada u kategoriju *Velikog rizika*, budući da se na teritoriji ove grupe (ali i neposredno van nje) nalazi veći broj tačkastih zagađivača, značajnog EBS opterećenja (62 009 EBS). Drugim riječima, može se zaključiti da je podzemna voda ove **GVT uslovno pod kvalitativnim pritiskom**.

Tabela 62 *Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Sarajevsko – Zeničko polje"*

GVT PV Sarajevsko-Zeničko polje			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	103,60	19,97
Umjereni rizik	od 10 do 30	367,88	70,92
Srednji rizik	od 30 do 50	40,37	7,78
Veliki rizik	od 50 do 70	6,87	1,32
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0	0

Također, ovde bi trebalo istaći da zone sanitarne zaštite postoje samo za izvorišta Bukovica, Mahmutovića rijeka i Vrutak Buci, dok je za Šećine njive urađen Elaborat o zonama sanitarne zaštite, ali u praksi njegova rešenja nisu primijenjena. To ukazuje na neophodnost uspostavljanja kvalitetne monitoring mreže koja će imati istraživački i operativni karakter za obe komponente, na osnovu koje će se moći preduzeti sve neophodne preventivne mjere u cilju uklanjanja potencijalnih zagađivača. Tome u prilog posebno ide činjenica da je u maju 2005. godine, Skupština Kantona Sarajevo donijela Zakon o proglašenju spomenika prirode Vrelo Bosne, kojim se određena njegova granica, kategorija područja, razvojni ciljevi mjere zaštite, korištenje i dr. (Zavod za vodoprivredu, 2009c).

3.5.13 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Zapadna Romanija

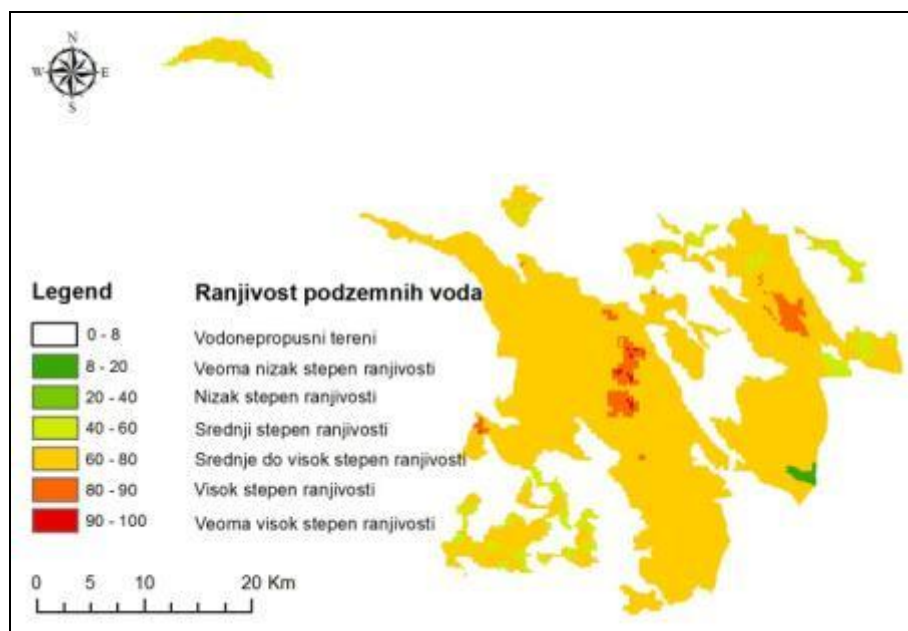
Nekoliko karstnih vrela koja se nalaze u okviru GVTPV Zapadna Romanija kaptirano je za potrebe vodosnabdijevanja (npr. Bioštica sa zahvatom od oko 65 l/s za Sokolac), tako da je procjena prosječne eksploatacije podzemnih voda oko 400 l/s. Rezerve podzemnih voda su svakako višestuko veće, a to potvrđuje i analiza bilansnih elemenata i prije svega procjena efektivne infiltracije i površine pod otvorenim karstom, te se stoga može zaključiti da je **GVT nije pod kvantitativnim pritiskom**. Prema kvalitativnim karakteristikama, podzemna voda formirana u karstnom akviferu je generalno dobrog kvaliteta. Međutim, bakteriološke analize su pokazale da se na određenim vrelima (Moščanica Crnil, Sokolina) javljaju izolovane fekalne bakterije i klice koje ukazuju na zagađenje vode. Prema ovom parametru, podzemne vode ne odgovaraju Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće, te se stoga ne mogu direktno koristiti za vodosnabdijevanje, tj. bez tretmana. Prethodno pomenuto ukazuje također na veliku opasnost od zagađenja kojoj je izložena svaki karstni akvifer, pa i ova formirana u okviru „Zapadne Romanije“. Tako, prema karti ranjivosti ova GVT obuhvata nekoliko kategorija prirodne ranjivosti podzemnih voda, koje su prikazane u tabeli 63 i od kojih je najdominantnija kategorija Srednje do visok stepen ranjivosti sa procentualnom zastupljenošću od 89,97%. Grafički prikaz karte ranjivosti je dat na slici Sl. 96.

Prema hemijskim karakteristikama, ove vode su pretežno hidrokarbonatne klase i kalcijumskog tipa što odgovara petrološkom sastavu krečnjaka iz kojih potiče podzemna voda. Također, prema fizičkim osobinama, ove vode su bez boje, ukusa i mirisa, temperature u granicama srednjegodišnje temperature vazduha. Sa aspekta rizika od zagađenja, neophodno je obratiti pažnju na sve tačkaste i difuzne zagađivače koji predstavljaju opasnost po GVT. Na konkretnom području, trenutno su

utvrđeni samo difuzni zagađivači u vidu eksploatacije šumskih resursa, naselja Vukinjače, mreže lokalnih i regionalnih puteva, kao i poljoprivrede i uzgoja stoke.

Tabela 63 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA u GVTPV „Zapadna Romanija“

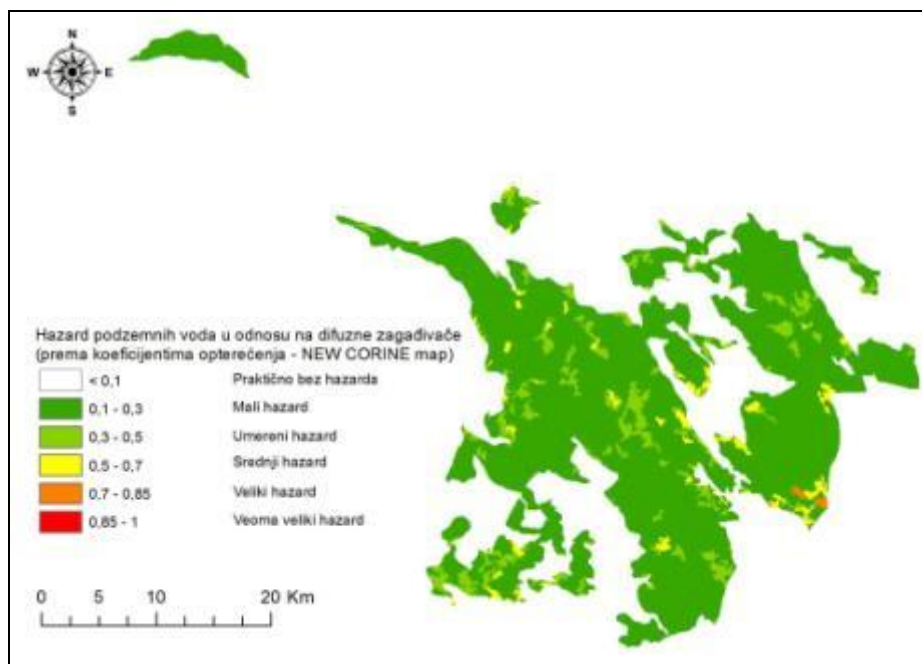
GVTPV Zapadna Romanija			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km ²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0	0
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	3,18	0,44
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	0	0
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	45,41	6,25
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	653,31	89,97
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	22,61	3,11
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	1,62	0,22



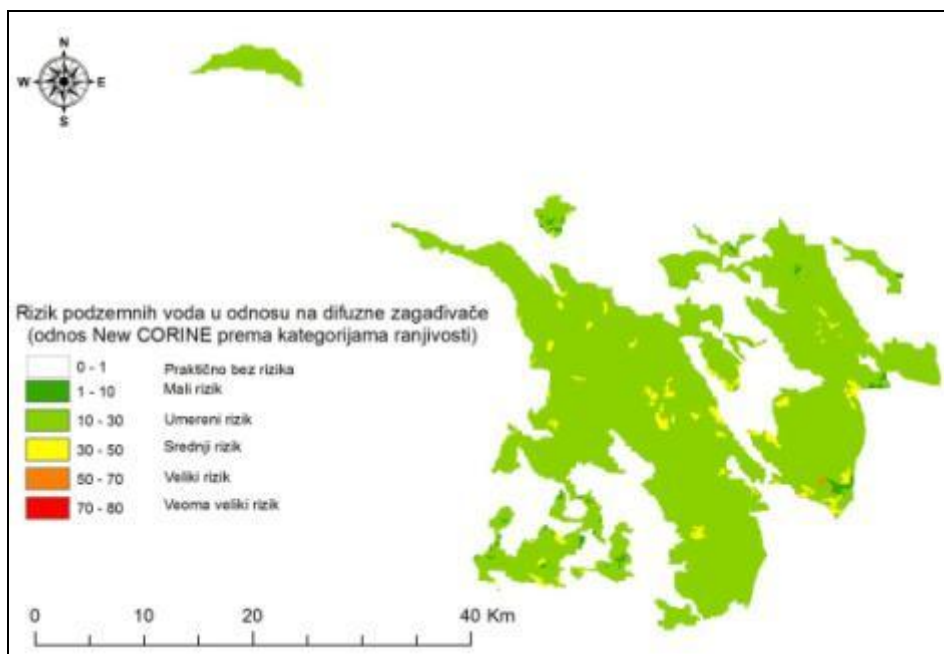
Sl. 96 Karta ranjivosti podzemne vode u okviru GVTPV "Zapadna Romanija"

Uzimajući u obzir pomenute zagađivače kao i stepen prirodne ranjivosti sa karte ranjivosti, izrađene su karte rizika i hazarda prema difuznim zagađivačima koje su date na slikama Sl. 97 i Sl. 98, odnosno u tabelama 64 i 65. Iz pomenutih tabela se može vidjeti da je najzastupljenija kategorija *Mali hazard* (88,94%), odnosno *Umjereni rizik* (95,83%). Također, karte rizika i hazarda su kreirane i na osnovu tačkastih zagađivača, prema kojima ova GVTPV spada u grupu *Mali rizik*, budući da se na njenoj teritoriji nalazi samo jedan tačkasti zagađivač EBS opterećenja od 1232. Sve navedeno, doprinosi zaključku da **GVTPV nije pod kvalitativnim pritiskom**, te je stoga neophodno u budućnosti formirati monitoring mrežu koja će imati istraživački i operativni karakter, na osnovu kojih će se imati direktan uvid u eventualne promjene u kvalitativnim i kvantitativnim karakteristikama podzemne vode.

Uvidom u ove podatke, biće omogućeno preduzimanje svih mjera zaštite u najkraćem vremenskom intervalu.



Sl. 97 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Zapadna Romanija"



Sl. 98 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Zapadna Romanija"

Tabela 64 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Zapadna Romanija"

GVTPV Zapadna Romanija			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procenat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	674,94	88,94
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	61,75	8,14
Srednji hazard	0,5 - 0,7	20,50	2,70
Veliki hazard	0,7 - 0,85	1,68	0,22
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0	0

Tabela 65 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Zapadna Romanija"

GVTPV Zapadna Romanija			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km ²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	8,43	1,16
Umjereni rizik	od 10 do 30	693,83	95,83
Srednji rizik	od 30 do 50	21,39	2,95
Veliki rizik	od 50 do 70	0,40	0,06
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0	0

3.5.14 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Gornji sliv Gostilje i Spreče

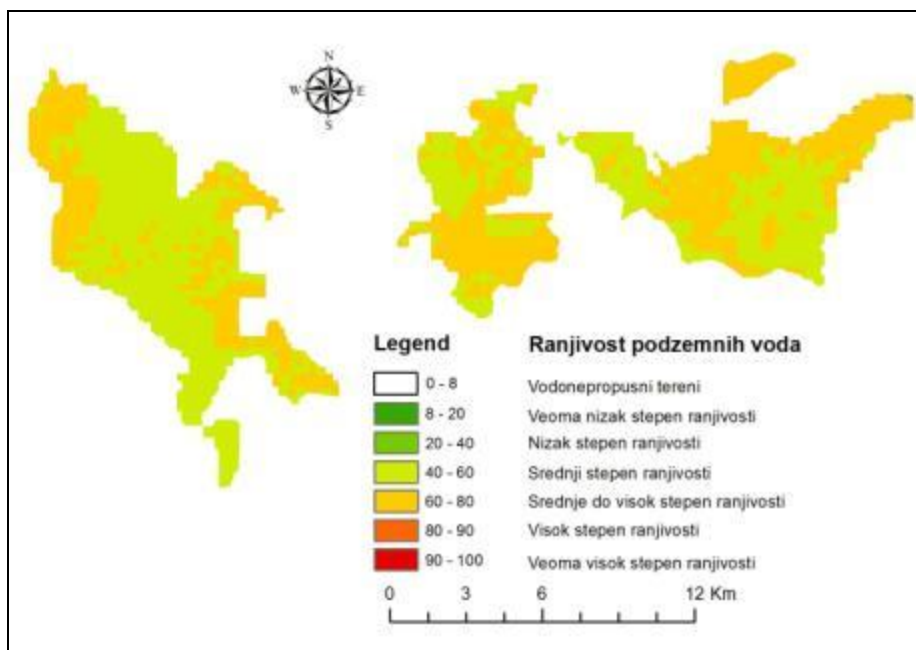
Samo nekoliko izvora u okviru ove GVT se koristi za vodosnabdijevanje stanovništva, i prosječna eksploatacija podzemne vode u te svrhe iznosi oko 500 l/s. Sa druge strane, ne postoji dovoljno podataka da li su elaborati o rezervama podzemnih voda rađeni na ovom prostoru, već se u karakterizacijskim izveštajima Zavoda za vodoprivredu navodi da su ukupne bilansne rezerve (poznate na osnovu aktuelne eksploatacije) na prostoru ove GVT oko 510 l/s. Osim toga, u studiji *Analiza pritiska i uticaja te procjena rizika na karakterističnim tijelima podzemnih voda podsliva rijeke Bosne, knjiga III, tijelo podzemne vode „Stupari“*, ističe se da je bilans ovog vodnog tijela, koje u GVT „Gornji sliv Gostilje i Spreče“ zauzima najveći dio na zapadu, oko 1 m³/s, što se uklapa u rezultate proračuna bilansa sračunatog na osnovu vrijednosti efektivne infiltracije i površine pod otvorenim karstnim terena, gdje se na osnovu ovih faktora dobijaju rezerve od približno 1.8 m³/s. To znači da se može smatrati da **GVT nije pod kvantitativnim pritiskom**, ali je za precizniju ocjenu pritiska neophodno izvršiti detaljnija hidrogeološka istraživanja.

Sa kvalitativnog aspekta, neophodno je reći da su generalno, ove vode dobrog kvaliteta. Ipak, nakon kiša većeg intenziteta, na pojedinim karstnim vrelima dolazi do zamućenja vode i njene bakteriološke neispravnosti. Pomenuto se objašnjava velikom opasnošću karstnog akvifera od zagađenja (prema podacima karte prirodne ranjivosti, ova GVT obuhvata 4 klase ranjivosti, date u tabeli 66), podstaknuto i velikom eksploatacijom šumskih resursa i krečnjaka u zaleđu karsta. Iz date tabele se

može vidjeti da su najzastupljenije kategorije Srednji stepen ranjivosti (52,82%), odnosno Srednje do visok stepen ranjivosti (47,11%). Grafički prikaz karte ranjivosti je dat na slici Sl. 99.

Tabela 66 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA u okviru GVTPV „Gornji sliv Gostilje i Spreče“

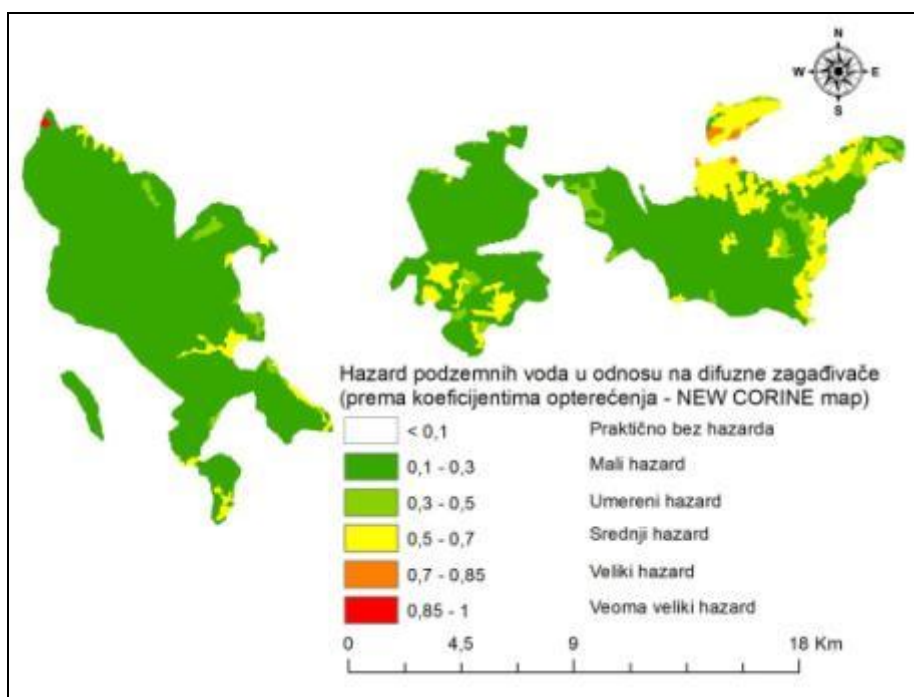
GVTPV Gornji sliv Gostilje i Spreče			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0	0
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	0	0
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	0,09	0,06
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	79,10	52,82
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	70,54	47,11
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	0,02	0,02
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	0	0



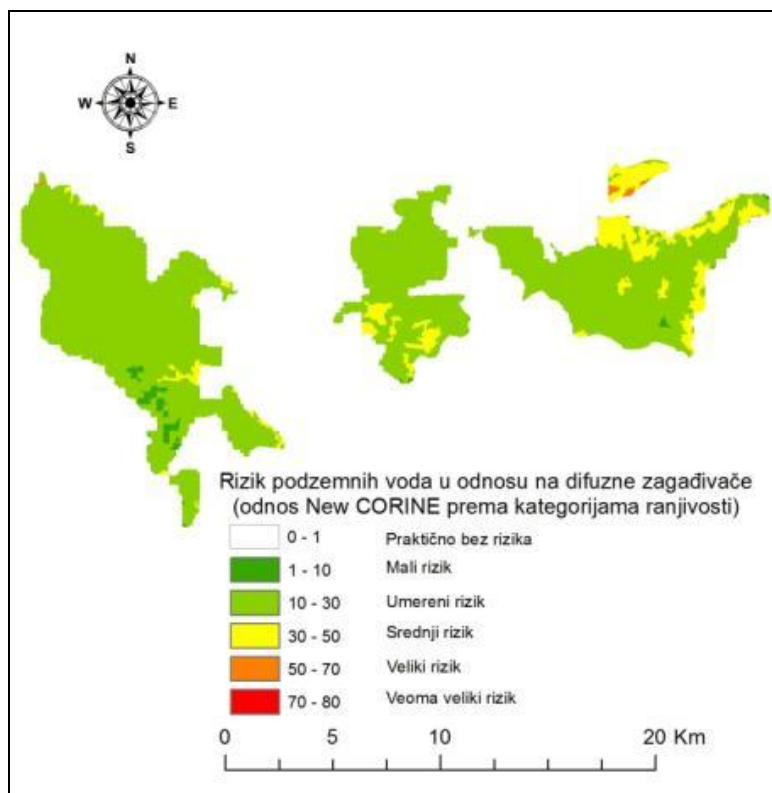
Sl. 99 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV „Gornji sliv Gostilje i Spreče“

Područje VT „Stupari“ i VT „Toplice“ su dva od 4 test-područja koja su obuhvaćena izradom karte prirodne ranjivosti terena primjenom COP metode. Na osnovu ove metode, stručnjaci Rudarskog instituta u Tuzli su ustanovili da je karstni akvifer u ovom vodnom tijelu, koje je obuhvaćeno i grupom VT „Gornji sliv Gostilje i Spreče“, jako osjetljiva, tako što prostor obuhvaćen najvišom kategorijom potencijalne ugroženosti „veoma velika ranjivost“ pokriva 17.83 km², dok sljedeća kategorija „velika ranjivost“ pokriva 31.36 km², što ukupno iznosi 67.64% ukupne površine vodnog tijela koje je prijekriveno velikom i veoma velikom ranjivošću terena (Rudarski institut, Tuzla, 2013d). Sa druge strane, VT Toplice obuhvata 99.95% sa „vrlo malom“ i svega 0.05% sa „malom“ ranjivošću terena.

Kada je riječ o rizicima zagađenja, neophodno je navesti sve tačkaste i difuzne zagađivače koji se nalaze na prostoru GVT. U njih spadaju već pomenuti kamenolomi u kojima se eksploatiše krečnjak, ugostiteljsko – turistički kompleks hotel „Toplice“, koji predstavlja svojevrsni potencijalni zagađivač budući da ne poseduje vodnu dozvolu i da je odvođenje sanitarno – fekalnih voda riješeno izgradnjom septičke jame (Rudarski institut Tuzla, 2013b). Pored njih, kao difuzni zagađivači figurišu deponije otpada, nekontrolisana seča šuma, i dr. Svi pomenuti zagađivači su iskorišteni uz kartu prirodne ranjivosti terena da se ukaže na rizik i hazard karstnog akvifera na zagađenje, na osnovu koga su kreirane karte rizika i hazarda, prikazane grafički na slikama Sl. 100 i Sl. 101, odnosno u tabelama 67 i 68. Iz pomenutih tabela se vidi da je najdominantnija kategorija *Mali hazard* (84,28%), odnosno *Umjereni rizik* (87,84%).



Sl. 100 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Gornji sliv Gostilje i Spriječe"



Sl. 101 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Gornji sliv Gostilje i Spreče"

Tabela 67 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Gornji sliv Gostilje i Spreče"

GVT PV Gornji sliv Gostilje i Spreče			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procentat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	134,86	84,28
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	6,81	4,25
Srednji hazard	0,5 - 0,7	17,64	11,03
Veliki hazard	0,7 - 0,85	0,57	0,36
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0,12	0,08

Tabela 68 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Gornji sliv Gostilje i Spreče"

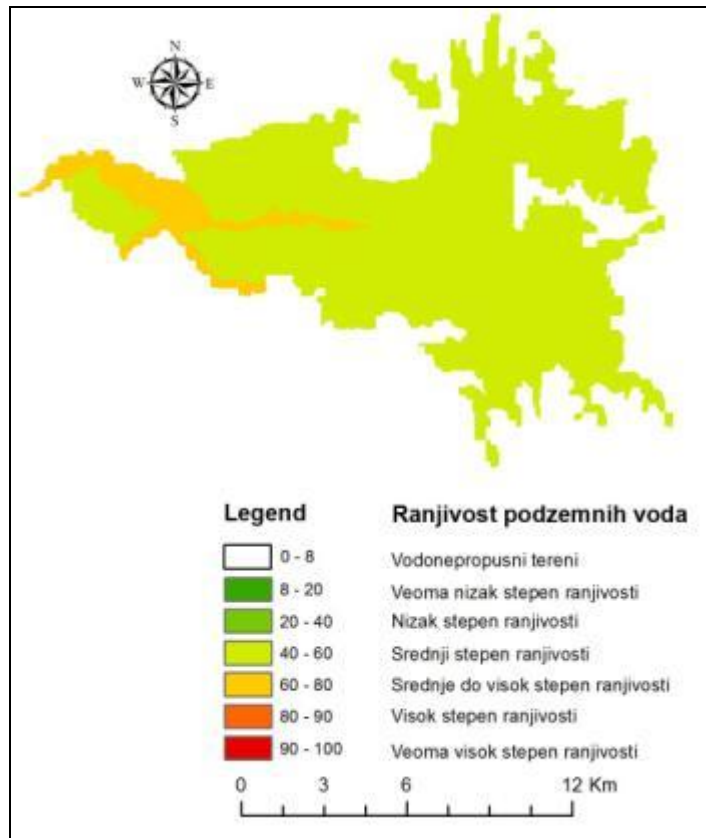
GVT PV Gornji sliv Gostilje i Spreče			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	2,09	1,40
Umjereni rizik	od 10 do 30	131,04	87,84
Srednji rizik	od 30 do 50	15,59	10,45
Veliki rizik	od 50 do 70	0,47	0,31
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0	0

Također, treba reći da su kreirane i karte hazarda i rizika prema tačkastim zagađivačima. Na osnovu njih je dobijeno da je ova GVTPV nalazi u kategoriji Praktično bez rizika, odnosno da se na ovom prostoru ne nalazi nijedan značajniji tačkasti zagađivač. Drugim riječima, može se zaključiti da **GVT nije pod kvalitativnim pritiskom**. To znači da je za sada, kvalitet vode generalno zadovoljavajući, ali da je u budućnosti neophodno formirati monitoring mrežu koja će imati istraživački i operativni (kvalitet), odnosno nadzorni (kvantitet) karakter.

3.5.15 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Stanarski basen

Prosječna eksploatacija podzemnih voda za potrebe vodosnabdijevanja iznosi do 5 l/s (vodosnabdijevanje rudničkih objekata i naselja Stanari), dok se očekuje povećanje eksploatacije do 25 l/s kada u Stanarima bude u funkciji i termoelektrana (trenutno u fazi izgradnje). Dio voda se također drenira i postupcima odvodnje podzemnih voda na kopovima rudnika uglja Stanari. Ove količine su svakako u funkciji režima podzemnih voda, odnosno hidroloških uslova, a kreću se prosječno oko 90 l/s. Rezerve podzemnih voda svakako su daleko već od onih koje se trenutno eksploatišu (pa i onih čija je eksploatacija predviđena u bliskoj budućnosti), vjerovatno većeg reda veličine od 300 l/s pa se stoga može se zaključiti da je **GVT pod potencijalnim kvantitativnim pritiskom**.

Prema kvalitativnim karakteristikama, podzemne vode zbijenog akvifera su generalno dobrog kvaliteta. Prema karti ranjivosti ova GVT obuhvata 2 klase ranjivosti podzemnih voda, date u tabeli 69. To su *Srednji stepen ranjivosti* (91,79%), odnosno *Srednje do visok stepen ranjivosti* (8,21%). Grafički prikaz karte ranjivosti je dat na slici Sl. 102.

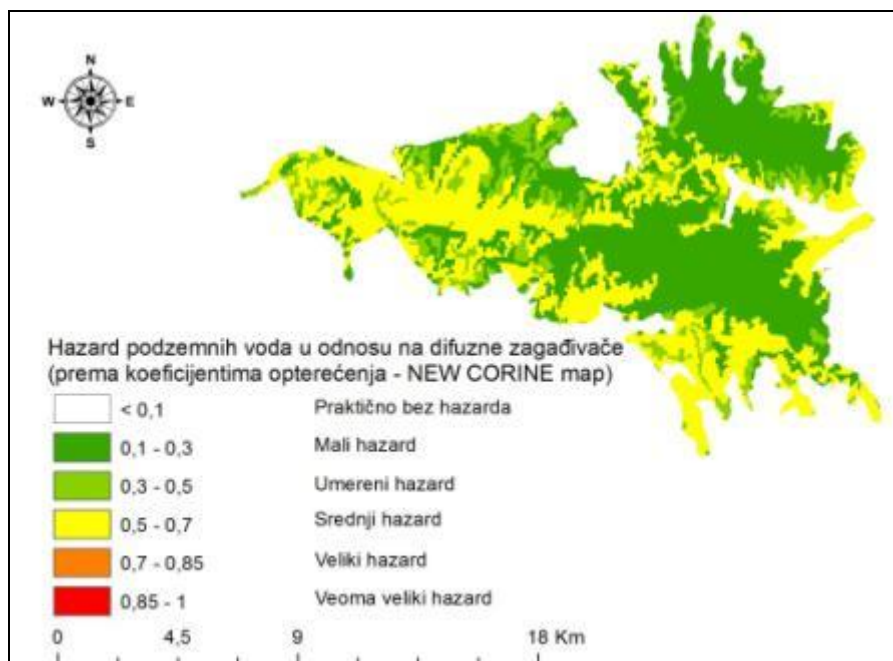


Sl. 102 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV "Stanarski basen"

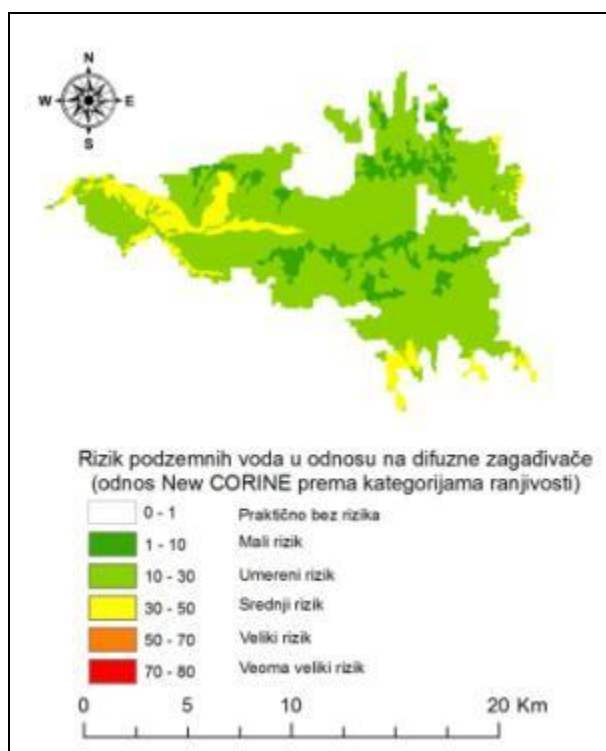
Tabela 69 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA u okviru GVTPV „Stanarski basen“

GVTPV Stanarski basen			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0	0
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	0	0
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	0	0
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	129,63	91,79
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	11,59	8,21
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	0	0
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	0	0

Prema hemijskim karakteristikama ove podzemne vode pretežno pripadaju hidrokarbonatno-kalcijsko-natrijskom tipu, a prema fizičkim osobinama su bez boje, sa ukusom i mirisom koji ukazuju na prisustvo H₂S usled organske ugljene komponente. Temperatura im je u granicama srednjegodišnje temperature vazduha. pH vrijednost je nešto niža od propisane za vode za piće, a pojavljuje se i povišen sadržan gvožđa. Sa aspekta rizika od zagađenja neophodno je obratiti pažnju na sve tačkaste i difuzne zagađivače koji predstavljaju opasnost po GVT. Posebno je značajno samo prisustvo ugljenog sloja (prirodni uslovi) i njegovog direktnog kontakta sa vodonosnom sredinom, te svakako i eksploatacija navedene mineralne sirovine (što pak dovodi do određenih antropogenih uticaja). Sa druge strane, GVT se u najvećoj mjeri odlikuje dobrom prirodnom zaštićenošću od uticaja sa površine. Prema gore navedenim difuznim zagađivačima, kreirane su karte rizika i hazarda predstavljene na slikama Sl. 103 i Sl. 104, odnosno u tabelama 70 i 71. Iz njih se može uočiti da je najzastupljenija kategorija *Mali hazard* (49%) uz koju se nalazi i značajna površina GVTPV pod *Srednjim hazardom* (39,17%), dok sa aspekta rizika najveću površinu zauzima kategorija *Umjerenog rizika* sa procentualnom zastupljenošću od 78,12%.



Sl. 103 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Stanarski basen"



Sl. 104 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Stanarski basen"

Tabela 70 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Stanarski basen"

GVTPV Stanarski basen			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procenat

Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	73,60	49,00
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	17,76	11,82
Srednji hazard	0,5 - 0,7	58,83	39,17
Veliki hazard	0,7 - 0,85	0	0
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0	0

Tabela 71 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Stanarski basen"

GVT PV Stanarski basen			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	15,68	11,15
Umjereni rizik	od 10 do 30	109,82	78,12
Srednji rizik	od 30 do 50	15,08	10,73
Veliki rizik	od 50 do 70	0	0
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0	0

Također, kreirane su i karte rizika i hazarda prema tačkastim zagađivačima, prema kojima je dobijeno da se ova GVTPV nalazi u kategoriji Srednji rizik, dok se sa aspekta hazarda na ovom prostoru nalaze tačkasti zagađivači ukupnog EBS opterećenja 5975.

Sve navedeno, doprinosi zaključku da je **GVT pod potencijalnim kvalitativnim pritiskom**, te je neophodno u budućnosti adaptirati i proširiti monitoring mrežu (prisutna već na području rudnika Stanari) koja će imati istraživački i operativni karakter, na osnovu kojih će se dobiti direktan uvid u eventualne promjene u kvalitativnim i kvantitativnim karakteristikama podzemne vode. Uvidom u ove podatke, biće omogućeno preduzimanje svih mjera zaštite u zahtevanom vremenskom intervalu.

3.5.16 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Tuzlansko – Sprečko polje

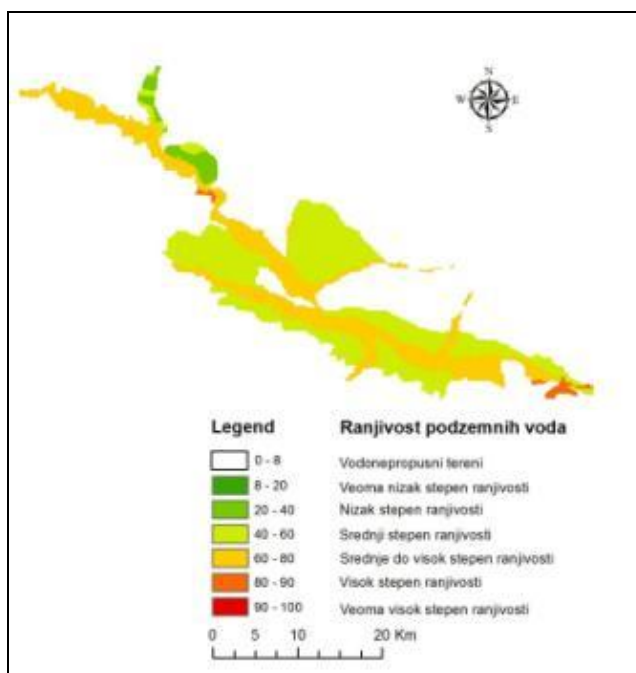
Imajući u vidu da se većina pomenutih istražno – eksploatacionih bunara koristi u okviru sistema vodosnabdijevanja stanovništva, sabiranjem kapaciteta se može doći do podatka o prosječnoj količini eksploatisanih voda, koji iznosi $Q = 417$ l/s. Ako se to uporedi sa podatkom o bilansu podzemnih voda, koji je predstavljen u karakterizacijskom izvještaju Zavoda za vodoprivredu (2009d) i koji iznosi $Q \sim 530$ l/s, izvodi se zaključak da je **GVTPV uslovno pod kvantitativnim pritiskom**, te je stoga neophodno provjeriti količinu potrebne vode, kao i uraditi Elaborat o rezervama podzemnih voda koje su vjerovatno veće od gore navedenih.

Prema kvalitativnim karakteristikama, vode koje se eksploatišu preko pomenutih bunara iz integrularnih akvifera su osrednjeg kvaliteta. Tako, su analizama utvrđene vode koje ne odgovaraju Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Miričina, Sprečko polje), odnosno utvrđene su vode koje su u potpunosti ispravne za piće bez tretmana ili eventualno uz elementarno hlorisanje. Sa druge strane, u uzorcima pojedinih voda je konstatovano povremeno zamućenje (u

vodi iz krečnjaka paleocensko – eocenske starosti), odnosno povišene koncentracije gvožđa, mangana i magnezijuma, te je stoga neophodno „spustiti“ koncentracije ovih elemenata ispod MDK, da bi se nesmetano mogle koristiti za piće. Iz tih razloga se na lokalitetu Sprečkog polja nalaze postrojenja za deferizaciju i demanganizaciju eksploatisane vode. Također, trebalo bi pomenuti da je za nekoliko izvorišta urađen (ili je u postupku izrade) Elaborat o zonama sanitarne zaštite, tako da su preduzete, ili se planiraju određene preventivne mjere u cilju sprečavanja eventualnog zagađenja. Na osnovu navedenih kvalitativnih karakteristika, može se zaključiti da je **GVT uslovno pod kvalitativnim pritiskom**. U vezi sa kvalitetom podzemnih voda, kreirana je karta prirodne ranjivosti terena, prema kojoj se može vidjeti da teren ove GVT obuhvata 5 klasa prirodne ranjivosti terena (Tabela 72). Iz date tabele se vidi da su kategorije Srednji stepen ranjivosti (52,27%) i Srednje do visok stepen ranjivosti (41,81%) najznačajnije kategorije u ovoj GVTPV. Grafički prikaz je dat na slici Sl. 105.

Tabela 72 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA

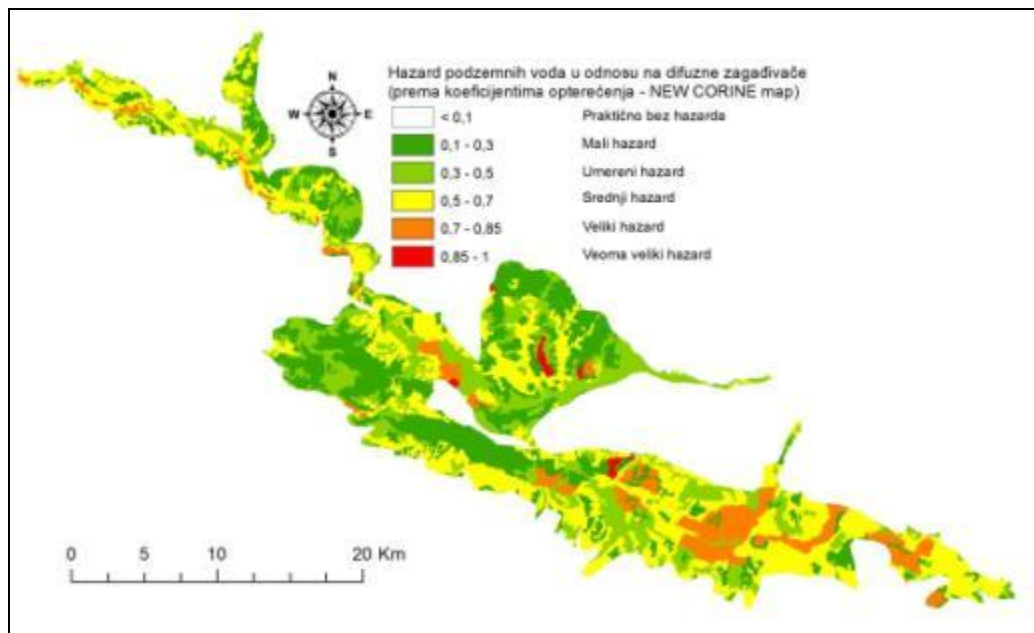
GVTPV Tuzlansko – Sprečko polje			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0	0
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	0	0
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	19,15	4,32
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	231,64	52,27
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	185,28	41,81
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	6,97	1,57
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	0,10	0,02



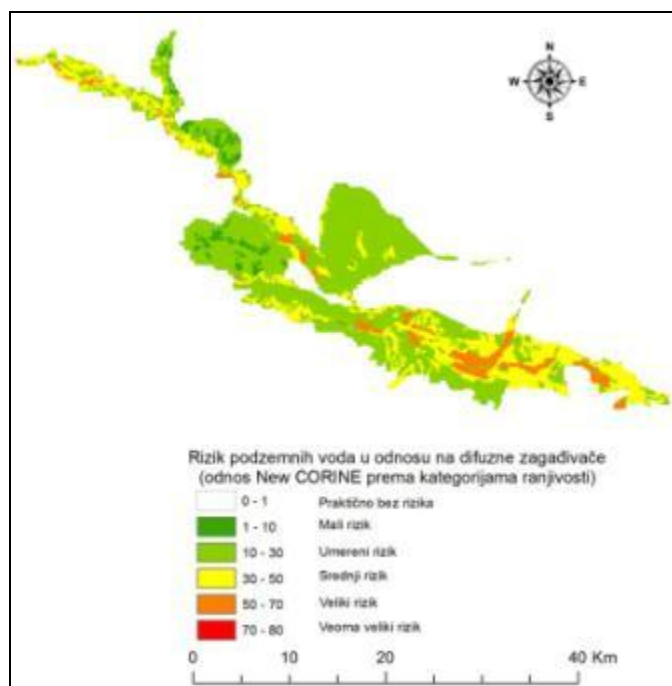
Sl. 105 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV “Tuzlansko – Sprečko polje”

Ovaj podatak se može uporediti sa prirodnom ranjivošću vodnih tijela Sprečko polje i Toplice, koje je bilo test-područje za primjenu COP metode ocjene ranjivosti. Ovom metodom je ustanovljeno da

Sprečko polje obuhvata 73.96% područja sa „vrlo malom“ i 26.04% sa „malom“ prirodnom ranjivošću terena (Rudarski institut Tuzla, 2013c). Također, uzimajući u obzir sve difuzne i tačkaste zagađivače, uz prirodnu ranjivost terena, kreirane su karte rizika i hazarda podzemnih voda od zagađenja, koje su date na slikama Sl. 106 i Sl. 107, odnosno tabelama 73 i 74.



Sl. 106 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Tuzlansko – Sprečko polje"



Sl. 107 Karta rizika podzemne vode u okviru GVTPV "Tuzlansko – Sprečko polje"

Tabela 73 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Tuzlansko – Sprečko polje"

GVT PV Tuzlansko – Sprečko polje			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procenat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	132,66	28,59
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	111,52	24,03
Srednji hazard	0,5 - 0,7	173,15	37,31
Veliki hazard	0,7 - 0,85	43,56	9,39
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	3,15	0,68

Tabela 74 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Tuzlansko – Sprečko polje"

GVT PV Tuzlansko – Sprečko polje			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	16,59	3,76
Umjereni rizik	od 10 do 30	268,14	60,69
Srednji rizik	od 30 do 50	124,94	28,28
Veliki rizik	od 50 do 70	32,13	7,27
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0,05	0,01

Iz datih tabela se vidi da svih pet kategorija i rizika i hazarda se nalaze na prostoru ove GVTPV, među kojima najznačajnije prisustvo imaju *Mali* (28,59%), *Umjereni* (24,03) i *Srednji hazard* (37,31%), dok sa aspekta rizika, najdominantnije kategorije su *Umjereni* (60,69%), i *Srednji rizik* (28,28%). Također, kreirane su i karte rizika i hazarda podzemnih voda prema tačkastim zagađivačima na osnovu kojih se može zaključiti da je ova GVTPV u kategoriji *Veoma velikog rizika*, a sa aspekta hazarda treba napomenuti da na prostoru ove GVTPV se nalazi veći broj tačkastih zagađivača, sa EBS opterećenjem od čak 1 477 724. Naime, svi prisutni zagađivači u vidu benzinskih stanica, industrije, stanovništva, poljoprivrede, uzgoja stoke, putne mreže i dr. umnogome utiču na rizike od zagađenja. Dakle, imajući sve prethodno pomenuto u vidu, neophodno je u budućnosti formirati monitoring mrežu koja će imati istraživački i operativni karakter, na osnovu kojih će se imati direktan uvid u eventualne promjene u kvalitativnim i kvantitativnim karakteristikama podzemne vode. Uvidom u ove podatke, biće omogućeno preduzimanje potrebnih mjera zaštite.

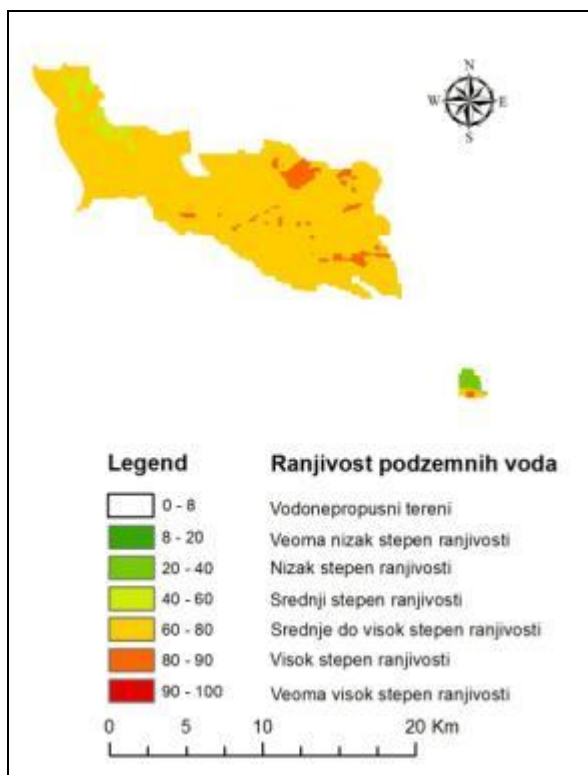
3.5.17 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Vlačić – Plava voda

Prosječna količina eksploatacije sa izvorišta koja se nalaze na prostoru ove GVT je oko 490 l/s. Ako se uzme u obzir da proračunata količina bilansnih rezervi podzemne vode na ovom prostoru iznosi približno 820 l/s (značajno više, oko 1800 l/s dobijeno je prema računu urađenom prema efektivnoj infiltraciji i površini pod otvorenim karstom), može se zaključiti da je **GVT pod potencijalnim kvantitativnim pritiskom**, ali da je neophodno ovo verifikovati u budućim istraživanjima i pri izradi Elaborata o rezervama podzemnih voda.

Sa aspekta hemijskih karakteristika, podzemna voda iz tretiranog karstnog akvifera je veoma dobrog kvaliteta i generalno odgovara Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće, prema koncentraciji mikro i makroelemenata u vodi, koji su po pravilu ispod MDK. Međutim, na izvorištu Plava povremeno dolazi do zamućenja, kao i bakteriološkog zagađenja, uglavnom nakon obilnijih kišnih epizoda. Ni izvorište Kremenik nije izuzetak kada je riječ o bakteriološkom zagađenju, budući da je bakteriološkim ispitivanjima uzoraka vode iz bunara BV-2, konstatovano prisustvo koliformnih bakterija (*Escherichia coli*, *Pseudomonas sp.* i *Pseudomonas aeruginosa*). Na osnovu toga, zaključuje se da je podzemna voda ovog karstnog akvifera izuzetno ranjiva kada je zagađenje u pitanju i prema karti ranjivosti ova GVT obuhvata 4 klase ranjivosti podzemnih voda, prikazanih u tabeli 75, te se zaključuje da **GVTPV nije pod kvalitativnim pritiskom**. Iz date table se vidi da je dominantna kategorija Srednje do visok stepen ranjivosti (91,30%). Grafički prikaz kare ranjivosti je dat na slici Sl. 108.

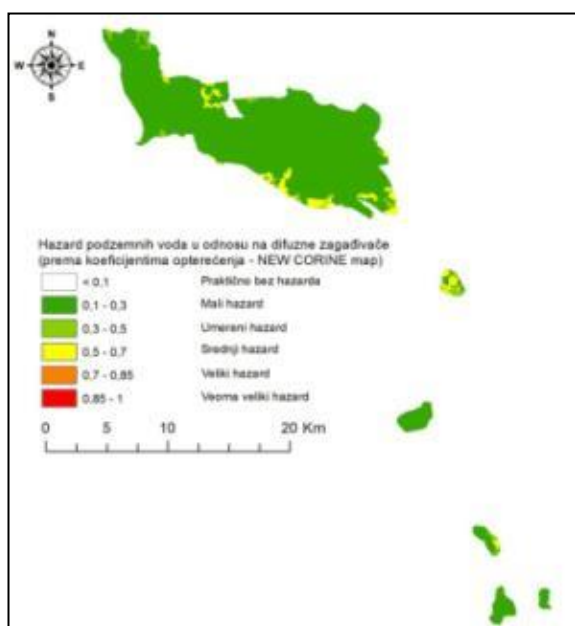
Tabela 75 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA u okviru GVTPV „Vlačić – Plava voda“

GVTPV Vlačić – Plava voda			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0	0
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	0	0
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	1,68	1,10
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	4,50	2,94
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	139,68	91,30
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	7,13	4,66
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	0	0

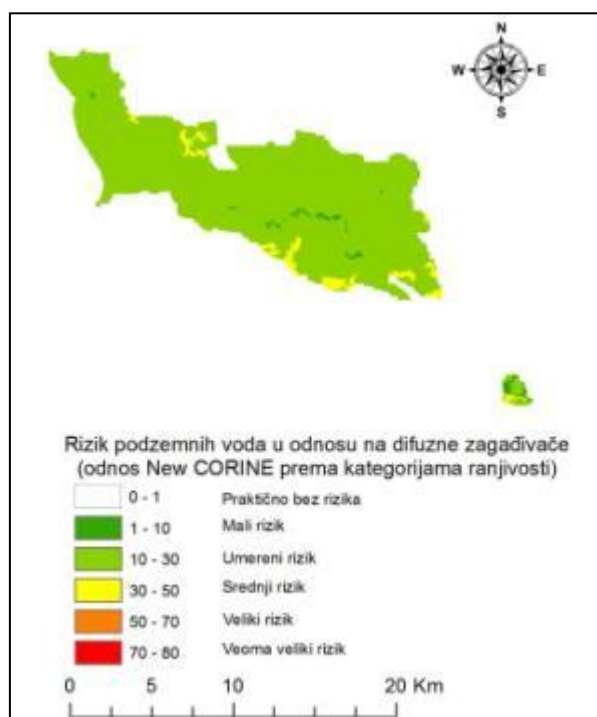


Sl. 108 Karta ranjivosti PV u okviru GVTPV "Vlačić – Plava voda"

Prethodno navedeno znači da je neophodno zaštititi karstni akvifer i preduzeti sve preventivne mjere da bi se spriječila eventualna zagađenja. Prvi korak bi svakako bio uspostavljanje zona sanitarne zaštite za sva kaptirana vrela, što je trenutno učinjeno samo na izvoru Kremenik. Također, trebalo bi uzeti u obzir i podatke sa kreirane karte rizika i hazarda prema difuznim i tačkastim zagađivačima koje su date na slikama Sl. 109 i Sl. 110, odnosno u tabelama 76 i 77. Iz pomenutih tabela se vidi da je najdominantnija kategorija Mali hazard (94,46%), odnosno Umjereni rizik (94,46%). Pored toga, treba napomenuti da je kreirana i karta hazard i rizika prema tačkastim zagađivačima, na osnovu koje ova GVTPV spada u kategoriju *Umjerenog rizika*, dok je hazard izražen preko EBS opterećenja u vrijednosti od 688.



Sl. 109 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Vlačić – Plava voda"



Sl. 110 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Vlačić – Plava voda"

Tabela 76 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Vlašić Plava voda"

GVTPV Vlašić - Plava voda			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procenat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	158,84	92,89
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	4,02	2,35
Srednji hazard	0,5 - 0,7	8,13	4,76
Veliki hazard	0,7 - 0,85	0	0
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0	0

Tabela 77 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Vlašić – Plava voda"

GVTPV Vlašić – Plava voda			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	2,28	1,50
Umjereni rizik	od 10 do 30	144,21	94,46
Srednji rizik	od 30 do 50	6,17	4,04
Veliki rizik	od 50 do 70	0	0
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0	0

To se prije svega odnosi na ekspanziju zimskog i ljetnjeg turizma na planini Vlašić, kao i nekontrolisano krčenje šumskih resursa. Kao što je rečeno, pored uspostavljanja zona sanitarne zaštite, neophodno je formirati i monitoring mrežu koja će imati istraživački i operativni karakter i preko koje će se dobiti novi podaci o kvalitativnim i kvantitativnim karakteristikama podzemnih voda karstnih akvifera u okviru GVT „Vlašić – Plava voda“.

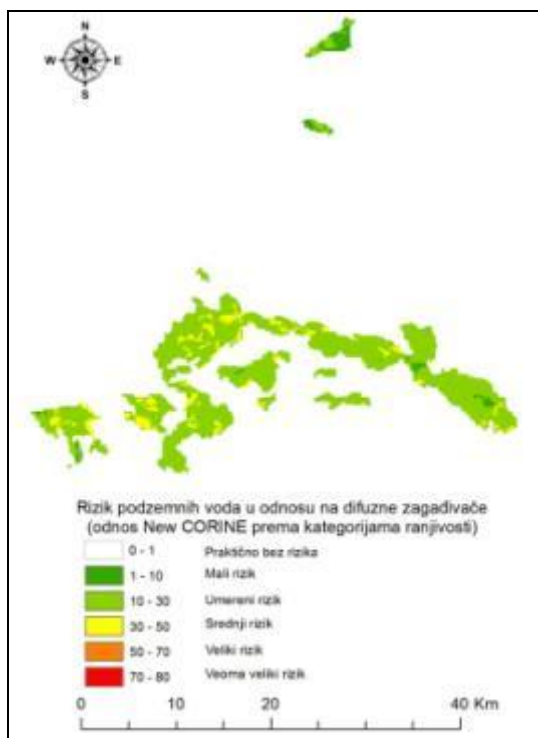
3.5.18 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Drinjača

Sva ova vrela su relativno male izdašnosti, te je stoga neophodno voditi računa o količini prosječne eksploatacije na području ove GVT, koja je prema karakterizacijskom izvještaju Zavoda za vodoprivredu Sarajevo za područje Federacije BiH (2009d) nepoznata. Na prostoru Republike Srpske izvorišta Bjelašnica, Tupanarske česme, Sučani i Vrelo kaptirana su za potrebe vodosnabdijevanja opštine Šekovići, a vrela Đevanje i Sopotnik za vodosnabdjevanje opštine Zvornik. Prosječno zahvatanje sa ovih vrela iznosi oko 0.05 m³/s. Tome treba dodati manje količine vode (prosječno oko 1-2 l/s) koje se zahvataju sa vrela Banjica za potrebe punionice vode "Vivia". Sa druge strane, bilans podzemnih voda ukazuje na obnovljive rezerve od oko oko 1.8 m³/s, bazirano na proračunu na osnovu efektivne infiltracije i površina pod otvorenim karstom, te se stoga može zaključiti da **GVTPV nije pod kvantitativnim pritiskom**.

Prema kvalitativnim karakteristikama, podzemna voda formirana u okviru ovog karstnog akvifera je dobrog kvaliteta. Vode su pretežno hidrokarbonatno-kalcijumskog do hidrokarbonatno-kalcijumsko-magnezijumskog tipa, što se podudara sa petrološkim sastavom stijena kroz koje protiču. Vode prema pH vrijednosti pripadaju grupi neutralnih, male tvrdoće, temperature u vrijednostima prosječne godišnje temperature vazduha za ovo područje (oko 10°C), dok dostupne analize govore o rijetkim bakteriološkim zagađenjima koja se uspješno rješavaju tretmanom hlorm. Sa druge strane, to ne znači da ovaj karstni akvifer nije podložan zagađenju. Prema urađenoj karti ranjivosti, ovaj karstni akvifer obuhvata svih izdvojenih 6 klasa prirodne ranjivosti terena prikazanih u tabeli 78. Iz nje se može uočiti da su kategorije *Srednji stepen ranjivosti* (46,65%) i *Srednje do visok stepen ranjivosti* (47,21%) praktično izjednačeni. Grafički prikaz je dat na slici Sl. 111.

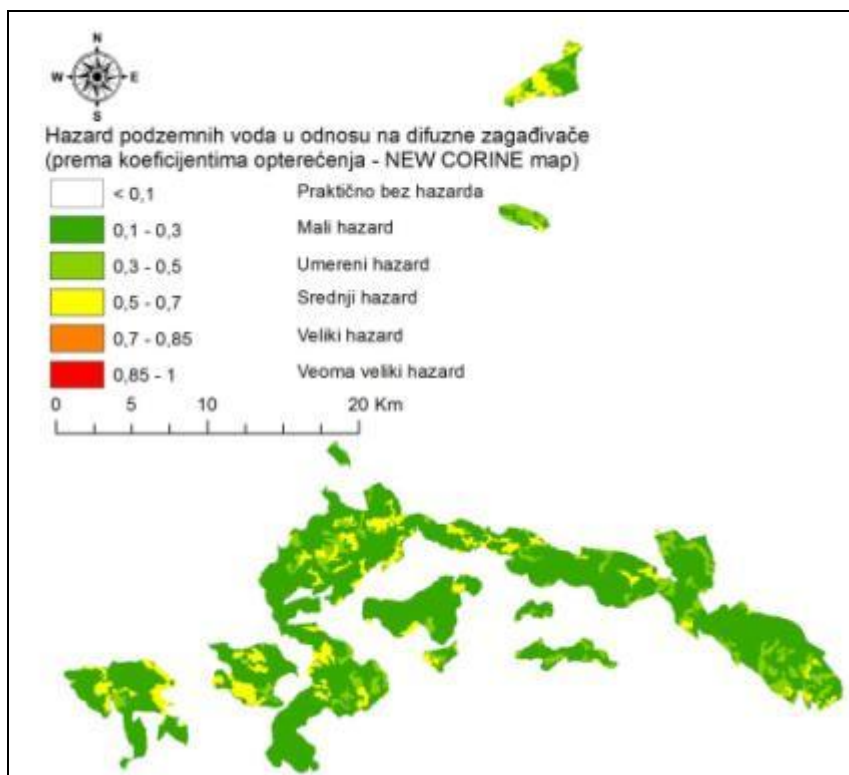
Tabela 78 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA u okviru GVTPV „Drinjača“

GVTPV Drinjača			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km ²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0	0
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	4,87	2,06
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	9,27	3,92
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	110,45	46,65
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	111,78	47,21
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	0,20	0,08
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	0,22	0,09

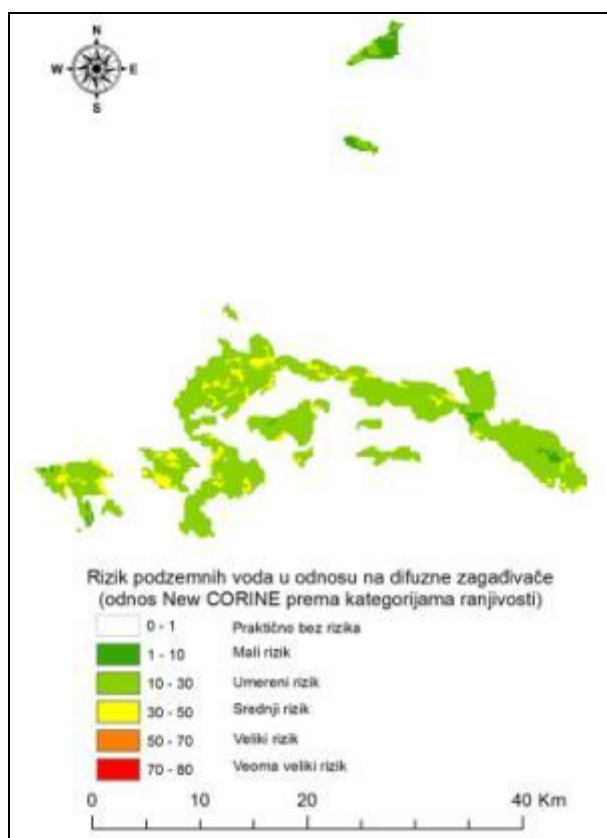


Sl. 111 Karta ranjivosti PV u okviru GVTPV „Drinjača“

Također, kada je riječ o zagađenju, neophodno je razmatrati sve difuzne i tačkaste zagađivače na području GVT u vidu neadekvatne kanalizacione mreže, putne mreže, poljoprivrede otpadnih voda iz domaćinstava i industrije i dr. Upoređivanjem navedenih zagađivača sa kartom prirodne ranjivosti terena, kreirane su karte rizika i hazarda prema difuznim zagađivačima koje su date na slikama Sl. 112 i Sl. 113, odnosno u tabelama 79 i 80. U pomenutim tabelama se može vidjeti da je najzastupljenija kategorija *Mali hazard* (77,09%), odnosno *Umjereni rizik* (85,52%).



Sl. 112 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Drinjača"



Sl. 113 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Drinjača"

Tabela 79 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Drinjača"

GVT PV Igman - Drinjača			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procenat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	
Mali hazard	0,1 - 0,3	196,92	77,09
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	28,93	11,32
Srednji hazard	0,5 - 0,7	29,60	11,59
Veliki hazard	0,7 - 0,85	0	0
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0	0

Tabela 80 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Drinjača"

GVT PV Igman - Drinjača			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km ²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	10,96	4,66
Umjereni rizik	od 10 do 30	201,38	85,52
Srednji rizik	od 30 do 50	23,14	9,83
Veliki rizik	od 50 do 70	0	0
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0	0

Također, kreirane su i karte rizika i hazarda prema tačkastim zagađivačima, prema kojima ova GVTPV spada u kategoriju *Praktično bez rizika*, odnosno na njenoj teritoriji se ne nalazi nijedan značajniji tačkasti zagađivač.

Sve navedeno ukazuje da akvifer formiran u okviru **ove GVT nije pod kvalitativnim pritiskom**, te je stoga neophodno formirati monitoring mrežu koja će imati istraživački i operativni karakter, na osnovu kojih će se imati direktan uvid u eventualne promjene u kvalitativnim i kvantitativnim karakteristikama podzemne vode. Uvidom u ove podatke, biće omogućeno preduzimanje svih mjera zaštite u najkraćem vremenskom intervalu.

3.5.19 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Romanija – Devetak

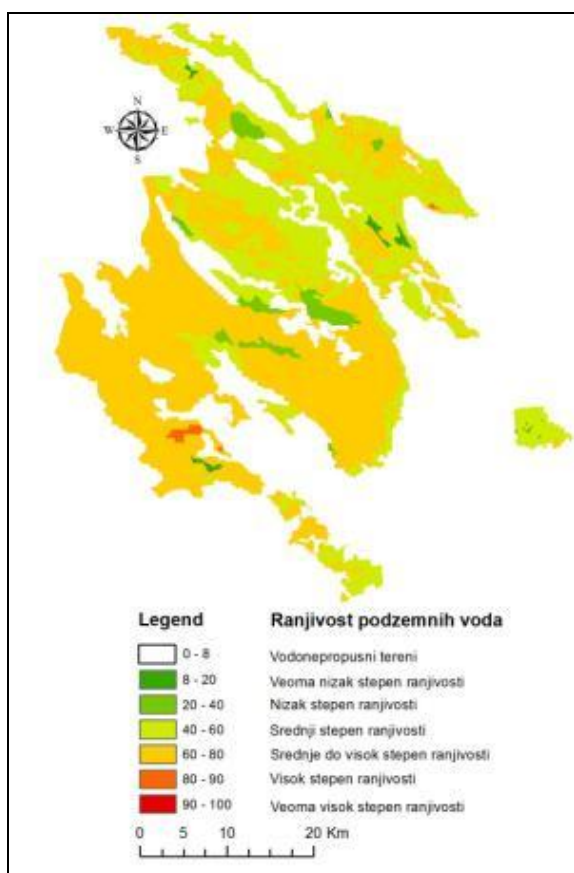
Elaborat o rezervama podzemnih voda nije urađen ni za jedno izvorište na ovom prostoru, ali je jasno da se radi o značajnim rezervama podzemnih voda, daleko većim od onih koje se zahvataju - procjena je oko 500 l/s (vodosnabdjevanje i zahvatanje za potrebe proizvodnje električne energije), te se samo može procijeniti na osnovu ranije navedene vrijednosti efektivne infiltracije i površine koja pripada otvorenim karstnim terenima da **GVT nije pod kvantitativnim pritiskom**.

Prema hemijskim karakteristikama, voda u okviru karstnog akvifera je dobrog kvaliteta, mineralizacije između 300 i 700 mg/l i pretežno je HCO₃ - Ca tipa. Kao što je ranije navedeno, temperatura vode na dva topla izvora u Čeljadinićima je iznad prosječne temperature vazduha i

iznosi između 14 i 17 °C. Ostale vode imaju prosječnu temperaturu vode blisku srednjoj godišnjoj područja na kome se nalaze. Generalno gledano, podzemna voda u okviru ovog karstnog akvifera je dobrog kvaliteta, ali također i podložna opasnosti od zagađenja. Tako, prema kreiranoj karti prirodne ranjivosti terena, GVT „Romanija – Devetak” obuhvata svih 6 izdvojenih klasa ranjivosti, koje su prikazane u tabeli 81, iz koje se vidi da je najdominantnija kategorija Srednje do visok stepen ranjivosti (63,29%), dok klasa Srednji stepen ranjivosti (32,61%) također ima značajno rasprostranjenje. Grafički prikaz karte ranjivosti je dat na slici Sl. 114.

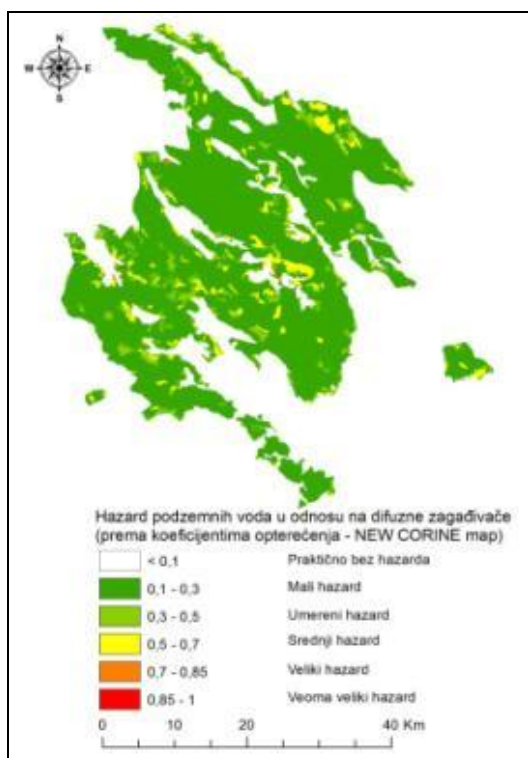
Tabela 81 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA u okviru GVTPV „Romanija – Devetak”

GVTPV Romanija - Devetak			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0	0
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	7,44	0,59
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	39,72	3,13
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	413,31	32,61
Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	802,16	63,29
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	4,83	0,38
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	0,04	0,003

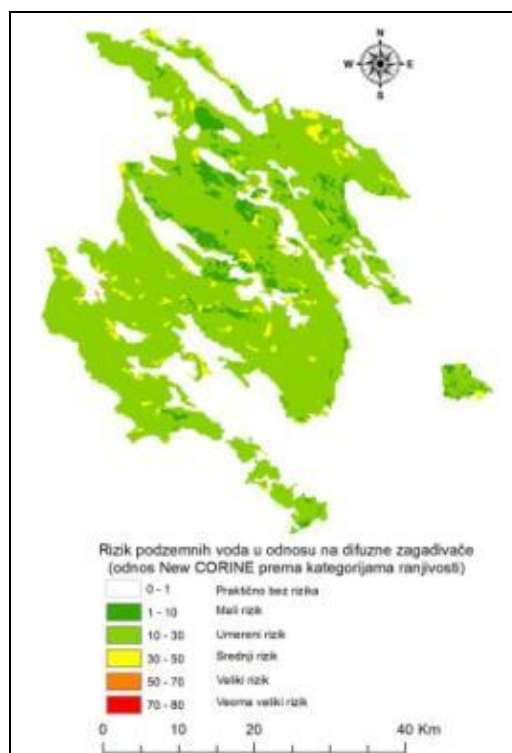


Sl. 114 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV „Romanija – Devetak”

Sa druge strane, ukoliko se podaci o prirodnoj ranjivosti terena interpretiraju zajedno sa svim tačkastim i difuznim zagađivačima u vidu otpadnih voda iz domaćinstava i industrije, poljoprivrede i uzgoja stoke, putne mreže, eksploatacije šume i dr., kreirane su karte rizika i hazarda prema difuznim zagađivačima koje su prikazane na slikama Sl. 115 i Sl. 116, odnosno u tabelama 82 i 83. Iz datih tabela može se vidjeti da je najdominantnija kategorija Umjereni rizik (87,66%), odnosno Mali hazard (88,38%). Također, kreirane su i karte hazarda i rizika prema tačkastim zagađivačima, na osnovu kojih je dobijeno da ova GVTPV se nalazi u kategoriji *Umjereni rizik*, budući da na se prostoru GVTPV nalaze tačkastih zagađivača, ukupnog EBS opterećenja od 24 066.



Sl. 115 Karta hazarda PV u okviru GVTPV "Romanija – Devetak"



Sl. 116 Karta rizika PV u okviru GVTPV "Romanija – Devetak"

Tabela 82 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Romanija - Devetak"

GVT PV Romanija - Devetak			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procentat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	1173,76	88,38
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	74,82	5,63
Srednji hazard	0,5 - 0,7	77,59	5,84
Veliki hazard	0,7 - 0,85	1,86	0,14
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0	0

Tabela 83 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Romanija - Devetak"

GVT PV Romanija - Devetak			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	98,47	7,79
Umjereni rizik	od 10 do 30	1108,11	87,66
Srednji rizik	od 30 do 50	56,66	4,48
Veliki rizik	od 50 do 70	0,85	0,07
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0	0

Imajući sve navedeno u vidu, može se zaključiti da **GVTPV nije pod kvalitativnim pritiskom**, te je stoga neophodno formirati monitoring mrežu koja će imati istraživački i operativni karakter, na osnovu kojih će se imati direktan uvid u eventualne promjene u kvalitativnim i kvantitativnim karakteristikama podzemne vode. Uvidom u ove podatke, biće omogućeno preduzimanje svih mjera zaštite.

3.5.20 Grupa vodnih tijela podzemnih voda Posavina

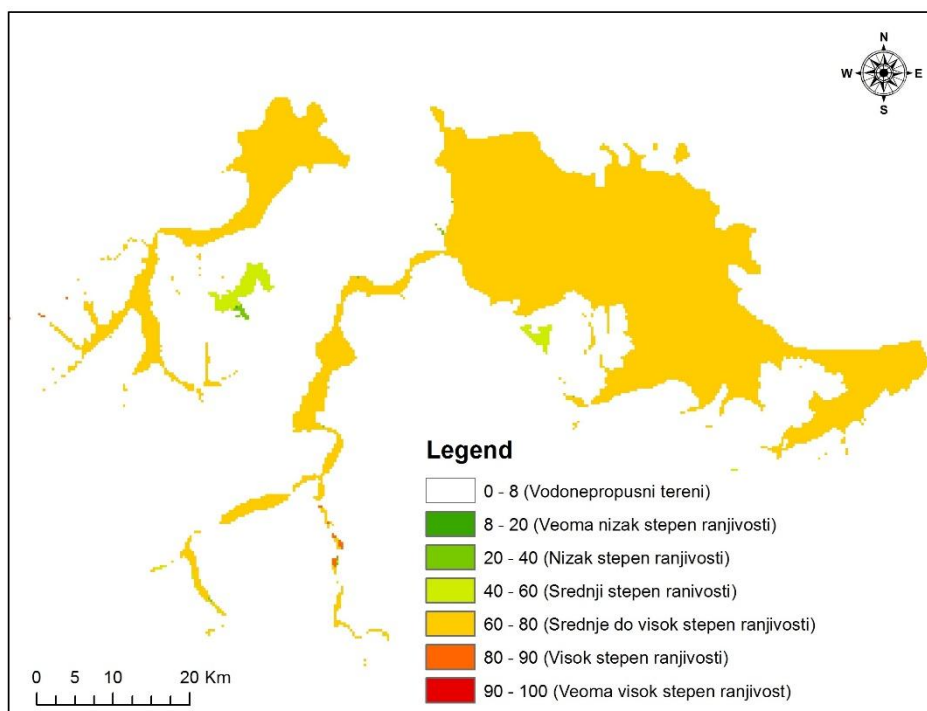
Većina eksploatacionih bunara koristi u svrhe lokalnog i regionalnog vodosnabdijevanja stanovništva. Za područje Republike Srpske nema podatka o rezervama, ali je uočljivo da se zahvataju značajne količine podzemnih voda bunarskim sistemima (500 l/s), tako da se GVT za područje Srpske može označiti kao **GVT potencijalno pod kvantitativnim pritiskom**. Sa druge strane prosječna eksploatacija podzemnih voda u FBiH iznosi $Q = 542.5$ l/s, dok su stručnjaci Zavoda za vodoprivredu Sarajevo u karakterizacijskom izvještaju (2009) dali podatak o bilansnim rezervama koje iznose $Q = 534.5$ l/s. iz čega se može zaključiti da je **GVT uslovno pod kvantitativnim pritiskom**, odnosno da je neophodno revidovati potrebne količine voda za vodosnabdijevanja i/ili otvarati nova izvorišta. Generalna ocjena na bazi parametara vodopropusnosti, geometrije akvifera, i ostvarene hidrauličke veze sa Savom i drugim vodotocima, kao i efektivno prihranjivanje vodama od padavina, ukazuje da se u ovoj GVTPV ne mogu akumulirati i obnavljati na godišnjem nivou rezerve podzemne vode manje od $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Stoga je neophodno izraditi Elaborat o rezervama podzemnih voda koji će dati precizan podatak o količini vode koja je akumulirana u sklopu GVT, a na trenutnom nivou istraženosti rezervi i podataka eksploatacije dati ocjenu da je **GVT potencijalno pod kvantitativnim pritiskom**.

Sa aspekta kvalitativnih karakteristika, podzemna voda koja se akumulira u oba tipa akvifera je generalno zadovoljavajućeg kvaliteta. Ipak, postoje slučajevi kontaminacije vode, pa je tako u uzorcima na određenim lokalitetima konstatovana povećana elektroprovodljivost (iznad MDK), odnosno povećana koncentracija magnezijuma (Misurići). Poseban problem predstavlja utvrđivanje derivata nafte na području Havdine, gdje je utvrđeno da sistem separacije kod benzinske pumpe "Hifa petrol" ne funkcioniše u potpunosti, te se naftna jedinjenja infiltriraju do podzemnih voda, čime je ona direktno zagađena. Također, na području Jelaha su u uzorku vode nađene koliformne i fekalne bakterije, koje se eliminišu hlorisanjem. Pomenuto ukazuje na činjenicu da su i karstni akvifer i akvifer integranularne poroznosti direktno izloženi zagađenju, koje je procentualno, prema urađenoj karti prirodne ranjivosti podzemnih voda, predstavljen u tabeli 84, iz koje se vidi da je dominantna kategorija srednje do visok stepen ranjivosti (96,97%). Grafički prikaz karte ranjivosti ove GVTPV je dat na slici Sl. 117.

Tabela 84 Procentualna zastupljenost kategorija ranjivosti podzemnih voda prema metodi SODA u okviru GVTPV „Posavina“

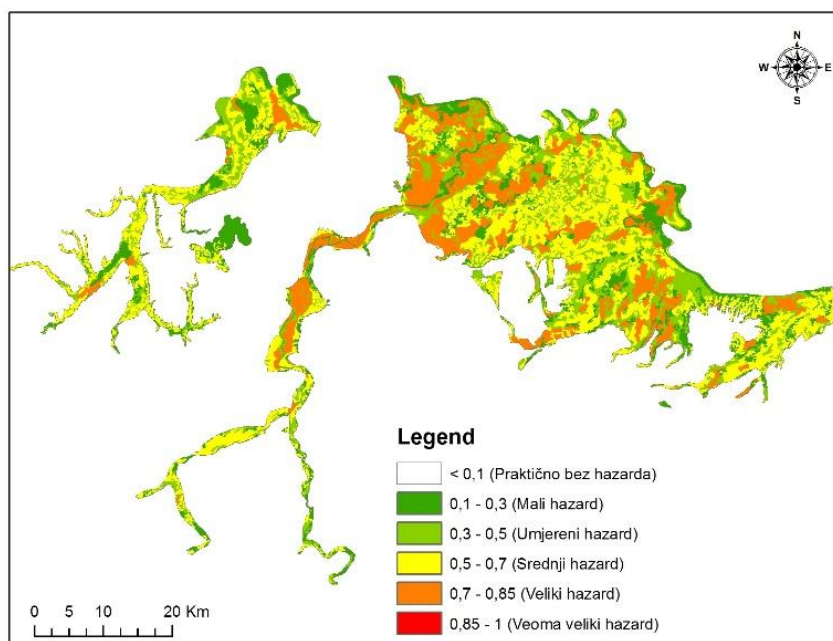
GVTPV Posavina			
Ranjivosti podzemnih voda	Opseg	Površina (km ²)	%
Vodonepropusni tereni	od 0 do 8	0	0
Veoma nizak stepen ranjivosti	od 8 do 20	0,09	0,01
Nizak stepen ranjivosti	od 20 do 40	2,91	0,21
Srednji stepen ranjivosti	od 40 do 60	28,56	2,03

Srednje do visok stepen ranjivosti	od 60 do 80	1370,40	97,59
Visok stepen ranjivosti	od 80 do 90	2,25	0,16
Veoma visok stepen ranjivosti	od 90 do 100	0,00	0,00

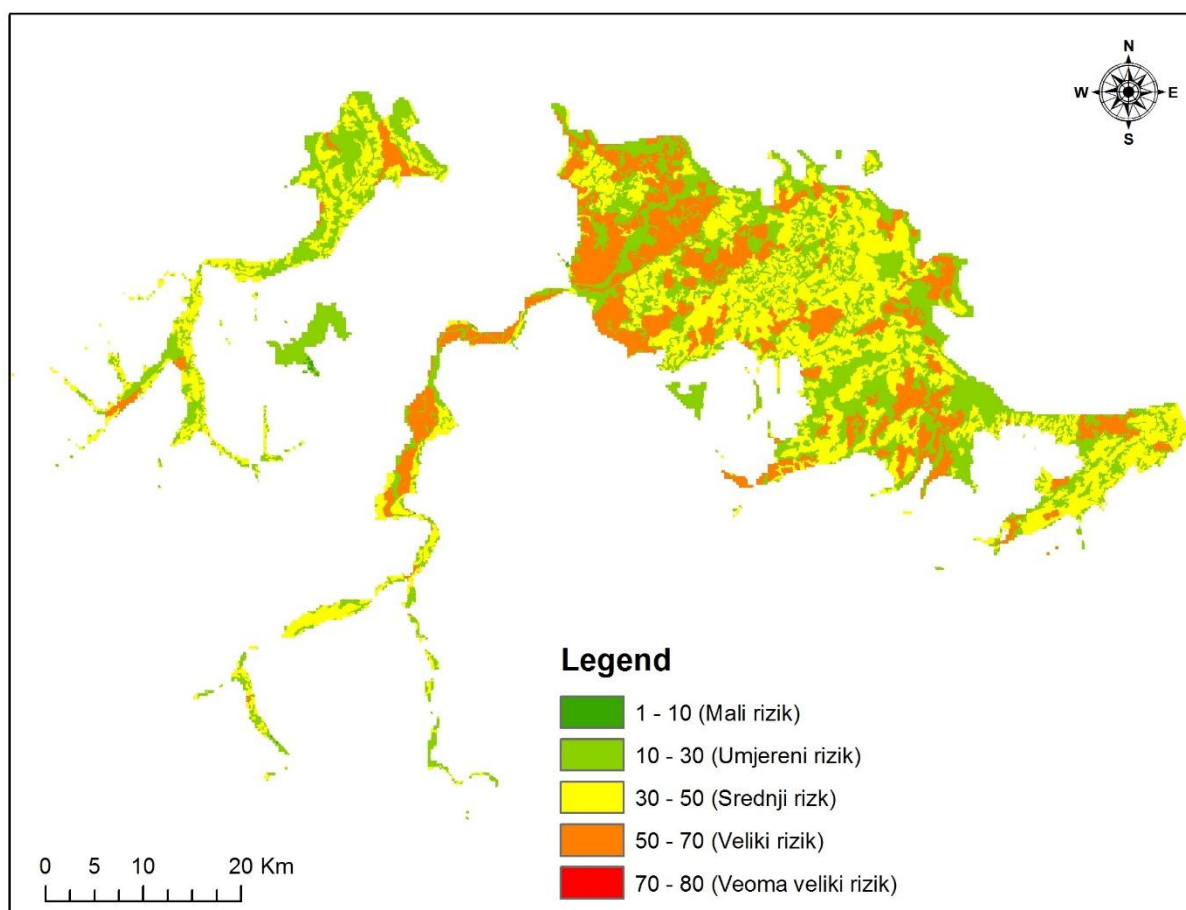


Sl. 117 Karta ranjivosti podzemnih voda u okviru GVTPV "Posavina"

Također, treba napomenuti da je prostor koji pripada VT "Orašje Domaljevac", bio jedan od 4 test-područja na kojima je primijenjena COP metoda za ocjenu prirodne ranjivosti podzemnih voda. Prema ovoj metodi, podzemne vode VT "Orašje Domaljevac" imaju malu prirodnu ranjivost. Ukoliko se prirodnoj ranjivosti dodaju i difuzni i tačkasti zagađivači podzemnih voda u vidu grobalja, šljunkara, deponija otpada, benzinskih stanica, industrije, autoperionica, otpadnih voda iz domaćinstava i industrije, krčenja šuma, poljoprivrede i uzgoja stoke i dr., dobija se karta rizika i hazarda podzemnih voda od zagađenja, koje su date na slikama Sl. 118 i Sl. 119, odnosno tabelarno u tabelama 85 i 86.



Sl. 118 Karta hazarda podzemnih voda u okviru GVTPV "Posavina"



Sl. 119 Karta rizika podzemnih voda u okviru GVTPV "Posavina"

Tabela 85 Procentualna zastupljenost kategorija hazarda prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Posavina"

GVTPV Posavina			
Zagađenje podzemnih voda	Opseg	Površina	Procentat
Praktično bez hazarda	< 0,1	0	0
Mali hazard	0,1 - 0,3	267,22	16,62
Umjereni hazard	0,3 - 0,5	383,21	23,84
Srednji hazard	0,5 - 0,7	616,63	38,36
Veliki hazard	0,7 - 0,85	340,33	21,17
Veoma veliki hazard	0,85 - 1	0,00	0,00

Tabela 86 Procentualna zastupljenost kategorija rizika prema difuznim zagađivačima za GVTPV "Posavina"

GVTPV Posavina			
Rizik podzemnih voda od zagađivanja	Opseg	Površina (km ²)	%
Praktično bez rizika	od 0 do 1	0	0
Mali rizik	od 1 do 10	1,08	0,08
Umjereni rizik	od 10 do 30	554,95	39,68
Srednji rizik	od 30 do 50	522,16	37,34
Veliki rizik	od 50 do 70	320,31	22,90
Veoma veliki rizik	od 70 do 80	0	0,00

Iz tabela 85 i 86 se može vidjeti da je prema hazardu, značajno rasprostranjenje 5 kategorija: *Mali hazard* (16,62%), *Umjereni hazard* (23,84%), *Srednji hazard* (38,36%) i *Veliki hazard* (21,17%). Također, prema riziku, tri kategorije su značajnog rasprostranjenja – *Umjereni rizik* (39,68%), *Srednji rizik* (37,34%) i *Veliki rizik* (22,90%). Sa druge strane, kreirane su i karte rizika i hazarda prema tačkastim zagađivačima, na osnovu kojih je dobijeno da je ova GVTPV u kategoriji *Velikog rizika*, odnosno da se na njenom prostoru nalaze zagađivači sa ukupnim EBS opterećenjem od 265 677.

Imajući sve navedeno u vidu, može se zaključiti da je **GVTPV uslovno pod kvalitativnim pritiskom**. U cilju eliminacije svih eventulanih zagađenja, neophodno je formirati monitoring mrežu koja će imati istraživački i operativni karakter, na osnovu kojih će se imati direktan uvid u eventualne promjene kvalitativnih i kvantitativnih karakteristika podzemne vode. Uvidom u ove podatke, biće omogućeno preduzimanje svih mjera zaštite, preventivnih, lokalizacionih i sanacionih.

U okviru ove grupe vodnih tijela podzemnih voda, trebalo bi napomenuti da se u vertikalnom profilu nalaze dublji akviferi sa značajnom količinom vode. Naime, pored prvog vodonosnog sloja formiranog u aluvijalnim naslagama prethodno navedenih većih riječnih tokova registrovan je i drugi vodonosni sloj. Poznato je da se iz ovog sloja eksploatišu vode na izvorištu Plazulje (vodosnabdijevanje Brčkog). Ovaj vodonosni sloj zaliježe pojavljuje na dubini 35 m i više, a debljina mu je prosječno 10 m. Na ukupno 12 bunara u selu Plazulje prosječno se crpi oko 120 l/s. Slična je situacija i sa izvorištem Broda koji se vodom snabdijeva putem vertikalno bušenih bunara sa kojih se zahvat oko 30 l/s.

Pretpostavka je da se ovaj vodonosni sloj javlja na najvećem dijelu vodnog tijela Posavina (posebno u blizini rijeke Save) na potezu od Brčkog, preko Domaljevca, Šamca, prema Svilaju, te u području Bosanskog Broda. Treba napomenuti da drugi vodonosni sloj ima skoro sigurno prekogranični karakter i da kao takav treba biti predmet usaglašavanja (u pogledu položaja u planu i profilu/ima) sa ekspertima iz Hrvatske.

3.6 Mreža monitoringa podzemnih voda

Okvirna direktiva o vodama Evropske unije kao svoj glavni cilj postavlja postizanje dobrog statusa podzemnih voda. Istovremeno, ODV propisuje i metode kojima se taj status može postići i koji direktno zavisi od statusa koji je zatečen na početku implementacije Direktive. Tako, ovaj dokument predlaže metodologiju kojom će se status prevesti iz lošeg u dobar, odnosno zadržati dobar status voda. Drugim riječima, neophodno je zadržati isti status podzemnih voda, ukoliko je već nemoguće popraviti ga, odnosno nužno je spriječiti pogoršanje statusa podzemnih voda. Metodologija koju predlaže ODV u Aneksima V i II se zasniva na uspostavljanju monitoringa koji može biti dvojak, zavisno od početnog kvaliteta podzemnih voda. Tako, monitoring se može sprovoditi kao *nadzorni* (kada je kvalitet vode zadovoljavajući) i kao *operativni* (kada ima problema sa kvalitetom ili nadeksploatacijom). Tamo gdje nema dovoljno relevantnih podataka o kvantitetu ili kvalitetu podzemnih voda, uvodi se istraživački monitoring čiji će rezultati opredijeliti kasniji koncept nadzornog ili operativnog monitoringa. Režim praćenja međugraničnih podzemnih vodnih tijela posebno zahtijeva kontrolu smjera i brzine toka podzemne vode preko granica zemalja koje ove vode dijele.

3.6.1 Nadzorni monitoring

Kako je u prethodnom tekstu navedeno, nadzorni monitoring se najčešće uspostavlja u okviru onih vodnih tijela koja nisu pod pritiskom, tj. čije stanje je zadovoljavajuće («dobar status»). Ovaj tip monitoringa podzemnih voda se sprovodi u cilju praćenja svih karakteristika podzemnih voda koje moraju biti poznate da bi se «dobar status» zadržao, odnosno da bi se moglo preventivno djelovati na sve eventualne događaje koje bi mogle ugroziti kvalitet podzemnih voda. Kako ODV u svojim članovima 7. i 8., odnosno CIS Vodiču br. 15. o monitoringu podzemnih voda predlaže, glavni parametri koji bi se morali osmatrati na stanicama nadzornog monitoringa hemijskog kvaliteta podzemnih voda bi bili:

- Rastvoreni kiseonik
- pH vrijednost
- elektroprovodljivost
- nitrati
- amonijum
- temperatura
- glavni katjoni i anjoni

Pored gore navedenih parametara, Direktiva o zaštiti podzemnih voda od zagađenja predlaže i osmatranje arsena, olova, kadmijuma, žive, hlorida i sulfata. Frekvencija i položaj osmatračkih tačaka koje su u sastavu nadzornog monitoringa će direktno zavisiti od mreže postojećeg monitoringa. Za fazu istraživačkog monitoringa koji će zavisno od dobivenih rezultata biti transformisan u nadzorni ili operativni, pored navedenih parametara predlaže se i kontrola trećeg elementa tzv. azotne trijade – nitrita, zatim cinka, bakra, hroma i nikla. U ravničarskom području obuhvaćenom poljoprivrednom aktivnošću osmatranja treba da obuhvate i pesticide (npr. lindan, atrazin i dr.), zatim DDT, DDS, DDD. Takođe, u sklopu istraživačkog monitoringa treba analizirati sadržaje u podzemnim vodama PAH i PCB (potonji posebno na područjima u blizini ranijih ratnih dejstava, kao što je slučaj sa obodom masiva Željave u slivu Une gdje su ova osmatranja već vršena), kao i hlorovanih ugljovodonika (trihloretilen, i tetrahloretilen). Tako, imajući u vidu da se osmatranju hemijskog statusa podzemnih voda na teritoriji Bosne i Hercegovine poklanjala mala pažnja u proteklom periodu, neophodno je uložiti velike napore i finansijska sredstva da bi se postigao željeni pomak u ovom segmentu.

Kada je riječ o nadzornom monitoringu u Federaciji Bosne i Hercegovine u slivu Save, kvantitativne karakteristike podzemnih voda se moraju osmatrati u okviru svih izvorišta koja obezbeđuju vodu za nesmetano snabdijevanje stanovništva. To znači da su vodovodne ustanove, koje gospodare vodozahvatima koji su u sistemu vodosnabdijevanja u obavezi da kontinualno osmatraju sve relevantne karakteristike podzemnih voda (hemijski kvalitet u skladu sa gornje iznijetim prijedlogom, a nivoi PV i izdašnosti izvora kontinualno), sa precizno utvrđenom frekvencijom, koja je u skladu sa ODV prijedložena u tabeli 87. Ove obaveze korisnika vodnih resursa u BiH jasno proističu i iz sadašnje zakonske regulative. Pored aktivnih izvorišta (koje vrše eksploataciju resursa PV), neophodno je postaviti osmatračke stanice na svim većim karstnim vrelima (npr. hrvatski *Plan upravljanja vodnim resursima* predlaže osmatranje svih karstnih izvora izdašnosti više od 50 l/s) ili na neposrednim nizvodnim tokovima. Na ovim osmatračkim punktovima, moći će da se stekne uvid u dinamička kolebanja nivoa podzemnih voda, odnosno da se izvede relevantan proračun statičkih i dinamičkih rezervi podzemnih voda za svaku grupu vodnih tijela podzemnih voda u karstu, čime će se izvršiti i potrebne kalibracije ocjene bilansnih elementata izvršenih u okviru ove studije. Poseban akcenat se stavlja na osmatranje karstnih vrela, a ne na mjerenje nivoa podzemnih voda u karstu, budući da nivoi mogu biti na velikoj dubini i time mogu dati lažnu sliku o kvantitativnom statusu. Kada je riječ o osmatračkim punktovima u okviru GVTPV sa akviferima intergranularnog tipa poroznosti, pored osmatračkih objekata u okviru izvorišta podzemnih voda koja se koriste za vodosnabdijevanje stanovništva, neophodno je postavljati osmatračke objekte (pijezometre) koji će biti izmješteni izvan konkretnog eksploatacionog polja, odnosno radijusa dejstva bunara u eksploataciji, jer se na taj način dobivaju podaci samo ne o lokalnom stanju, već reprezentativniji podaci o kvantitativnom stanju podzemnih voda u okviru GVTPV. Saglasno tome, CIS Vodič¹¹ ODV i Dokument¹² Radne grupe za podzemne vode Velike Britanije predlaže da se za osmatranje podzemnih voda koriste isključivo pijezometri, a ne bunari kojima se eksploatiše podzemna voda.

¹¹ Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance document no. 15, *Guidance on Groundwater Monitoring*

¹² Guidance document no. GW6, *Advice on the Implementation of Guidance on Monitoring Groundwater*, UK Technical Advisory Group, Working group of Groundwater

Tabela 87 Predložena minimalna frekvencija nadzornog monitoringa podzemnih voda (CIS Vodič no. 15)

		Tip akvifera prema dinamičkim karakteristikama				
		Arteski akvifer	akvifer sa slobodnim nivoom			
			Intergranularni akvifer		Pukotinska	Karstna
			Duboki	Plitki		
Početna frijekencija* – glavni i dodatni parametri		Dva puta godišnje	Kvartalno	Kvartalno	Kvartalno	Kvartalno
Dugoročna frekvencija: Glavni parametri	Visoka provodnost	Svake 2 godine	Jedan put godišnje	Dva puta godišnje	Dva puta godišnje	Dva puta godišnje
	Niska provodnost	Svakih 6 godina	Jedan put godišnje	Jedan put godišnje	Jedan put godišnje	Dva puta godišnje
Dodatni parametri (validacija u toku)		Svakih 6 godina	Svakih 6 godina	Svakih 6 godina	Svakih 6 godina	-

*Period početne frekvencije je definisan za minimum od dvije godine

U tabeli 88 je dat prikaz svih GVTPV koja se nalaze na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine u kojoj je navedeno šta bi sve trebalo da uđe u osmatračku mrežu, dok je grafički prikaz dat u Aneksu 9. Tabela pokazuje da je neophodno uspostaviti monitoring mrežu u okviru postojećih izvorišta i karstnih vrela, što umnogome olakšava i pojeftinjuje implementaciju prijedloga monitoringa podzemnih voda koji je postavila Evropska unija u svojoj Okvirnoj direktivi. Drugim riječima, minimizirani su zahtjevi kada je riječ o novim bušotinama i pijezometrima čiji je broj na teritoriji Federacije BiH projektovan na 15 novih objekata. Također, kada je riječ o novim objektima neophodno je reći da na ovom nivou nije moguće dati konkretne lokacije budućih pijezometara, već je u tabeli naznačena pripadnost GVTPV i generalna lokacija na kojoj bi trebalo da se nađu. Sa druge strane, za svaku GVTPV potrebno je uraditi Projekat „organizacije“ monitoringa u kojem će biti (između ostalog) definisane tehničke karakteristike pijezometara, njihov broj, položaj, frekvencija uzorkovanja (uz napomenu da uzimanje uzoraka na terenu, njihovu obradu u laboratoriji može raditi samo referentna laboratorija). Također, biće definisani parametri koji se osmatraju, odnosno vrsta monitoringa, način dostavljanja podataka te njihovo eksponiranje na web stranici Agencije za vodno područje rijeke Save, Sarajevo.

Tabela 88 Prijedlog monitoringa podzemnih voda na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine u slivu rijeke Save

Redni broj GVTPV	Naziv GVTPV	Trenutne lokacije monitoringa u sastavu "Agencije za vodno područje rijeke Save"	Monitoring mjesta sa kojih bi trebalo vršiti dostavu podataka "Agenciji za vodno područje rijeke Save" (uglavnom izvorišta vodosnabdijevanja)	Vrsta osmatranja	Ranije lokacije monitoringa u sastavu "Agencije za vodno područje rijeke Save"	Prijedlog dodatnih monitoring mjesta* i monitoring aktivnosti
1	Donji sliv Korane – Velika Kladuša	Nema	Izvorišta Kvrkulje, Dabravina I i II, Slapnica, Čaglica i Musići	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode;	Nema	Uspostava kvalitativno -kvantitativnog monitoring na Musića vrelu i vrelu Čaglica, bunarima na izvorištima Kvrkulje, Dabravina I i II, Slapnica, Čaglica i Musići (ukupno 9);
2	Gornji sliv Korane – Cazin	Nema	Izvorišta Mutnik, Vignjevići, Tahirovići, Čoralići	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode; mjerenje NPV u bušotinama u Slatini i Tahirovićima	Nema	Uspostava kvalitativno -kvantitativnog monitoring na bunarima izvorišta Kvrk, Mutnik, Vignjevići, Tahirovići (ukupno 9); mjerenje protoka na vrelu Čoralići
3	Srednji sliv Une	Nema	Izvorište Stovrela	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode; stalna mjerenja protoka na vrelu	Nema	Uspostava mjerenja protoka na vrelima Voloder, Vodomut, Crno vrelo, Gmuša, Dobrenica; dostavom podataka monitoringa sa postojećih vrela gustina osmatračke mreže bila bi zadovoljavajuća
4	Grmeč	Nema	Izvorišta Ada i Luke	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode; mjerenje protoka	Nema	Uspostava kvalitativno - kvantitativnog monitoringa na vrelima Crno jezero i Krušnica, izvorištima Ada i Luke (ukupno 6 bunara)

Podzemne vode

Redni broj GVTPV	Naziv GVTPV	Trenutne lokacije monitoringa u sastavu "Agencije za vodno područje rijeke Save"	Monitoring mjesta sa kojih bi trebalo vršiti dostavu podataka "Agenciji za vodno područje rijeke Save" (uglavnom izvorišta vodosnabdijevanja)	Vrsta osmatranja	Ranije lokacije monitoringa u sastavu "Agencije za vodno područje rijeke Save"	Prijedlog dodatnih monitoring mjesta* i monitoring aktivnosti
				na vrelima Krušnica i Crno jezero		
5	Gornji sliv Une	Nema	Kaptirani izvori: Izvorišta Klokot, Privilica, Žegar, Ostrovica, Toplica	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode; mjerenje protoka na vrelima	Nema	Uspostava kvalitativno - kvantitativnog monitoringa na vrelima Klokot, Privilica i Žegar koja se koriste za vodosnabdijevanje Bihaća, tj. na vrelima Crno vrelo, Bastašica, Okovir, Ostrovica
6	Srednji sliv Sane	Nema	Izvorište Zdena za vodosnabdijevanje Sanskog Mosta	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode; mjerenje protoka na vrelima Dabar, Zdena, Kozica i Crno vrelo	Nema	Uspostava kvalitativno - kvantitativnog monitoringa na vrelima Dabar, Kozica, Blije, Gomjenica i Crno vrelo i na izvorištu Zdena
7	Gornji sliv Sane	Nema	Izvorišta Smoljana, Okašnica i Sanica za vodosnabdijevanje Ključa i Bosanskog Petrovca	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode;	Nema	Uspostava kvalitativno - kvantitativnog monitoringa na vrelima, Ribnik, Sane, Korčanica; Izvorištima Okašnica i Sanica
12	Aluvijon Sane	Nema	Ne postoje izvorišta podzemnih voda u okviru ove GVTPV	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode;	Nema	Bušenje dodatnih pijezometara (2-3) radi ravnomjernog pokrivanja GVTPV osmatračkim objektima dijela GVTPV koje se nalazi u FBiH

Podzemne vode

Redni broj GVTPV	Naziv GVTPV	Trenutne lokacije monitoringa u sastavu "Agencije za vodno područje rijeke Save"	Monitoring mjesta sa kojih bi trebalo vršiti dostavu podataka "Agenciji za vodno područje rijeke Save" (uglavnom izvorišta vodosnabdijevanja)	Vrsta osmatranja	Ranije lokacije monitoringa u sastavu "Agencije za vodno područje rijeke Save"	Prijedlog dodatnih monitoring mjesta* i monitoring aktivnosti
8	Gornji sliv Vrbasa	Nema	Vodozahvati Slatinska vrela, Buget I i II, Šandrkovo vrelo, Arapka, Kruščica, Dusana, Lupezovac; Kaptirana vrela: Okašnica, Krušnica, Crno vrelo, Resnik	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode;	Nema	Uspostava kvalitativno - kvantitativnog monitoringa na vrelima Okašnica, Arapka, Vrela Plive, Janj, Krušnica, Bistrica, Kozička r., Mašića vrelo, Grabanta, Mlinčići, odnosno na postojećim izvorištima i vodozahvatima
9	Srednji sliv Vrbasa	Nema	Izvorište Dućani, Plivsko jezero filter stanica	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode;	Nema	Uspostava kvalitativno - kvantitativnog monitoringa na vrelima veće izdašnosti: Krupa na Vrbasu, Subunar, Zelenikovac, Cvrcka, Crno vrelo, Trubino vrelo, Mrtvalj, kao i na postojećim izvorištima
13	Igman – Jahorina	Nema	Izvorišta vrela Bosne, Oklop Kreševo, Orunj I i II, Bijeke vode Hadžići, Matići Hadžići, Krupa, Kradenik	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode;	Nema	Uspostava mjerenja protoka na vrelima koja služe javnom vodosnabdjevanju; dostavom podataka monitoringa sa postojećih izvorišta gustina osmatračke mreže bila bi zadovoljavajuća na teritoriji vodnog tijela u FBiH
14	Sarajevsko – Zeničko polje	Nema	Izvorišta Sarajevsko polje, Vogošća (Sarajevo), Stup, Kovačići, Vrutak Buci, Milkino vrelo, Stog (Kakanj), Ilidža, Pitka voda, Bukovica, Laz, Izbod, Misoča Ilijaš	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode;	Nema	Uspostava mjerenja protoka na vrelima Mahmutovića rijeka i Ilidža, odnosno na postojećim bunarima u okviru izvorišta i dostavom podataka monitoringa sa postojećih izvorišta gustina osmatračke mreže bila bi

Podzemne vode

Redni broj GVTPV	Naziv GVTPV	Trenutne lokacije monitoringa u sastavu "Agencije za vodno područje rijeke Save"	Monitoring mjesta sa kojih bi trebalo vršiti dostavu podataka "Agenciji za vodno područje rijeke Save" (uglavnom izvorišta vodosnabdijevanja)	Vrsta osmatranja	Ranije lokacije monitoringa u sastavu "Agencije za vodno područje rijeke Save"	Prijedlog dodatnih monitoring mjesta* i monitoring aktivnosti
						zadovoljavajuća
15	Zapadna Romanija	Nema	Izvorište Očevlja, Kokočino vrelo Ilijaš, Zajazine Ilijaš, Olovo Zeleni Vir, Izron Suha Zavidovići, Nahorevo, Crnil, vrelo Mošćanice	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode;	Nema	Uspostava mjerenja protoka na vrelima Stupčanica, Izron – Suha, Zeleni vir, Ribnjak, Perila, Ljubine, Vrelo Orlje, Izvor Sokoline, Vrelo Očevija, odnosno na postojećim izvorištima i dostavom podataka monitoringa sa postojećih izvorišta gustina osmatračke mreže bila bi zadovoljavajuća
17	Gornji sliv Gostilje i Spriječe	Nema	Izvorišta Krabašnice (Rudnik, Toplana), Toplica (Tuzla, Živinice), Studešnica, Stupari, Radašnica, Sinac, Rijeka	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode; mjerenje protoka na novim pijezometrima ili vodomjerima	Nema; JKP "Vodovod i kanalizacija" Tuzla i Banovići vrše kvalitativni i kvantitativni monitoring u okviru izvorišta Toplice, Stupari i Studešnice	Kvalitativni i kvantitativni monitoring na izvorištima Stupari i Toplica je zadovoljavajući; mjerenje protoka i kvaliteta vode na manjim izvorištima je moguće bušenjem novih pijezometara ili ugrađivanjem vodomjera; uspostavljanje monitoringa na vrelima Teravčica, Zatoče, izvor Sedam vrela, Mala Spriječa, Bunareva, Krš, Zlaća
18	Stanarski basen	Nema	Pijezometri i bunari RITE Stanari	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode; povremena osmatranja NPV	Nema	

Podzemne vode

Redni broj GVTPV	Naziv GVTPV	Trenutne lokacije monitoringa u sastavu "Agencije za vodno područje rijeke Save"	Monitoring mjesta sa kojih bi trebalo vršiti dostavu podataka "Agenciji za vodno područje rijeke Save" (uglavnom izvorišta vodosnabdijevanja)	Vrsta osmatranja	Ranije lokacije monitoringa u sastavu "Agencije za vodno područje rijeke Save"	Prijedlog dodatnih monitoring mjesta* i monitoring aktivnosti
25	Tuzlansko – Spriječko polje	Nema	Izvorišta Stjepan polje, Mala Brijesnica, Velika Brijesnica, Klokoćnica, Spriječko polje, Krijekanski basen, Lukavac, Miričina, Sklop, Soko, Soljanuša, Gračanica	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode;	Nema; J.K.P. „Vodovod i kanalizacija“ Tuzla vrši kvantitativni i kvalitativni monitoring na crpilištima Krušik i Spriječko polje	Postojeći monitoring u okviru Spriječkog polje je zadovoljavajući; uspostavljanjem kvalitativne i kvantitativne monitoring mreže bušenjem novih pijezometara (3-4) ili osposobljavanjem starih, gustina osmatračke mreže bila bi zadovoljavajuća
26	Vlašić – Plava voda	Nema	Izvorišta: Plava voda (Travnik), Baš bunar, Goleš, Runjići (Turbe, Kremenik), Požarna, Bježanija, Tocila (Fojnica)	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode;	Nema	Uspostavljenjem kvalitativne i kvantitativne monitoring mreže na postojećim izvorištima, uz eventualno bušenje jednog pijezometra u sjevernom dijelu GVTPV gustina osmatračke mreže bila bi zadovoljavajuća
16	Drinjača	Nema	Izvorišta Gluha Bukovica, Aličevića česma, Dobra voda (Kladanj), Buševac, Sapna	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode; periodično mjerenje NPV u budućim pijezometrima	Nema	Uspostava kvalitativno - kvantitativnog monitoringa na vrelima Zelenak, Vodica, Saića voda, Terzikuša i Bukovik, odnosno bušenje 1 pijezometra u centralnim i istočnim dijelovima radi ravnomernog pokrivanja GVTPV osmatračkim objektima
22	Romanija – Devetak	Nema	Čeljadinići Prača	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki	Nema	Uspostava mjerenja protoka na vrelima koja služe javnom vodosnabdjevanju

Podzemne vode

Redni broj GVTPV	Naziv GVTPV	Trenutne lokacije monitoringa u sastavu "Agencije za vodno područje rijeke Save"	Monitoring mjesta sa kojih bi trebalo vršiti dostavu podataka "Agenciji za vodno područje rijeke Save" (uglavnom izvorišta vodosnabdijevanja)	Vrsta osmatranja	Ranije lokacije monitoringa u sastavu "Agencije za vodno područje rijeke Save"	Prijedlog dodatnih monitoring mjesta* i monitoring aktivnosti
				pregledi vode;		
19	Posavina	Nema	Domažić, Gradačac, Orašje Domaljevac, Frigos, Mionica Gradačac, Brnjik Čelić, Grad, Tokovi, Stadion, Odžak, Misurići, Donji Tolić, Jelah, Havdine, Kraševo, Bare Usora, Kostrč, Vodozahvati B1, B2, B3, B4	Osnovni i godišnji fizičko-hemijski i bakteriološki pregledi vode; mjerenje protoka na novim pijezometrima	Nema; J.P. „Vodovod i odvodnja“ vrši monitoring kvaliteta i kvantiteta na području Orašje Domaljevca (crpilište Kostrč)	Kvalitativni i kvantitativni monitoring na izvorištu Orašje Domaljevac je zadovoljavajući; uspostavljanjem monitoring mreže na ostalim izvorištima, tj. bušenjem novih pijezometara (3-4) u sjevernim i centralnim dijelovima GVTPV gustina osmatračke mreže bila bi zadovoljavajuća

3.6.2 Operativni monitoring

Operativni monitoring podzemnih voda se mora uspostaviti kod svih GVTPV čiji status nije zadovoljavajući, odnosno u okviru GVTPV koja su u kategoriji *Uslovno pod pritiskom*. Također, operativni monitoring uključuje praćenje svih parametara koji se prate i u okviru nadzornog monitoringa, dok se posebna pažnja poklanja svim specifičnim parametrima koji direktno utiču na nepovoljan status podzemnih voda. Okvirna direktiva o vodama EU, tačnije njen Vodič o implementaciji monitoringa podzemnih voda, kao i dokument UKTAG predlažu da bi operativni monitoring morao biti frekventiniji od nadzornog, tj. da bi ga trebalo sprovoditi kvartalno, odnosno po potrebi ukoliko se nepovoljan status javlja sezonski ili u intervalima (Tabela 89.). Također, trebalo bi napomeniti da operativni monitoring može u određenim područjima imati i istraživački karakter, posebno ukoliko se registruju parametri koji mogu ugroziti status podzemne vode, ali čiji uzorci pojavljivanja nisu poznati. Zato, treba sprovesti posebno usmjerena istraživanja koja će odrediti mjere za ublažavanje ili otklanjanje svih prisutnih zagađenja. U konkretnom slučaju, pod operativni monitoring hemijskog sastava došla bi GVTPV koja su uslovno pod kvalitativnim pritiskom, i to na selekcionisanim repnim tačkama (u zoni nizvodno od upuštenih efluenta u vodotokove ili zemljište, kao i evidentiranih tačkastih zagađivača, npr. deponije ili industrijski objekti). Praćenje pojedinih komponentni bilo bi prema sadržaju osmatranja koji je naveden za istraživački monitoring u poglavlju 3.6.1, ali bi potvrđeno odsustvo ili dozvoljene koncentracije pojedinih jona, mogle da omoguće da se lista praćenih parametara reviduje. S druge strane, konkretna vrsta zagađenja (tip zagađivača) zahtjeva proširenje liste u pravcu uvođenja novih komponenti u operativni monitoring. Npr. u blizini izliva netretiranih komunalnih voda u recipijente potrebno je i redovno praćenje sadržaja organskih materija i u podzemnim vodama, ili sadržaja farmaceutikala u blizini pogona farmaceutske industrije.

Tabela 89 Predložena minimalna frekvencija operativnog monitoringa podzemnih voda (CIS Vodič no. 15)

		Tip akvifer prema dinamičkim karakteristikama				
		Arteski akvifer	Akvifer sa slobodnim nivoom			
			Intergranularni akvifer		Pukotinska	Karstna
			Duboki	Plitki		
Visoka ranjivosti podzemnih voda	Kontinualni pritisak	-	Dva puta godišnje	Dva puta godišnje	Kvartalno	Kvartalno
	Povremeni pritisak	-	Jedan put godišnje	Po potrebi	Po potrebi	Po potrebi
Niska ranjivost podzemnih voda	Kontinualni pritisak	Jedanput godišnje	Jedan put godišnje	Dva puta godišnje	Dva puta godišnje	Kvartalno
	Povremeni pritisak	Jedanput godišnje	Jedan put godišnje	Po potrebi	Po potrebi	Po potrebi
Procjena trenda		Jedanput godišnje	Dva puta godišnje	Dva puta godišnje	Dva puta godišnje	-

3.6.3

3.6.4 Kvantitativni monitoring

Kvantitativni monitoring na području Federacije Bosne i Hercegovine se praktično ne odvija i monitoring mreža podzemnih voda je veoma reducirana. Neophodnost uspostavljanja kvalitetne monitoring mreže još više dolazi do izražaja kada se istakne podatak da se skoro 90% stanovništva na čitavoj teritoriji Bosne i Hercegovine u slivu Save snabdijeva vodom iz podzemlja. Tako, Okvirna direktiva o vodama EU, kao i irska iskustva (UKTAG) prijedlažu osmatranje svih većih karstnih izvora koja se koriste za centralizovano vodosnabdijevanje stanovništva čime se direktno može analizirati kvantitativni status podzemnih voda. S druge strane, praćenje svih ostalih izvora koja nisu pod pritiskom, odnosno koja se ne koriste za potrebe snabdijevanja vodom (nemaju dovoljnu izdašnost), ali i ona koja se koriste za lokalno snabdijevanje manjeg broja stanovnika može biti svedeno na minimalnu mjeru. Također, ukoliko se osmatranjem uoči da jedan izvor reprezentuje izdašnost i susjednih izvora u istoj GVTPV, frekvencija osmatranja se može smanjiti, odnosno moguće je monitoring koncentrisati samo na reprijezentativni izvor, dok se ostali izvori mogu isključiti iz osmatračke mreže, ili samo povremeno pratiti, što može umnogome olakšati i pojeftiniti monitoring podzemnih voda.

Frekvencija osmatranja u okviru kvantitativnog monitoringa može varirati od praktično svakodnevnog (potrebno u karstu kod izvora sa izraženim amplitudama izdašnosti, ili tokom i nakon intenzivnih kišnih epizoda) do najmanje jednog osmatranja mjesečno (artesi akviferi). Optimalni slučaj jeste kontinualno osmatranje nivoa podzemnih voda preko specijalnih uređaja (dajvera) koji mjere i prevode zapis o pritiscima u nivoe PV, i kojima se može zadavati željeni vremenski korak na osnovu koga će biti bilježeni ovi rezultati (data logger). Također, podaci o kvantitativnim karakteristikama se mogu dobiti na osnovu konstrukcije krive protoka Q/H , uz uslov da mora postojati vodomjerna letva ili limnigraf koji će bilježiti nivoe, uz povremena hidrometrijska mjerenja proticaja na terenu.

Kao zaključak, trebalo bi reći da je formiranje monitoring mreže proces koji treba obaviti u etapama, najviše iz finansijskih razloga. Sa tog aspekta, neophodno bi bilo prvo formirati osmatračku mrežu na karstnim vrelima najveće izdašnosti, odnosno u okviru najproduktivnijih slojeva integranularnog tipa poroznost i u dolinama većih riječnih tokova koji se koriste za potrebe vodosnabdijevanja stanovništva. Tu se posebno ističu one GVTPV koja se uslovno nalaze pod kvantitativnim pritiskom i za koje je neophodno u najkraćem vremenskom periodu proračunati bilansne rezerve i na osnovu njih odrediti optimalnu eksploataciju podzemnih voda. Sa druge strane, kada je riječ o kvalitetu podzemnih voda, akcenat bi u prvoj etapi uspostavljanja monitoring mreže svakako bio na one GVTPV koja su pod kvalitativnim pritiskom i gdje realno postoji rizik od zagađenja podzemnih voda. U okviru obje kategorije (kvalitet i kvantitet) neophodno je postaviti monitoring mrežu na takav način, da se podaci koji se dobiju o glavnim kvalitativno – kvantitativnim karakteristikama odnose na čitavu grupu vodnih tijela podzemnih voda.

U Aneksu 9 prikazan je raspored GVTPV sa položajem postojećih izvorišta PV koja bi trebalo da imaju obavezu redovnog izveštavanja nadležnih agencija zaduženih za slivna područja, zatim broja karstnih vrela koja bi trebalo uključiti u osmatračku mrežu (u skladu sa podacima iz gornje tabele, kao i

procenjenim brojem novih pijezometara (Tabela 90) na kojima bi se u okviru GVTPV organizovao monitoring (u prvoj fazi - istraživački). U ovom momentu osim okvirnog broja, nije moguće predvidjeti tačne lokacije pijezometara. To treba da bude zadatak dodatnih terenskih istraživanja, rezultata istraživačkog, nadzornog i operativnog (gdje je neophodno) monitoringa, kao i dodatnih analiza uticaja evidentiranih zagađivača površinskih i podzemnih voda. U svakom slučaju ovi pijezometri će po pravilu biti locirani u okviru akvifera sa intergranularnom poroznošću (aluvijoni i neogene naslage), jer se smatra da će se uvođenjem redovnih osmatranja kvantiteta i kvaliteta voda karstnih izvora obezbijediti adekvatne podloge za praćenje statusa voda karstnih akvifera u okviru GVTPV. Određivanje mikrolokacija novih osmatračkih objekata i njihovo uvođenje u funkciju monitoringa, je u skladu sa principom ODV, od “većeg ka manjem i detaljnijem” zadatak koji treba da se realizuje u sklopu Izrade Plana upravljanja vodama za svaki podsiv ponaosob.

Tabela 90 Broj novih pijezometara koje bi trebalo uključiti u monitoring mrežu na teritoriji Federacije BiH

R. br.	Naziv GVTPV	Broj vrela	Broj izvorišta	Broj novih pijezometara
1	Donji sliv Korane Velika Kladuša	2	6	0
2	Gornji sliv Korane – Cazin	1	4	0
3	Srednji sliv Une	5	1	0
4	Grmeč	2	2	0
5	Gornji sliv Une	3	5	0
6	Srednji sliv Sane	5	1	0
7	Gornji sliv Sane	3	3	0
8	Gornji sliv Vrbasa	7	12	0
9	Srednji sliv Vrbasa	7	2	0
12	Aluvijon Sane	0	0	2 – 3
13	Igman – Jahorina	0	10	0
14	Sarajevsko – Zeničko polje	2	13	0
15	Zapadna Romanija	6	7	0
16	Drinjača	0	0	1
17	Gornji sliv Gostilje i Spreče	7	7	0
18	Stanarski basen	0	1	0
19	Posavina (+DB)	0	19	3 – 4
22	Romanija – Devetak	0	1	0
25	Tuzlansko – Spriječko polje	0	12	3 – 4
26	Vlašić – Plava voda	0	7	1
Ukupno		50	123	9 - 11

Prema tome, u okviru FBiH na području sliva Save prijedvidja se uspostavljeni monitoring nad ukupno 123 postojećih izvorišta, uključivanje ukupno 50 karstnih vrela u redovna osmatranja i izrada 9 - 11 novih pijezometara. Time bi se broj ukupnih objekata uključenih u sistem monitoringa, bez obzira na karakter (nadzorni – operativni) doveo do broja od 183 na taj način se uspostavlja okvirna osrednjena gustina osmatračke mreže od 2,3 objekata / 100 km² što je za područje FBiH u skladu sa geološkim i hidrogeološkim uslovima, evidentiranim stanjem pritiska na kvantitet i kvalitet voda,

aktuelnim statusom podzemnih voda, kao i realnim mogućnostima privrede područja da ispunjava ciljeve ODV. Ovakav koncept potvrđen je i na nivou RBMP za cio sliv rijeke Save.

Imajući u vidu aktuelnu privrednu situaciju u FBiH ostvareni nivo GDP, evidentirane pritiske i zadovoljavajuće stanje u pogledu kvaliteta i kvantiteta resursa podzemnih voda, do realizacije punog obima predloženog monitoringa i kompletiranja mreže za monitoring PV treba doći postupno. Kao realan, predviđa se period od 12 godina, sa 3 faze (od po 4 godine) u kojima bi se vršila kontrola ispunjenosti plana implementacije, pratili rezultati inspekcijskog nadzora nad sprovođenjem obaveza korisnika voda i njihovim izvještavanjem nadležnih agencija, sistematski obrađivali i analizirali rezultati realizovanog monitoringa i vršile provjere aktuelnog hemijskog i kvantitativnog statusa u pojedinim GVTPV, kao i u okviru njima pripadajućih pojedinih VTPV utvrdjenih u budućim planovima upravljanja na nivou podslivova.

U tekstu koji slijedi dat je predloženi izvještajni obrazac za postojeće korisnike resursa podzemnih voda koji je neophodno popuniti u okviru osmatranja mreže podzemnih voda. Prvi dio obrasca sastoji se od podataka o izvorištu u cjelini kao i objektima osmatranja i ovi podaci se ažuriraju na godišnjem nivou ili se proslijeđuje informacija da su nepromijenjeni. Ostali dio predstavlja redovni izvještajni obrazac za bazu podataka i kasnije informisanje prema EIONET-u.

PODACI O IZVORIŠTU PODZEMNIH VODA

Izvorište za grad/naselje:

Naziv izvorišta

Lokalnost

Najbliže veće poznato naselje

Koordinate izvorišta

X	Y	Z
[m]	[m]	[m.n.m]

(vidjeti objašnjenje 1*
na kraju ankete)

X	Y	Z
[m]	[m]	[m.n.m]

X	Y	Z
[m]	[m]	[m.n.m]

X	Y	Z
[m]	[m]	[m.n.m]

Naziv organizacije koja gazduje izvorištem:

Opština

Adresa

Vlasnički odnos nad područjem izvorišta

(pravi vlasnik, suvlasnik, zakupac, dr.)

Ovlaštena osoba (kontakt telefon, e-mail)

Hronologija rada izvorišta:

	tip/vrsta objekta	god	kapacitet
1	otvoreno	[god]	[l/s]
2	prošireno	[god]	[l/s]
10	posljednja godina izvođenja hidrogeoloških i drugih istraživanja	[god]	

Najznačajnija fondovska dokumentacija (2*):

[god izrade]

[naziv]

[institucija/autor]

Vrsta izvorišta sa koga se eksploatiše voda

podzemne vode	da	ne
	[%]	[l/s]
površinske vode	da	ne
	[%]	[l/s]
kombinovani sistem	da	ne

[%] [l/s]

Komentar
(3*)

Tip vodonosne sredine:

Podzemne vode:

Intergranularni akvifer:	da	ne	Q (l/s)
- aluvijalna sredina			
- neogeni sedimenti			
Karstni akvifer:			
Pukotinski akvifer:			

Opis akvifera

Osnovne karakteristike vodozahvata podzemnih voda:

Tip vodozahvata:

<u>Bunari:</u>	Ukupan broj bunara:	[broj]	dubine	min max sr	[m]
tip bunara:					
bušeni:	direktno	reversno	kopani	sa horiz. drenovima	
Kaptirani slojevi (filteri)			broj	[broj]	
dubina do najplićeg kaptir. sloja				[m]	
dubina do najdubljeg kaptir. sloja				[m]	
srednja debljina glavnog sloja				[m]	
sr. priječnici bunara				[m]	
tipovi korištenih filtera					
:	(4*)	perforirana cev (slot)			
prosečan vijek trajanja bunara:					[god]
Ukupna izdašnost izvorišta (svih bunara)					max [l/s]

min
sr

radni kapacitet pojedinačnog bunara:
(dnevna izdašnost) (5*)

[l/s]
max
min
sr

[l/s]



[časovi]

stalno u radu

pojedinačna deprijesija u bunaru (6*)

[m]
max
min
sr

ostvarena deprijesija pri radu svih bunara na izvorištu:

[m]
max
min
sr

Kaptirani izvori:

Ukupan broj izvora [broj]

Ukupna izdašnost izvora

[l/s]
max
min
sr

tip kaptaže (7*)

Da li izvori prijesušuju tokom godine

[da/ne]

Opis

Ostali načini zahvatanja voda:

Opis

Fotografija

Za drugi dio izvještajnog obrasca korisnika vode mogu se koristiti različiti formati, počevši od najjednostavnijih excel tabela i dijagrama (hidrograma), GIS atributivnih tabela, pa do složenije formiranih u skladu sa postojećim ili planiranim vodnim informacionim sistemom u nadležnosti vodnih agencija. U nastavku je dat jednostavan primjer norveškog obrasca u kome se ukazuje da su podaci prosljeđeni i smješteni u internacionalni EIONET-Water sistem (Tabela 91).

Tabela 91 Norveški primer obrasca za izveštavanje o monitoringu podzemnih voda

Državni kod	Država	ID vodnog sliva	Izvor podataka	Skup podataka	Ime vodnog sliva	ID državne stanice	Ime rijeke
NO	Norway	NO_QA_N O1.50.0	Eionet-Water	QA	Tistedalsfoss	NO1.50.0	Tista
NO	Norway	NO_QA_N O101.1.0	Eionet-Water	QA	Engsetvatn	NO101.1.0	Tennfjord elva
NO	Norway	NO_QA_N O104.2.0	Eionet-Water	QA	Eikesdalsv.	NO104.2.0	Eio
NO	Norway	NO_QA_N O105.1.02	Eionet-Water	QA	Øren	NO105.1.02	Gusjåelva
NO	Norway	NO_QA_N O105.1.03	Eionet-Water	QA	Øren	NO105.1.03	Gusjåelva
NO	Norway	NO_QA_N O109.42.0	Eionet-Water	QA	Elverhøy bru	NO109.42.0	Driva
NO	Norway	NO_QA_N O109.9.0	Eionet-Water	QA	Risefoss	NO109.9.0	Driva
NO	Norway	NO_QA_N O111.5.0	Eionet-Water	QA	Talgøyfoss	NO111.5.0	Toåa
NO	Norway	NO_QA_N O113.3.0	Eionet-Water	QA	Sletthølen	NO113.3.0	Grytåa

Obrazac za izveštavanje o ispitanoj kvaliteti voda mora da sadrži utvrđene koncentracije pojedinih jona, maksimalne dozvoljene koncentracije prema propisima, vrijeme uzorkovanja, primijenjeni analitički metod i naziv referentne laboratorije koja je vršila ispitivanja. Promjene sadržaja pojedinih komponenti u vremenu, također se mogu prikazati odgovarajućim dijagramom: sadržaj jona vs. vrijeme.

3.7 Program mjera za održivo korištenje podzemnih voda

Prihvatanjem koncepta i rješenja Okvirne direktive o vodama Evropske unije, Bosna i Hercegovina se obavezala na uspostavljanje ciljeva održivog razvoja vodnih resursa primjenom programa mjera za njihovo postizanje. Zato je Federacija Bosne i Hercegovine svoje zakone o vodama donijela u skladu sa Direktivom, koja je integrisana u sve zakonske akte i strategije koje se tiču vodnih resursa u BiH. Tako, ciljevi upravljanja u zakonima o vodama FBiH¹³ sadržani su u sljedećem:

- *„Ciljevi upravljanja vodama su: postizanje dobrog stanja, odnosno dobrog ekološkog potencijala površinskih i podzemnih voda, odnosno vodnih i za vodu vezanih ekosistema, umanjeње šteta prouzrokovanih raznim štetnim djelovanjem voda, osiguranje potrebnih količina vode odgovarajućeg kvaliteta za razne namjene i podsticanje održivog korištenja voda, uzimajući u obzir dugoročnu zaštitu raspoloživih izvorišta i njihovog kvaliteta” (Zakon o vodama FBiH);*

Dokumentom Evropske unije su precizno utvrđene sve mjere koje je neophodno preduzeti da bi se postigli ciljevi koje Evropska unija predlaže po pitanju očuvanja površinskih i podzemnih vodnih resursa. Ti ciljevi su sadržani prije svega u očuvanju dobrog statusa podzemnih voda, sprečavanju pogoršavanja njihovog statusa, očuvanju terestričnih i akvatičnih ekosistema, preduzimanju mjera za smanjenje emisije zagađujućih materija koje potiču od svih tačkastih i difuznih zagađivača i dr.

Cilj upravljanja u domenu kvantiteta resursa podzemnih voda:

Održati nivo eksploatacije za GVTPV koja nisu pod kvantitativnim pritiscima, ili su samo pod potencijalnim pritiscima, dok je za GVTPV koja su uslovno pod pritiskom potrebno predvidjeti mjere dostizanja dobrog statusa, tj. smanjenja pritiska.

Osnovne mjere koje preporučuje i Zakon o vodama FBiH sadržane su u Aneksu VI Okvirne direktive o vodama EU (Dio A i B). Te mjere se prije svega odnose na uspostavljanje optimalnih kvalitativnih i kvantitativnih karakteristika podzemnih voda, odnosno za postizanje dobrog statusa koji je ODV postavila kao cilj. Tako, sa aspekta kvantiteta, neophodno je prije svega urediti proces izdavanja vodnih dozvola i koncesija kojima se pravnim ili fizičkim licima daje pravo na korištenje resursa na precizno utvrđen broj godina. Ovim dokumentom se jasno ističe optimalna količina vode koja se smije koristiti iz akvifera, odnosno lokacija eksploatacionog objekta, namjena vode, način i uslovi eksploatacije i dr. Ipak, da bi se sve navedeno jasno moglo precizirati, neophodno je uspostaviti adekvatnu kvantitativnu monitoring mrežu na osnovu koje će se dati relevantni podaci o količini resursa koji je moguće eksploatisati.

Ako se uzmu u obzir prethodno navedene karakteristike GVTPV koja su ugrožena sa aspekta kvantiteta (potencijalno pod pritiskom ili pod pritiskom), treba napomeniti da mjere za ostvarenje zacrtanih ciljeva za ove GVTPV treba da uključe analizu i smanjenje gubitaka u sistemima vodosnabdijevanja, ocjenu mogućnosti aktiviranja novih izvorišta, kao i vještačkog prihranjivanja i

¹³ Zakon o vodama FBiH (70/06)

inženjerskih mjera kontrole proticaja karstnih izvora. Pored toga, neophodna su dopunska hidrogeološka istraživanja kod nedovoljno istraženih GVTPV, posebno ispitivanje trasiranja podzemnih voda radi razgraničenja pojedinih GVTPV, kao i sliva Save i Jadranskog sliva. Također, trebalo bi uspostaviti obavezu izvještavanja nadležnih organa (agencija za vodu i dr.) od strane svih nosioca vodoprivrednih dozvola i koncesija, u kojima bi se kontinuirano predstavljali podaci o kvantitetu podzemnih voda. To bi se moglo implementirati podizanjem kvantitativnog monitoringa na viši nivo, čime se ispunjava i obaveza implementacije Okvirne direktive o vodama Evropske unije,

Cilj upravljanja u domenu hemijskog statusa podzemnih voda:

Održati dobar status za GVTPV koja nisu pod kvalitativnim pritiscima, dok je za GVTPV koja su uslovno pod pritiskom ili potencijanim pritiskom, potrebno predvidjeti mjere dostizanja dobrog statusa, kroz smanjenje pritiska koje uključuje prevenciju zagađivanja, popravku kvaliteta, sistematsku zaštitu i monitoring podzemnih vodnih resursa.

odnosno Planova upravljanja riječnim slivovima.

Program mjera kojima bi se kvalitativne karakteristike podzemnih voda podigle na viši nivo bi uključivale kontrolu, kao i tretman ili sanaciju dvije vrste zagađivača: tačkastih i difuznih. Tako, mjere koje treba preduzeti sa aspekta tačkastih zagađivača se ogledaju u tretmanu zagađujućih materija na samom izvoru zagađenja, odnosno primjenom principa „zagađivač plaća”. Prvi pristup se odnosi na sva postrojenja koja ispuštaju otpadne vode. Ovakav vid potencijalnog zagađenja se može kontrolisati izdavanjem vodoprivredne dozvole kojom se precizno određuju uslovi pod kojima se otpadna voda može ispustiti, kao i inspekcijskim nadzorom nad primjenom ograničenja i uslova sadržanih u dozvoli. Ti uslovi podrazumijevaju maksimalno dozvoljene vrijednosti koncentracija određenih supstanci koje se smiju naći u podzemnoj vodi, a koje sadrži otpadna voda, kao i obavezno praćenje i osmatranje kvalitativnih karakteristika podzemnih voda koje mora biti obaveza nosioca vodoprivredne dozvole i izvještavanje AVP Sava. Ovakve dozvole se odnose na sve vrste otpadnih voda koje se mogu upustiti u podzemlje: komunalne, tehnološke vode, tehničke, oborinske vode (sa saobraćajnica, benzinskih pumpi i sl.). U skladu sa principom „zagađivač plaća”, zagađivač se obavezuje da plaća preko EBS-a finansijsku nadoknadu za onu količinu ispuštenih otpadnih voda koja prelazi količinu propisanu Rješenjem o vodnoj dozvoli ili ugovorom o koncesiji izdatog od nadležnog organa.

Pored tačkastih zagađivača, program mjera za tretman difuznih zagađivača bi se u najvećoj mjeri odnosio na redukovanje sadržaja nitrata na poljoprivrednim obradivim površinama. Drugim riječima, neophodno je preduzeti mjere kojima bi se ograničio unos pesticida i aditiva koji služe za povećanje prinosa poljoprivrednih kultura. Pored poljoprivrednih površina, posebna pažnja treba biti usmjerena na deponije i odlagališta otpadnog materijala, koja su veoma često na najugroženijim mjestima i koji je tretiran na neadekvatne načine. U toku su aktivnosti na zatvaranju "divljih" deponija komunalnog otpada, te otvaranju sanitarnih uređenih deponija u skladu sa standardima. Realizacije obije aktivnosti na terenu bi trebalo ubrzati. Ovakva mjesta bi mogla da se efikasno eliminišu ili bar kontrolišu izgradnjom posebnih deponija čvrstog otpada na kojima bi se na precizno propisane načine odlagao sav otpadni materijal. Pored toga, smanjivanje koncentracije deponija čvrstog otpada bi se mogla izvesti i primjenom selekcije i predtretmana otpada, odnosno reciklažom onih materijala koji bi se mogli ponovo iskoristiti u proizvodnom procesu.

Sumarno, mjere za ostvarenje zacrtanih ciljeva, posebno za GVTPV koja su pod pritiscima ili su pod potencijalnim kvalitativnim pritiskom, treba da uključe ali da ne budu limitirana, na:

- Prevenciju dalje degradacije kvaliteta podzemnih voda preventivnom zaštitom sadašnjih i potencijalnih izvorišta;
- Provođenje tehničkih i administrativnih mjera zaštite izvorišta u skladu sa Zانونom o vodama i drugim podzakonskim aktima,
- Provođenje multidisciplinarnih istraživanja radi utvrđivanja uticaja vezanih za upravljanje šumama na kvantitativno-kvalitativni režim voda.
- Kontinuirana dogradnja ISV baza podataka o svim vodozahvatima bez obzira da li su pod ingerencijom komunalnih preduzeća, pod koncesionim ugovorom ili sl.
- U cilju smanjenja erozionih procesa u podslivnim područjima neophodno je izraditi programe zaštite od erozionih procesa što podrazumijeva legislativne mjere, inoviranje karata eroije, praćenje erozionih procesa, edukacija stanovništva, integriranje problematike zaštite od erozije u prostorne planove i šumske osnove.
- Eliminisanje i/ili redukciju zagađivanja koja se ostvaruje unosom opasnih supstanci i nitrata u GVTPV u slivu Save;
- Povećanje učešća i izgradnju novih postrojenja za prijeradu komunalnih i industrijskih efluenata i sprečavanje direktnog upuštanja netretiranih otpadnih voda industrije u riječne tokove i kanale, i posljedično, u podzemne vode;
- Povećanje broja priključaka na kanalizacione mreže u naseljima;
- Implementaciju svih mjera predviđenih za poboljšanje i očuvanje kvaliteta površinskih voda, a posebno onih koje se odnose na smanjenje organskog ili zagađenja nutrijentima;
- Smanjenje korištenja pesticida/herbicida u poljoprivrednoj proizvodnji;
- Uvođenje i korištenje *Najboljih dostupnih tehnika* i prakse u oblasti životne sredine;
- Sistematski monitoring kvaliteta podzemnih voda na izvorištima u funkciji, proširenje mreže osmatračkih objekata kvaliteta podzemnih voda i redovno praćenje i izveštavanje o dobivenim rezultatima institucija nadležnih za kontrolu kvaliteta u skladu sa obavezama i principima koji proističu iz ODV;
- Implementaciju svih direktiva i propisa EU u oblasti voda, podzemnih voda, zaštite životne sredine i smanjenja emisije zagađenja, a posebno:
 - Direktiva o proizvodima za zaštitu biljaka (The Plant Protection Products Directive 91/414/EEC)
 - Direktiva o nitratima (The Nitrates Directive 91/676/EEC);

- Direktiva o postavljanju biocidalnih produkata na tržište (Directive of concerning the placing of biocidal products on the market 98/8/EC);
- Direktiva o tretmanu otpadnih voda u urbanim područjima (Council Directive concerning urban waste water treatment 91/271/EEC);
- Direktiva o zagađenju uzrokovanim ispuštanjem u akvatično okruženje Zajednice (Directive on pollution caused by certain dangerous substances discharged into the aquatic environment of Community 2006/11/EC);
- Direktiva o zaštiti podzemnih voda od zagađenja i pogoršanja statusa (Directive on the protection of groundwater against pollution and deterioration GWD2006/118/EC; 2008/1/EC; 2008/105/EC).

4. Literatura

1. Alić, F., Pašić-Škripić D., Žigić I., Srkalović D.(2008.): *Karakteristike vodnih tijela podzemnih voda Gračanice*, Geološki glasnik 37 Sarajevo
2. Aller, L., Bennet, T., Lehr, J. H., Petty, R. J., Hackett, G. (1987): *DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeological setting*. US EPA, 622 p.
3. Arsenović, Ž., Žigić I., Pašić-Škripić D. (2006.): *Model podataka podzemnih voda usklađen s okvirnom direktivom o vodi (WFB.2000/60/E.C)*. Zbornik radova sa II Savjetovanja geologa BiH, 23-24.11., Teslić
4. Bindeman, N. N. (1963): *Evaluating Groundwater Safe Yield*. "Nedra", Moscow, pp. 203
5. Busuladžić, H. (2008.): *Izvorište Sarajevsko polje*, Svjetlost, Sarajevo. FSD Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo.
6. Castany, G. (1967): *Traité Pratique des Eaux Souterraines*, Dunod, Paris
7. Čenčur Curk, B. (Ed) (2014): *CC – WARE Mitigating Vulnerability of Water Resources under Climate Change, WP3 – Vulnerability of Water Resources in SEE*, annual report
8. Čičić, S. (2002): *Geološki sastav i tektonika Bosne i Hercegovine*, p. 1-350. Earth Science Institute. Sarajevo.
9. CORINE Land Use Map (2006), European Environment Agency
10. Custodio, E. (1992): *Hydrogeological and hydrochemical aspects of aquifer overexploitation*. Vol.3, Hydrogeology, Selected papers of IAH, Verlag Heinze Heise, Hannover, p 3 – 27
11. Directive 2006/44/EC of the European Parliament and of the Council of 6 September 2006 on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life.
12. Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February 2006 on the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC.
13. Directive 2009/147/EC of the European Parliament and the Council of 30 November 2009 on the conservation of wild birds.
14. Directive 76/160/EEC on the quality of bathing waters.
15. Directive 91/271/EEC on urban waste-water treatment was adopted on 21 May 1991.
16. Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora.
17. Dörflinger, N., Zwahlen, F. (1997): *EPIK: a new method for outlining of protection areas in karstic environment*; In: Gunay, G., & Johnson, A.L., (Eds), International Symposium and Field Seminar on Karst Water and Environmental Impacts, Balkema, Rotterdam, pp. 117-123

18. Dörflinger, N., Zwahlen, F. (1997): *EPIK, méthode de cartographie de la vulnérabilité des aquifères karstiques pour la délimitation des zones de protection*. 12th International Congress of Speleology, Suisse, 2: 209-212.
19. European Commission (2008) Groundwater protection in Europe. EC Office for Official Publications, Luxembourg
20. European Commission, (2012): Commission Staff Working Document, Member state: France, Report form the commission to the European parliament and the council
21. European Commission, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council – Establishing a framework for Community action in the field of water policy. Brussels, Belgium, 23 October 2000.
22. Filipović, B., (1980): *Metodika hidrogeoloških istraživanja*, Naučna knjiga, Beograd, pp. 439
23. Foster, S. S.D. (1998): British Geological Survey (Hydrogeology Group). *Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy*. TNO Committee on Hydrological Research, Information N^o 38. Ed. by W. Van Duijvenbooden and H.G. van Waegeningh (eds). The Hague: 69-86.
24. Foster, S., & MacDonald, A. (2014): *The 'water security' dialogue: why it needs to be better informed about groundwater*. Hydrogeology Journal November 2014, Volume 22, Issue 7, pp 1489-1492
25. Foster, S., Loucks, DP. (2006): *Non-renewable groundwater resources: a guidebook on socially-sustainable management for water-policy makers*. UNESCO IHP-VI Series on Groundwater 10, UNESCO, Paris
26. Geoinženjering «Institut za hidrologiju i hidrotehniku»- Ilidža,(1983.): *Elaborat o hidrogeološkoj rejonizaciji i bilansu podzemnih voda u pukotinskim i karstnopakotinskim stijenskim masama BiH*. FSD Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo.
27. Geoinženjering Sarajevo, OOUR Geoinstitut Sarajevo – Ilidža (1987.): *Studija geoloških istraživanja Unsko-sanske regije: Geološka, seizmotektonska, geomorfološka, hidrogeološka i inženjerskegeološka istraživanja terena područja Opštine Bihać*, Sarajevo
28. Goldscheider, N., Klute, M., Sturm, S., Hötzl, H. (2000): *The PI method – a GIS-based approach to mapping groundwater vulnerability , with special consideration of karst aquifers*, Z. angew. Geol., 46, 3; pp.157-166, Hannover
29. Groundwater Daughter Directive to WFD 2006/118/EC
30. Group of authors (1999): *Groundwater Protection Schemes*; Department of the Environment and Local Government Environmental Protection Agency Geological Survey of Ireland
31. Group of authors (2007): *Implementation of the EU Water Framework Directive in Bulgaria Structure of a River Basin Management Plan for the Danube-River-Basin SubRiver Basins Osam and Vit*, The German Federal Ministry of Environment, Nature Protection and Nuclear Safety and the Republic of Bulgaria, Sofia, Bulgaria

32. Group of authors (2010): *Water Management Strategy of the Federation of Bosnia and Herzegovina (draft)*, Federal Ministry of Agriculture, Water Management and Forestry; Sava river basin district Agency, Sarajevo; Adriatic Sea River Basin District, Mostar; Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
33. Grupa autora (1984): *Režim, bilans i rezerve podzemnih voda Bosne i Hercegovine u okviru stijena sa karstno – pukotinskom poroznošću*, Geoinženjering, BiH
34. Grupa autora (2008): *Studija ranjivosti prostora Federacije Bosne i Hercegovine, Knjiga I*, IPSA Institut, Sarajevo; Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta, Sarajevo
35. Grupa autora, (2009a): *Karakterizacija podzemnih voda sliva rijeke Save na teritoriji Federacije BiH, Knjiga I, Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Une na teritoriji Bosne i Hercegovine*; Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
36. Grupa autora (2009b): *Karakterizacija podzemnih voda sliva rijeke Save na teritoriji Federacije BiH, Knjiga II, Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Vrbas na teritoriji Bosne i Hercegovine*; Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
37. Grupa autora (2009c): *Karakterizacija podzemnih voda sliva rijeke Save na teritoriji Federacije BiH, Knjiga III, Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Bosne na teritoriji Bosne i Hercegovine*; Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
38. Grupa autora (2009d): *Karakterizacija podzemnih voda sliva rijeke Save na teritoriji Federacije BiH, Knjiga IV, Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Drine na teritoriji Bosne i Hercegovine*; Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
39. Grupa autora (2009e): *Karakterizacija podzemnih voda sliva rijeke Save na teritoriji Federacije BiH, Knjiga V, Tijela podzemnih voda podsliva rijeke Save na teritoriji Bosne i Hercegovine*; Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
40. Grupa autora (2011): *Analiza bilansa voda Republike Srpske*. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede; Agencija za vode oblasnog riječnog sliva Save; Agencija za vode oblasnog riječnog sliva Trebišnjice; Bijeljina
41. Grupa autora (2012a): *Izrada karakterizacijskih izvještaja za dijelove riječnih slivova Cetine i Krke na području Federacije Bosne i Hercegovine – karakterizacijski izvještaj*. Agencija za vodno područje Jadranskog mora, Mostar; Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu
42. Grupa autora (2012b): *Strategija upravljanja vodama Federacije Bosne i Hercegovine 2010 – 2022*; Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo; Agencija za vodno područje Jadranskog mora, Mostar; Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
43. Grupa autora (2013): *Management plan of the Trebisnjica river basin district in Republika Srpska (draft)*. Ministry of Foreign Trade and Economic Relations of Bosnia and Herzegovina, Hrvatske vode, Zavod za vodoprivredu, Bijeljina, Bosnia and Herzegovina
44. Grupa Autora (2013): *Plan upravljanja vodnim područjima*, Hrvatske vode, Zagreb, Hrvatska

45. Grupa autora (2014): *Plan upravljanja riječnim slivom Neretve i Trebišnjice u Federaciji Bosne i Hercegovine*, Ministarstvo vanjske trgovine i ekonomskih odnosa BiH, Hrvatske vode, Zagreb, Bijeljina, 2014
46. Grupa autora (2014): *Strategija integralnog upravljanja vodama Republike Srpske 2014 - 2024*; Zavod za vodoprivredu; Banja Luka
47. Hölting, B., Härtlé, T., Hohberger, K-H, Nachtigall, KH, Villinger, E., Weinzierl, W., Wrobel, J-P., (1995): *Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüber-deckung*. – Geol. Jb. C 63: pp. 5–24.
48. Hrvatović, H. (2006): *Geological guidebook through Bosnia and Herzegovina*, Federalni zavod za geologiju BiH, Sarajevo.
49. ICPDR (2007): *Danube River Basin Management Plan*, Significant Water Management Issues, Vienna Austria, www.icpdr.org
50. ICPDR (2009): *Danube River Basin Management Plan*, Vienna Austria, www.icpdr.org
51. ICPDR (2014): *Danube River Basin Management Plan*, Vienna Austria, www.icpdr.org
52. Institut za hemijsko inženjerstvo “Sodaso holding”, Tuzla (2002.): *Studija zaštite okolice – podloga za izradu prostornog plana Tuzlanskog kantona*
53. Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu (1980): *Studija ranjivosti prostora FBiH*, IPSA Institute, Sarajevo, 2008.
54. ISRBS (2013): *Sava River Basin Management Plan*, Zagreb, Croatia, www.savacommission.org
55. ISRBS (2013): *Sava River Basin Management Plan, Background paper No. 2 Groundwater bodies in the Sava River Basin*; Zagreb, Croatia, www.savacommission.org
56. ISRBS (2013): *Sava River Basin Management Plan, Background paper No. 5 Significant Water Management Issues*; Zagreb, Croatia, www.savacommission.org
57. Jeannin, P. – Y., Cornaton, F., Zwahlen, F. & Perrochet, P. (2001): *VULK: a tool for intrinsic vulnerability assessment and validation*, 7th Conference on Limestone Hydrology and Fissured Media, Sciences et Techniques de l’ Environment, Memoire Hors – Series 13, 185 – 190
58. Jolović, B., (2013): Usklađivanje BiH zakonodavstva i primjena Okvirne Direktive o vodama Evropskog vijeća i parlamenta (Direktiva 2000/60/EC) u smislu definisanja vodnih tijela i monitoringa na prostoru BiH, Inženjerska komora Crne Gore, Podgorica
59. Josipović, J. (1974): *Osnovne hidrogeološke odlike teritorije BiH*, Zbornik radova III Jugoslovenskog simpozija o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji - Opatija.
60. Komatina, M. (1975): Hidrogeološke odlike slivova centralnodinarskog karsta, Beograd.
61. Komatina, M., Miošić, N. et al. (1980): Hidrogeološka karta SFR Jugoslavije, 1:500.000, Savezni geološki zavod, Beograd
62. Lankford, B. (2013): *Water security: principles, perspectives and practices*. Routledge, London
63. Merdan S.(2007): *Glavni zagađivači sliva rijeke Bosne*-seminarski rad.

64. Milanović, S., Stevanović, Z., Đurić, D., Petrović, T., Milovanović, M. (2010): *Regionalni pristup izradi karte ugroženosti podzemnih voda Srbije – nova metoda "IZDAN"*; In: Zbornik radova XV Kongresa geologa Srbije, pp. 585 – 590, Beograd
65. Miošić, N. (1977): *Pregledna hidrogeološka karta 1:200.000 Bosne i Hercegovine*, FSD, Geoinstitut – Sarajevo.
66. Miošić, N. (1982): *Hidrogeološka rejonizacija Bosne i Hercegovine*, Geološki glasnik knj.27., Sarajevo.
67. Miošić, N. (1977): Tumač Pregledne hidrogeološke karte 1:200.000 i 1:500.000 Bosne i Hercegovine, FSD Geoinstitut – Sarajevo, Sarajevo.
68. Neukum, C., Hötzl, H., 2005: *Standardisation of vulnerability map*, In: Proceedings of International Conference "Water Resources and Environmental Problems in Karst - CVIJIĆ", Stevanović, Z., and Milanović, P., (Eds), Beograd-Kotor, p. 11-19.
69. Osnovne geološke karte Bosne i Hercegovine (1:100,000)
70. Papeš, J. (1985.): *Geologija jugozapadne Bosne*. Geološki glasnik, Posebna izdanja, knj.XIX, Sarajevo.
71. Pašić-Škripić, D., Žigić, I., Srkalović, D. (2009.): *Ranjivost podzemnih voda područja sjeveroistočne Bosne*, Zbornik sa 38. Konferencije o korištenju i zaštiti voda, «Voda 2009.» Zlatibor.
72. Pravilnik o kategorizaciji, klasifikaciji, proračunu rezervi podzemnih voda i vođenju evidencije o njima; Službene novine Federacije Bosne i Hercegovine 47/11
73. Prijeliminarni rezultati popisa stanovništva, domaćinstava i stanova u Bosni i Hercegovini 2013, Agencija za statistiku Bosne i Hercegovine, Sarajevo
74. Quevauviller, P. (2008): *Integrated management principles for groundwater in the EU-WFD context*. RSC, London, pp 473–493
75. Rudarski Institut (2013a): *Analiza pritisaka i uticaja te procjene rizika na karakterističnim tijelima podzemnih voda podsliva rijeke Bosne, Knjiga IV, Tijelo podzemne vode "Orašje – Domaljevac"*, Rudarski Institut Tuzla, Bosnia and Herzegovina
76. Rudarski Institut (2013b): *Analiza pritisaka i uticaja te procjene rizika na karakterističnim tijelima podzemnih voda podsliva rijeke Bosne, Knjiga II, Tijelo podzemne vode "Toplice"*, Rudarski Institut Tuzla, Bosnia and Herzegovina
77. Rudarski Institut (2013c): *Analiza pritisaka i uticaja te procjene rizika na karakterističnim tijelima podzemnih voda podsliva rijeke Bosne, Knjiga III, Tijelo podzemne vode "Spriječko polje"*, Rudarski Institut Tuzla, Bosnia and Herzegovina
78. Rudarski Institut (2013d): *Analiza pritisaka i uticaja te procjene rizika na karakterističnim tijelima podzemnih voda podsliva rijeke Bosne, Knjiga I, Tijelo podzemne vode "Stupari"*, Rudarski Institut Tuzla, Bosnia and Herzegovina
79. Samardžić, N. (2007.): *Zagađivači podzemnih voda područja Ilidže*, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, seminarski rad.

80. Skopljak, F., Hrvatović, H., Žigić, I., Pašić-Škripić, D. (2011): *Novi prilog hidrogeološkoj rejonizaciji Bosne i Hercegovine*, Zbornik radova IV Savjetovanja geologa Bosne i Hercegovine, Ilidža
81. Skopljak, F. (2006.): *Odnosi podzemnih voda područja Ilidže kod Sarajeva*- Doktorska disertacija. Posebno izdanje Geološkog glasnika knj. XXIX. FSD Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo.
82. Slišković, I., Plavkić, J., Miošić, N. (1985): *Bilans podzemnih voda Bosne i Hercegovine*, FSD Geoinstitut – Sarajevo, Sarajevo.
83. Slišković, I., Plavkić, J., Miošić, N. (1990): *Bilans rezervi podzemnih voda na teritoriji RBiH za 1989. godinu*, FSD Zavod za geologiju – Sarajevo, Sarajevo.
84. Slišković, I. (1983.): *Hidrogeološke značajke sliva rijeke Drine na teritoriji SRBiH*, Geološki glasnik br.28
85. Stevanović, Z. (2011): *Menadžment podzemnih vodnih resursa*, Univerzitet u Beogradu, RGF, Departman za hidrogeologiju, Beograd, pp. 340
86. Stevanović, Z. (2010): *Utilization and Regulation of springs*, In: Krešić, N., & Stevanović, Z., (Eds) *Groundwater hydrology of springs: Engineering, theory, management and sustainability*. Elsevier, Amsterdam, pp. 339 – 389
87. Stevanović, Z. (Ed.) (2015): *Karst Aquifers – Characterization and Engineering*, Springer International Publishing Switzerland, pp. 692
88. Tumači OGK za područje Bosne i Hercegovine (1:100,000)
89. United Kingdom Technical Advisory Group (2005): *Approach to Delineation of Groundwater Bodies*, Paper by the Working Group on Groundwater, Guidance document no. GW2
90. United Kingdom Technical Advisory Group (2005): *Methodology for Risk Characterization of Ireland's Groundwater*, Paper by the Working Group on Groundwater, Guidance document no. GW8
91. United Kingdom Technical Advisory Group (2005): *Technical Requirements for Groundwater and Related Aspects*, Paper by the Working Group on Groundwater, Guidance document no. GW1
92. United Kingdom Technical Advisory Group on the Water Framework Directive (2011): *Characterization of Risks to Groundwaters for the 2nd River Basin Cycle*, Ireland
93. Van Stempvoort, D., Ewert, L., Wassenaar, L., (1992): *Aquifer Vulnerability index: a GIS-compatible method for groundwater vulnerability mapping* – Canadian Water Resources Journal 18, pp. 25 - 37
94. Vías, J.M., Andreo, B., Perles, M.J., Carrasco, F., Vadillo, I., Jiménez, P. (2002). *Prijeliminary proposal for contamination vulnerability mapping in carbonate aquifers*. Karst and Environment, pp. 75-83.
95. Vodno područje rijeke Dunav – Nacionalni izvještaj 2003 – Bosna i Hercegovina
96. Vodoprivredna osnova sliva rijeke Vrbas, Sarajevo 1987.

97. Vrba, J., Zaporozec, A., 1994: *Guidebook on mapping groundwater vulnerability*. IAH. Verlag Heinz Heise. Vol 16. 131 p.
98. Vujinović, L., Glavaš, S., Mitrović, D., Jolović, B., 2005: *Analiza i obrada postojećih podataka o tijelima podzemih voda na području RS*; Republički zavod za geološka istraživanja Republike Srpske, Zvornik
99. WFD (2005): *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Groundwater Summary Report*, Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, Belgium.
100. WFD CIS Guidance Document No. 1 (2003). *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Economics and the Environment The Implementation Challenge of the Water Framework Directive WATECO*. Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, Belgium.
101. WFD CIS Guidance Document No. 15 (2007). *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Guidance on Groundwater Monitoring*, Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, Belgium.
102. WFD CIS Guidance Document No. 16 (2006). *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Guidance on Groundwater in Drinking Water Protected Areas*, Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, Belgium.
103. WFD CIS Guidance Document No. 18 (2009). *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment*, Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, Belgium.
104. WFD CIS Guidance Document No. 2 (2003). *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Identification of Water Bodies*, Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, Belgium.
105. WFD CIS Guidance Document No. 3 (2003). *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Analysis of Pressures and Impacts*, Produced by Working Group 2.1 – Impriess, Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, Belgium.
106. WFD Technical Report No. 6 (2011). *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Technical report on groundwater dependent terrestrial ecosystems*, Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, Belgium.
107. www.eea.europa.eu
108. Zakon o vodama Federacije Bosne i Hercegovine (70/06)
109. Zavod za hidrotehniku Građ.fakulteta u Sarajevu (2007.): *Studija ranjivosti prostora FBiH*, Sarajevo
110. Zavod za vodoprivredu d.d. Sarajevo (1994.): *Okvirna vodoprivredna osnova BiH*, Sarajevo.

111. Zavod za vodoprivredu Sarajevo, Zavod za vodoprivredu Mostar, (2008.): *Strategija upravljanja vodama Federacije Bosne i Hercegovine*, Sarajevo. FSD Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo.
112. Zavod za vodoprivredu, Zavod za hidrotehniku Građ.fakulteta u Sarajevu, Republički Hidrometeorološki zavod, Energoinvest-Higrainženjering (1971.-1990.): *Vodni resursi SR BiH - Hidrološke studije površinskih voda*
113. Žigić, I., Pašić-Škripić, D. (2011): *Karakterizacija vodnih tijela podzemnih voda, metodologija i ograničenja*; In: Zbornik radova 7. naučno – stručnog skupa sa međunarodnim učešćem "Kvalitet 2011", pp. 719 – 723, Neum, Bosnia and Herzegovin
114. Žigić, I., Pašić-Škripić, D. (2007): *Kolektori podzemnih voda tuzlanskog područja*, Zbornik radova RGGF-a br.XXXI, Tuzla
115. Žigić, I., Pašić-Škripić, D. (2009): *Ranjivost vodnog tijela podzemnih voda sjeverozapadnog dijela Tuzlanskog područja*, Zbornik sa 6. naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem»Kvalitet 2009.« Neum.
116. Zulić, S., Scheidleder, A. (2005): *Guidance for Developing Groundwater Monitoring and Reporting in BIH*, Bosnia and Herzegovina
117. Zwahlen, F., (Ed) (2004): *Vulnerability and risk mapping for the protection of carbonate (karst) aquifers*, Cost Action 620, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg

5. APENDIKSI I - XX

Aneks I Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda - Donji sliv Korane - Velika Kladuša

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Korana	Donji sliv Korane – Velika Kladuša		BA_KO_GW_K_1	I
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	88,4		Alogena (km ²)	9,4
Topografija i geografski opis	Grupa VT se prostire od Velike Kladuše (Z) do Bužima (I), i od Poljana (S) do Todorova (J). Obuhvata nadmorske visine do 420 m.				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Trijas (T ₁) – škriljavi pješčari, glinci;(T ₂) – dolomiti, krečnjaci, pješčari, laporci; Kreda, Paleogen (K,Pg) – fliš; Kvartar (Q) – zaglinjeni pesak i šljunak			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	T ₂ (T ₂ ¹)– krečnjaci i dolomiti (K); Hidrodinamičke osobine – M			
	Procjena dubina do nivoa PV	Do 200 m dubine (nivo pouzdanosti: GP)			
	Hidrogeološki parametri	T = 1.2 x 10 ⁻² m ² /s (Velika Kladuša); T = 2.23 x 10 ⁻³ m ² /s (Bužim)			
	Opiti trasiranja	Opiti trasiranja nisu rađeni; brzina toka je sračunata na osnovu filtracionih karakteristika izdani: 0.19 – 0.23 m/dan			
	Pravci toka PV	Pravci toka PV su JI – SZ i NZ – JI. Također, prate pad glavnih rasjednih struktura i orijentisani su ka zoni pražnjenja u izvoristu “Musići”.			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Zemljišni pokrivač			
	Debljina	1-5			
	% otkrivenosti VT	80% (nivo pouzdanosti: GP)			
Prihranjivanje	Glavni izvori prihranjivanja	R			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	40% R ili 12 x 10 ⁶ m ³ godišnje (nivo pouzdanosti : GP)			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Musića vrelo (5 l/s); Čaglica (5 l/s); Dervino vrelo (6 l/s); ostali izvori su presušili nakon izgradnje izvorišta podzemnih voda.			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	Q = 0.235 m ³ /s (Velika Kladuša); Q = 0.025 m ³ /s (Bužim); Q = 0.26 m³/s			
	Bilansne rezerve PV	Q = 0.44 m ³ /s			
Povezanost pod. i pov. voda	Slaba. Ograničeno prisustvo površinskih tokova.				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	HCO ₃ – Ca – Mg			
	Zone sanitarne zašt.	Uspostavljene			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Nizak stepen ranjivosti (81,28%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Deponija (Dizdarevića brdo); autoperionica; trafo stanice (Kumarice, Kvrkulja, Musići)		
		Difuzni	Otpadne vode od domaćinstava; put Velika Kladuša – Vrnograč – Bužim; poljoprivreda		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (75,99%); Tačkasti: Umjereni rizik			
Status PV	Kvalitet	Nije pod pritiskom			
	Kvantitet	Potencijalno pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeći: Kontinualan / Predloženi: Nadzorni			
	Kvantitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Operativni			
Zavisni ekosistem od PV		Manji površinski tokovi prisutni na području VT			

Generalna ocjena svih podataka (nivo sigurnosti): **Gruba Procjena**

Literatura: Karakterizacijski izveštaji za sliv rijeke Save i Une i dostupna geol. i hg literatura

Aneks II Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda - Gornji sliv Korane - Cazin

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Korana	Gornji sliv Korane – Cazin		BA_KO_GW_K_2	I
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	81,8		Alogena (km ²)	45,5
Topografija i geografski opis	Grupa VT se sastoji iz tri cjeline koje se nalaze na poručju rijeke Marceljice (2a), Čoralića (2b) i Velike Gate (2c); Nadmorske visine se kreću prosječno oko 400 m, maksimalno do 500 m.				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Trijas (T ₃) – dolomiti; Jura (J ₁ , J ₂ , J ₃) – pretežno dolomiti; Kreda (K ₁) – krečnjaci; (K ₂) – fliš; Miocen (M ₂) – laporci, glina; Kvartar (Q) – pijesak, šljunak			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	T ₃ , J, K ₁ krečnjaci, dolomiti (K); T ₂ dolomiti, (K ₂) – fliš (F); Q pijesak, šljunak (I); Hidrodinamičke osobine: PP			
	Procjena dubina do nivoa PV	Do 1000 m dubine (nivo pouzdanosti: GP)			
	Hidrogeološki parametri	T = 1.0 – 9.7 x 10 ⁻² m ² /s; μ=0.20; a=0.2 – 0.485 m ² /s			
	Opiti trasiranja	Izvršena u ponoru Krivodol, bušotini u Slatini, ponoru Kličići i bunaru u Tahirovićima; brzina toka: v=0.002-0.005 m/s			
	Pravci toka PV	Utvrđeni pravci podzemnih voda od ponora Kličići i Vignjevića vrela do vrela Osredak. Generalna orijentacija: JI – SZ			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Zemljišni pokrivač; u alohtonom dijelu Miocen (M ₂) – pretežno laporci, gline i konglomjerati			
	Debljina	Zemljišni pokrivač 1-5 m; Miocen (M ₂) – prosječno 150 m			
	% otkrivenosti VT	40% (nivo pouzdanosti: GP)			
Prihranjivanje	Glavni izvori prihranjivanja	R, PŠV			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	30%P ili 9.5 x 10 ⁶ m ³ godišnje (nivo pouzdanosti : GP)			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Mutnik, Vignjevići, Tahirovići Q = 5 l/s; Čoralići Q = 42 l/s			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	Izvorišta pozemnih voda Mutnik, Vignjevići, Tahirovići Q = 150 l/s			
	Bilansne rezerve PV	Q = 0.3 m ³ /s; (nivo pouzdanosti: GP)			
Povezanost pod. i pov. voda	Srednja; Ograničeno prisustvo površinskih tokova				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	Visok sadržaj amonijuma, nitrita, nitrata (antropogeni uticaj)			
	Zone sanitarne zašt.	Uspostavljene za kaptirana vrela			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednji (32,28%) i Srednje do visok stepen ranjivosti (32,56%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Groblja; deponije; kamenolomi; farme		
		Difuzni	Otpadne vode iz industrije (“Cazinka”, “Bosna”, “Željezara”, itd.) i domaćinstava		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (69,05%); Tačkasti: Umjereni rizik			
Status PV	Kvalitet	Nije pod pritiskom			
	Kvantitet	Potencijalno pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeći: Kontinualan / Predloženi: Istraživački i operativni			
	Kvantitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Nadzorni			
Zavisni ekosistem od PV		Značajniji površinski riječni tokovi: Korana, Mutnica			

Generalna ocjena svih podataka (nivo sigurnosti): Gruba Procjena

Literatura: Karakterizacijski izveštaji za sliv rijeke Save i Une i dostupna geol. i hg literatura

Aneks III Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda – Srednji sliv Une

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Una	Srednji sliv Une		BA_UN_GW_K_4	I
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	171,15		Alogena (km ²)	84,75
Topografija i geografski opis	Grupa VT je ograničena vododelnicom između Korane i Une (SZ), Mahmića selom (S), dolinom Une do Otoke i Bosanske Krupe(I-JI) i Brekovicom (J). Nadmorske visine 400 - 800 m.				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Trijas (T ₁) – pješčari, laporci, glinci; (T _{2,3} , T ₃) – dolomiti; Jura (J _{1,2} , J ₃ ^{2,3}) – krečnjaci, dolomiti; Kreda (K ₁) – krečnjaci; (K ₂) – fliš; Miocen (M _{2,3}) – krečnjački laporci, konglomerati, gline, laporci			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	T ₃ , J _{1,2} , J ₃ ^{2,3} , K ₁ krečnjaci i dolomiti (K); T ₂ dolomiti (F); Hidrodinamičke osobine: S; PP			
	Procjena dubina do nivoa PV	Do 1000 m (vjerovatno dublje s obzirom na sifonalnu cirkulaciju i uzlazne izvore) (nivo pouzdanosti: GP)			
	Hidrogeološki parametri	T = 1.0 – 9.7 x 10 ⁻² m ² /s; μ=0.20; a=0.2 – 0.485 m ² /s; α = 0.0042 – 0.0087			
	Opiti trasiranja	Izvršeni u sljedećim ponorima: Stijena, Pištaline, Krivodol, ponori u Jezerskom regionu; brzine toka: v = 0.002 – 0.12 m/s			
	Pravci toka PV	Generalni pravac toka PV je SZ – JI i Z – I u okviru VT			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Miocen (M _{2,3}) – krečnjački laporci, konglomerati, gline, laporci; TN			
	Debljina	150 m			
	% otkrivenosti VT	85 % (nivo pouzdanosti: GP)			
Prihranjivanje	Glavni izvori prihranjivanja	R, S, PŠV			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	31 %P or 9.5 x 10 ⁶ m ³ godišnje (nivo pouzdanosti: GP)			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Voloder (Q _{min} = 110 l/s; Q _{max} = 1000 l/s); Vodomut (60 l/s; 1020 l/s); Crno vrelo (180 l/s; 2360 l/s); Gmuša (Q _{min} = 150 l/s); Dobrenica (N/A)			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	Vrela nisu kaptirana (samo prirodno isticanje) – nema podataka o ukupnoj ili prosječnoj eksploataciji			
	Bilansne rezerve PV	0.3 m ³ /s; (nivo pouzdanosti: N)			
Povezanost pod. i pov. voda	Srednja do veoma intenzivna. Ograničeno prisustvo površinskih tokova - riječna mreža razvijena u sjevernom i središnjem dijelu vodnog tijela				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	HCO ₃ - Ca – Mg; Visoka koncentracija amonijuma, nitrata i nitrita (antropogeni uticaj)			
	Zone sanitarne zašt.	Uspostavljene samo na području Prošića			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednje do visok stepen ranjivosti (56,2%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Groblja; kamenolomi; deponije; farme		
		Difuzni	Otpadne vode od domaćinstava i industrije, putevi, poljoprivreda i uzgoj stoke		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (68,81%); Tačkasti: Umjereni			
Status PV	Kvalitet	Nije pod pritiskom			
	Kvantitet	Nije pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i operativni			
	Kvantitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Nadzorni			
Zavisni ekosistem od PV		Značajniji površinski tokovi: Krstaš, Koprivnička rijeka			

Generalna ocjena svih podataka (nivo sigurnosti): Gruba Procjena

Literatura: Karakterizacijski izveštaji za sliv rijeke Save i Une i dostupna geol. i hg literatura

Aneks IV Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda - Grmeč

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Una	Grmeč		BA_UN_GW_K_5	IE
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	932,71 (737,71 FBiH)		Alogena (km ²)	90,7 (86,1)
Topografija i geografski opis	Grupa VT je ograničena dolinom Une (SSZ), vododjelnicom između Une i Sane (I), Bjelajskim poljem (J) i dolinom Une i Bihaćkom kotlinom (Z). Nadmorske visine su od 200 do 1200 m.				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Trijas (T ₂₊₃ , T ₃) – dolomiti, rožnaci, laporci; Jura (J ₁ , J ₂ , J ₃) – krečnjaci; kreda (K ₁ , K ₁₊₂) – krečnjaci; (K ₂) - fliš			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	J ₁ , J ₂ , J ₃ , K ₁ , K ₁₊₂ – krečnjaci (K); (K ₂) - fliš (F); Hidrodinamičke osobine: S			
	Procjena dubina do nivoa PV	Do 750 m (vjerovatno dublje s obzirom na sifonalnu cirkulaciju i uzlazne izvore) (nivo pouzdanosti: GP)			
	Hidrogeološki parametri	α = 0.0172			
	Opiti trasiranja	Izvršeni u ponoru Risovac; brzina toka nije određivana			
	Pravci toka PV	Utvrđeni prema izvršenim opitima trasiranja; Gen. pravac tečenja je JI – SZ u okviru VT			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Zemljišni pokrivač 1-5 m; Kreda (K ₂) – fliš do 500 m			
	Debljina	-			
	% otkrivenosti VT	90% (nivo pouzdanosti: GP)			
Prihranjivanje	Glavni izvori prihranjivanja	R, Sn			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	50% R (nivo pouzdanosti: GP)			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Krušnica (Q _{min} = 1 200 l/s; Q _{max} = 100 000 l/s) Crno jezero (Q _{min} = 80 l/s; Q _{max} > 1000 l/s)			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	Vrela nisu kaptirana (samo prirodno dreniranje); nema podataka o prosječnoj eksploataciji			
	Bilansne rezerve PV	Q = 10000 l/s (nivo pouzdanosti: GP)			
Povezanost pod. i pov. voda	Slaba do srednja; ograničeno prisustvo površinskih voda – jako slaba razvijenost riječne mreže				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	Nema podataka			
	Zone sanitarne zašt.	Nisu uspostavljene; Predložene zašt. zone: vrelo i pećina Krušnica			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednje do visok stepen ranjivosti (62,93%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Ne postoji		
		Difuzni	Otpadne vode od domaćinstava; putevi; eksploatacija šuma; poljoprivreda i uzgoj stoke		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (80,38%); Tačkasti: Mali rizik			
Status PV	Kvalitet	Nije pod pritiskom			
	Kvantitet	Nije pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i operativni			
	Kvantitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Operativni			
Zavisni ekosistem od PV		Značajniji površinski tokovi: Una, Krušnica, Suvajčina			

Generalna ocjena svih podataka (nivo sigurnosti): Nesigurno

Literatura: Karakterizacijski izveštaji za sliv rijeke Save i Unei dostupna geol. i hg literatura

Aneks V Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda - Gornji sliv Une

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Una	Gornji sliv Une - GU		BA_UN_GW_K_3	TBA
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	1066,11		Alogena (km ²)	105,2
Topografija i geografski opis	Grupa VT je omeđena vododjelnicom Korane i Une (S), državnom granicom BIH i Hrvatske (Z), vododjelnicom Jadranskog sliva (J), vododjelnicom Une i Sane, dolinom Une i Bihaćkom kotlinom (I). Nadmorske visine se kreću do 1920 m.				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Trijas (T ₁) – pješčari, glinci, škriljci, laporci; (T ₂ , T ₃) – Kr, Do; Jura (J ₁) – Kr; (J ₂) – Do, breče; (J ₃) – Do; Kreda (K ₁) – Kr; (K ₂) – Kr, breče. Miocen (M ₂) – laporci, konglomerati, laporoviti krečnjaci			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	T _{2,3} , J ₁ , K ₁ and K ₂ krečnjaci (K); Hidrodinamičke osobine: S			
	Procjena dubina do nivoa PV	Do 1000 m dubine (vjerovatno dublje s obzirom na sifonalnu cirkulaciju i uzlazne izvore) (nivo pouzdanosti: GP)			
	Hidrogeološki parametri	α = 0.0115 – 0.071			
	Opiti trasiranja	Izvršeni u ponorima Kolunić, Resanovac, Jaruge, Prijeboj, Vučjak, u Petrovačkom i polju Vrtoče; brzina – v =0.004 – 0.12 m/s (Plješevica)			
	Pravci toka PV	Od ponora Korenička r., Vučjak, Željava do vrela Klokot, Privila, Žegar; Gen. pravac je JZ – SI i SI – JZ ka Crnom vrelu i vrelu Bastašica			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Miocen (M ₂) – laporci, konglomerati, laporoviti krečnjaci; Pr			
	Debljina	Prosječno 100 – 150 m; maksimalno 500 m (nivo pouzdanosti: GP)			
	% otkrivenosti VT	90% (nivo pouzdanosti: GP)			
Prihranjivanje	Glavni izvori prihranjivanja	R, Sn			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	40%R ili 35 x 10 ⁶ m ³ /god (nivo pouzdanosti: GP)			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Crno vrelo (Q= 3 200 l/s); Bastašica (70/2 600/ 12 000); Okovir (5 m ³ /s); Ostrovica (760/4 900/ 12 000); Klokot (Q= 2.4 - 70 m ³ /s);			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	Kaptirani izvori: Klokot (Q _{av} =225 l/s); Prilivica (Q _{av} =125 l/s); Žegar (Q _{av} =5 l/s); Ostrovica" (Q=50 l/s), "Toplica" (Q=15 l/s); Q _{total} = 450 l/s			
	Bilansne rezerve PV	Q ~ 5 m ³ /s			
Povezanost pod. i pov. voda	Slaba do srednja; ograničeno prisustvo površinskih voda – poniranje na kontaktu karsta i nekarsta				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	HCO ₃ – Ca – Mg			
	Zone sanitarne zašt.	Uspostavljene za kaptirana vrela			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednje do visok stepen ranjivosti (77,59%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Kanaliz. mreža; deponije; podzemni aerodrom; turist. kompleks Nac. parka "Plitvička jezera"		
		Difuzni	Otpadne vode od domaćinstava; putevi; eksploatacija šuma; poljoprivreda, željeznica		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (86,01%); Tačkasti: Praktično bez rizika			
Status PV	Kvalitet	Nije pod pritiskom			
	Kvantitet	Nije pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeći: Kontinualan/ Predloženi: Istraživački i operativni			
	Kvantitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Nadzorni			
Zavisni ekosistem od PV		GVT pokriva 10% površine koja pripada Nacionalnom parku "Plitvička jezera"; rijeke Una, Unac i veći riječni tokovi			

Generalna ocjena svih podataka (nivo sigurnosti): Vjerovatno

Literatura: Karakterizacijski izveštaji za sliv rijeke Save i Une i dostupna geol. i hg literaura

Aneks VI Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda - Srednji sliv Sane

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Una	Srednji sliv Sane		BA_UN_GW_K_2	IE
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	943,31 (725,51 FBiH)		Alogena (km ²)	164,2 (112)
Topografija i geografski opis	GVT je ograničena vododjelnicama između Une i Sane (Z), Sane i Vrbasa (I), (J), pravcem Ključ – Bosanski Petrovac (J) i pravcem Orbovac – Čaplje – Skucani Vakuf – Ljubija (S). Nadmorske visine se kreću od 200 do maksimalno 1615 m				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Trijas (T ₂₊₃ , T ₃) – dolomiti, rožnaci, laporci; Jura (J _{1,2} , J ₃ , J,K) – krečnjaci, dolomiti; Kreda (K ₁) – krečnjaci; K ₂ – fliš; Kvartar (Q) – aluvijon			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	J ₃ , J,K, K ₁ kriječnjaci (K); T ₃ – dolomiti, rožnaci, laporci, glinci (P); Kvartar (Q) – aluvijon (I); Hidrodinamičke osobine - S			
	Procjena dubina do nivoa PV	Do 1500 m dubine (vjerovatno dublje s obzirom na sifonalnu cirkulaciju i uzlazne izvore) (nivo pouzdanosti: GP)			
	Hidrogeološki parametri	α = 0.014 – 0.066 (vrelo Dabar); α = 0.025 (vrelo Zdena)			
	Opiti trasiranja	Izvršen u ponoru Jelašinovci; Brzina: v = 0.034 m/s			
	Pravci toka PV	Utvrđeni na osnovu izvršenog opita trasiranja; Gen. pravac tečenja je od ponora prema vrelu Zdena (JZ – SI) i vrelu Dabar (Z – I)			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Kvartar (Q) – aluvijon; (P)			
	Debljina	od 2 do 5 m			
	% otkrivenosti VT	90% (nivo pouzdanosti: GP)			
Prihranjivanje	Glavni izvori prihranjivanja	R, S, PŠV			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	35% R (nivo pouzdanosti: GP)			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Vrelo Dabar (900/1 200/150 000); Vrelo Zdena (320/1 600/ 5 600); Kozica (400/-/-), Crno vrelo (130/-/-)			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	Vrelo Zdena je kaptirano sa procečnim kapacitetom od Q = 70 l/s			
	Bilansne rezerve PV	Q = 3200 l/s (nivo pouzdanosti: GP)			
Povezanost pod. i pov. voda	Srednja: ograničeno prisustvo površinskih tokova – drenaža praktično izostaje osim u sjevernim i dijelom u sjeveroistočnim dijelovima vodnog tijela. Prisutno poniranje tokova.				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	HCO ₃ – Ca i HCO ₃ – Ca – Mg			
	Zone sanitarne zašt.	Uspostavljene za kaptirano vrelo Zdena			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednje do visok stepen ranjivosti (68.22%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Industrija ("Files"); ponori; benzinske stanice; kamenolom ("Ganić"); groblja; deponije;		
		Difuzni	Potoci Čardašice i Jezernice sa otpadnim vodama; putevi, poljoprivreda		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (83,11%); Tačkasti: Praktično bez rizika			
Status PV	Kvalitet	Nije pod pritiskom			
	Kvantitet	Nije pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeći: Kontinualan / Predloženi: Istraživački i operativni			
	Kvantitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Nadzorni			
Zavisni ekosistem od PV		Značajniji površinski tokovi: Sana, Sanica, Suvača, Ponor			

Generalna ocjena svih podataka (nivo sigurnosti): Grubo Procijenjeno

Literatura: Karakterizacijski izveštaji za sliv rijeke Save i Une i dostupna geol. i hg literatura

Aneks VII Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda - Gornji sliv Sane

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Una	Gornji sliv Sane		BA_UN_GW_K_1	IE
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	1404,4 (816,6 FBiH)		Alogena (km ²)	164,9 (95,3)
Topografija i geografski opis	GVT je ograničena vododjelnicama između Une i Sane (Z), Sane i Vrbasa (I), Savskog i Jadranskog sliva (J) i pravcem Orbovac – Čaplje – Skucani Vakuf – Ljubija. Nad.visine ~ 1615m				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Permotrijas (PT) – pješčari, Kr, gips, anhidrit; (T ₂₊₃ , T ₃ ^{1,2}) – Kr, tuf, laporci, glinci; (T ₃ ^{2,3}) – D; Jura (J ₁ , J _{1,2} , J _{2,3}) – Kr, rožnaci; Kreda – (K ₁ , K ₂) – Kr; Miocen (M _{2,3}) – laporci, pješčari, gline; Q - aluvijon			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	J _{1,2} , J ₂ , J ₃ , K ₁ i K ₂ krečnjaci (K); T ₃ – dolomiti (P); Hidrodinamičke osobine - S			
	Procjena dubina do nivoa PV	Do 1000 m (vjerovatno dublje s obzirom na sifonalnu cirkulaciju i uzlazne izvore) (nivo pouzdanosti: GP)			
	Hidrogeološki parametri	α = 0.01 – 0.04; K = 2.42 – 6.92 x 10 ⁻¹ m/s			
	Opiti trasiranja	Izvršeni u sljedećim ponorima: Smoljani, Kapljuh, Bravsko, Drinić, Jarice, Popovići, Podgredi; brzina: v = 0.0075 – 0.04 m/s			
	Pravci toka PV	Određeni na osnovu izvedenih opita trasiranja. Generalna orijentacija je pravcem JZ - SI			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Eocen (E ₃) - fliš i Miocen (M ₃) - laporci, pješčari, gline, konglomerati, krečnjaci; K ₂ – senonski fliš; Pc, E – fliš; Acl (svi)			
	Debljina	Maks. vrijednosti: E ₃ – 500 m; M ₃ – 400 m K ₂ – 200 m; PE –80 -750 m			
	% otkrivenosti VT	90% (nivo pouzdanosti: GP)			
Prihranjivanje	Glavni izvori prihranjivanja	R, Sn, PŠV			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	45% R (nivo pouzdanosti: GP)			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Okašnica (250/555 /2250), Ribnik (1.250/15.500/>100.000), vrelo Sanice (800/8 900/40 000); Vrelo Sane, Q _{min} = 1600 l/s; Korčanica (300 – 20.000)			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	Q ~ 250 l/s			
	Bilansne rezerve PV	Q ~ 5.5 m ³ /s			
Povezanost pod. i pov. voda	Slaba; izuzetno ograničeno prisustvo površinskih voda – jako slaba razvijenost drenažne mreže.				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	HCO ₃ – Ca			
	Zone sanitarne zašt.	Uspostavljene za kaptirana vrela Okašnica, Sanica			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednje do visok stepen ranjivosti (78,1%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Ne postoji		
		Difuzni	Otpadne vode od domaćinstava; putevi; eksploatacija šuma; poljoprivreda, uzgoj stoke		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (84,34%); Tačkasti: Umjereni rizik			
Status PV	Kvalitet	Nije pod pritiskom			
	Kvantitet	Nije pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i operativni			
	Kvantitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Nadzorni			
Zavisni ekosistem od PV		Značajniji površinski tokovi : Sana, Ribik, Suvaja			

Generalna ocjena svih podataka (nivo sigurnosti): Grubo Procijenjeno

Literatura: Karakterizacijski izveštaji za sliv rijeke Save i Une i dostupna geol. i hg literatura

Aneks VIII Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda - Aluvijon Sane

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Una	Aluvijon Sane		BA_UN_GW_I_2	IE
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	209,8 (38,9 FBiH)		Alogena (km ²)	0
Topografija i geografski opis	Reljef dominantno ravničarskog karaktera. Aluvijalne zaravni rijeka Sane i Gomjenice sa nadmorskom visinom od 130 do 180 m, ograničenim na sjeveru južnim obodom Kozare				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Donji i srednji karbon (C _{1,2}) – pješčari i škriljci; Permo-trijas (P,T)- kvarcni pješčari i konglomerati; Srednji trijas-anizik (T ₂ ¹) – krečnjaci; Pliocen, Kvartar (Pl,Q) – Pijeskovi, gline, krupna drošina; terasni sedimenti (t ₁) – šljunak i pijesak; aluvijalni sedimenti (al) – šljunak i pijesak			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	(I) i (K); (S)			
	Procjena dubina do nivoa PV	U zonama van uticaja crpljenja 5-6 m			
	Hidrogeološki parametri	K = 1.50 x 10 ⁻⁴ - 8.00 x 10 ⁻³ cm/s			
	Opiti trasiranja	Nisu izvođeni			
	Pravci toka PV	Generalni pravac toka podzemnih voda je JI-SZ; u području trijaskih krečnjaka na sjeverozapadu vjerovatno SZ-JI			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Povlatni sloj pjeskovito-šljunkovitom sloju čine holocenske gline			
	Debljina	2-3, rjeđe do 5 m			
	% otkrivenosti VT	2%			
Prihranjivanje	Glavni izvori prihranjivanja	Glavni način prihranjivanja je infiltracijom vode rijeke Sane I Gomjenice, doticajem iz drugih izdani, u manjoj mjeri infiltracijom od padavina			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	10% (nivo pouzdanosti : GP)			
Dreniranje	Izvorišta Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Mataruško polje , Tukovi, Prijedorčanka (prijedor), Utvinac (Oštra Luka)			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	0.26			
	Bilansne rezerve PV	0.6 m ³ /s (GP)			
Povezanost pod. i pov. voda	Intenzivna interakcija između podzemnih i površinskih voda (prije svega rijeka Sane I Gomjenice)				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	HCO ₃ -Ca			
	Zone sanitarne zašt.	Program sanitarne zaštite izrađen za sva gore navedena izvorišta			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednje do visok stepen ranjivosti (98,7%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Kanalizaciona mreža; Divlje deponije; privredni subjekti sa neriješenom odvodnjom otpadnih voda		
		Difuzni	Otpadne vode iz domaćinstava; stočarstvo, poljoprivreda, putevi		
	Procjena rizika	Difuzni: Srednji (56,93%); Tačkasti: Veliki rizik			
Status PV	Kvalitet	Uslovno pod pritiskom			
	Kvantitet	Potencijalno pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i operativni			
	Kvantitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Nadzorni			
Zavisni ekosistem od PV		Ne			

Generalna ocjena svih podataka (nivo sigurnosti): Vjerovatno
Literatura: OGK list Kostajnica i Prijedor; ostala HG dokumentacija

Aneks IX Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda - Gornji sliv Vrbasa

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Vrbas	Gornji sliv Vrbasa		BA_VR_GW_K_1	IE
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	1512,65 (994,55 FBiH)		Alogena (km ²)	157 (133,9)
Topografija i geografski opis	GVT se prostire od vododjelnica Jadranskog sliva i Save (J) i Sane i Vrbasa (Z), do Šipova i Jajca (S), te vododjelnice Bosne i Vrbasa (I). Nadmorske visine se kreću od 500 pa do maksimalnih 2000 m.				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Devon (D) – Kr; Silur - devon (S, D) – škriljci, terigeni sed.; Perm (² P ₃) – konglomerati, breče, pješčari Trijas: (T ₁) – pješčari, škriljci; (T ₂ ¹) – (mermerisani) Kr, mermeri; (T ₂ ²) – Kr; (T ₃) – Do, Kr; Jura(J ₃) – Kr; kreda (K ₁ , K ₂) – Kr, fliš; Miocen (M _{2,3}) - Kr laporci, kongl., gline; Q			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	D, T ₂ ¹ , T ₃ , J ₁ , J _{1,2} , J ₃ , K ₁ , K ₂ – Krečnjaci, mermerisani krečnjaci, mermeri; Hidrodinamičke osobine: S			
	Procjena dubina do nivoa PV	Prosječno do 450 m, maksimalno do 1000 m			
	Hidrogeološki parametri	α = 0. 0008 – 0.025			
	Opiti trasiranja	Izvršeno u sljedećim ponorima: Mrtvice, Čardak, Skucani, Lalinac, Isakovac, Jezero: brzina toka – v = 0.015 – 0.031 m/s			
	Pravci toka PV	Pravci toka su usmjereni ka glavnim drenirajućim zonama; gen. orijentacija je SZ – JI, S – J, SI – JZ			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Uglavnom zemljišni pokrivač, epikarst			
	Debljina	1-5 m			
	% otkrivenosti VT	80% (nivo pouzdanosti: GP)			
Prihranji-vanje	Glavni izvori prihranjivanja	R, Sn, PŠV			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	45% R (nivo pouzdanosti: GP)			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Okašnica (280/360/470); Arapka (Q = 20 l/s); Vrela Plive (min 8000 l/s); Janja (min Q= 600 l/s); Krušnica (Q = 300 - 6000 l/s); Bistrica (300/1500/3000); Kozička r. (Q = 100 – 4000 l/s); Mašića vrelo (Q _{min} = 70 l/s);			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	Kaptirana vrela: Okašnica (Q _{av} = 360 l/s); Krušnica i Crno vrelo (Q = 328 l/s); Resnik (Q = 32 l/s); Q _{total} = 720 l/s			
	Bilansne rezerve PV	Q ~ 5.8 m ³ /s			
Povezanost pod. i pov. voda	Slaba do srednja; ograničeno prisustvo površinskih tokova. Rječna mreža razvijena samo na jugoistočnim i istočnim dijelovima GVT				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	HCO ₃ – Ca - Mg			
	Zone sanitarne zašt.	Uspostavljene za kaptirana vrela Okašnica, Krušnica			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednje do visok stepen ranjivosti (65,68%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Eksploatacija dolomita u zaleđu vrela Arapka; eksploatacija mermera “Brezovica”, deponije		
		Difuzni	Otpadne vode iz domaćinstava; putevi; eksploatacija šuma; poljoprivreda; uzgoj stoke		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (75,86%); Tačkasti: Mali rizik			
Status PV	Kvalitet	Nije pod pritiskom			
	Kvantitet	Nije pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i operativni			
	Kvantitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Nadzorni			
Zavisni ekosistem od PV		Značajniji površinski tokovi; Spomenik prirode Prokoško jezero			

Generalna ocjena svih podataka (nivo sigurnosti): Grubo Procijenjeno

Literatura: Karakterizacijski izveštaji za sliv rijeke Save i Vrbasa i dost. geol. i hg lit.

Aneks X Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda - Srednji sliv Vrbasa

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Vrbas	Srednji sliv Vrbasa		BA_VR_GW_K_2	IE
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	1039 (212,2 FBiH)		Alogena (km ²)	131,2 (5,2)
Topografija i geografski opis	VT uključuje SZ dio Vlašić planine, te planine Čemernicu i Manjaču, između rijeka. Nadmorske visine dostižu preko 1500 m.n.v.				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	T ₂ ¹ i T ₂ ² -krečnjaci, T ₃ -dolomiti i krečnjaci , J ₁ , J _{2,3} i J ₃ ³ krečnjaci; K ₁ i K _{1,2} krečnjaci, K ₂ -fliš, M _{1,2} - krečnjački laporci, gline i laporci, konglomerati i gline sa ugljem			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	T ₂ ¹ ,T ₂ ² , T ₃ , J ₁ , J _{2,3} i J ₃ ³ ,K ₁ , K _{1,2} , K ₂ (K); Hidrodinamičke osobine: S			
	Procjena dubina do nivoa PV	Od 400 do 1000 m dubine (nivo pouzdanosti: N)			
	Hidrogeološki parametri	K ₁ =0.002-0.022			
	Opiti trasiranja	Testovi trasiranja izvedeni na platou Vlašić, Podrašničkog polja I Manjače (v=0.31-1.22 cm/s)			
	Pravci toka PV	Pravci podzemih voda su utvrđeni na osnovu izvedenih opita trasiranja; generalna orijentacija je pravcem Z-I, JI – SZ;			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Dominantno zemljišnji pokrivač; rijetko (K ₂) – senonski fliš i Miocen (M _{1,2}) – krečnjački laporci, gline, laporci, konglomerati, laporci; TN			
	Debljina	Maksimalno do 1000 m (nivo pouzdanosti: N)			
	% otkrivenosti VT	70% (nivo pouzdanosti: N)			
Prihranjivanje	Glavni izvori prihranjivanja	R, Sn, PŠV			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	45% R (nivo pouzdanosti: GP)			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Krupa na Vrbasu (Q _{min} 400 l/s); Subunar (Q _{min} 600 l/s); Zelenikovac (Q _{min} 80 l/s); Cvrcka (Q _{min} 40 l/s)Crno vrelo (Q _{min} = 700 l/s); Trubino vrelo (Q _{min} = 900 l/s); Mrtvalj (Q _{est} = 150 l/s); Izvorište PV “Dućani” (Q = 10 l/s)			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	Q = 260 l/s (nivo pouzdanosti: N)			
	Bilansne rezerve PV	Q = 2 m ³ /s (nivo pouzdanosti: N)			
Povezanost pod. i pov. voda	Srednja; ograničeno prisustvo površinskih tokova – drenažna mreža praktično ne postoji, osim u JZ dijelu VT gdje je razvijenija (Podrašničko polje).				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	HCO ₃ - Ca i HCO ₃ - Ca - Mg			
	Zone sanitarne zašt.	Nisu uspostavljene / predložene 3 zone sanitarne zaštite			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednje do visok stepen ranjivosti (55,4%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Područje oko rudnika boksita “Bešpelj”		
		Difuzni	Otpadne vode iz domaćinstava; putevi; eksploatacija šuma; poljoprivreda; uzgoj stoke		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (79,15%); Tačkasti: Mali rizik			
Status PV	Kvalitet	Nije pod pritiskom			
	Kvantitet	Nije pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i Operativni			
	Kvantitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Nadzorni			
Zavisni ekosistem od PV		Značajniji riječni tokovi: Vrbas, Gradačka, Mračajska r., Lančin potok			

Generalna ocjena svih podataka (nivo pouzdanosti): Grubo Procijenjeno

Literatura: Karakterizacijski izveštaji za sliv rijeke Save i Vrbasa i dostupna geol. i hg literatura

Aneks XI Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda Igman – Jahorina

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Bosna	Igman – Jahorina		BA_BO_GW_K_1	IE
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	546,7 (349 FBiH)		Alogena (km ²)	37,7 (37,5)
Topografija i geografski opis	GVT je ograničeno Rakovicom i Hadžićima (SZ), Sarajevom (S), Palama (I) i Trnovim (JI). Dio GVT (15d) se nalazi na području Kreševa. Nadmorske visine prosječno oko 900, max 2015 m.				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Paleozoik (S, D, ² Pz, D _{1,2}) – kvarcno-liskunski (hloritski) škriljci, glinci, dolomiti, mermjeri; magmatske stijene; Permotrijas (P,T) – pješčari; (T ₁) – Kr, Do (T ₂ ¹ , T ₂ , T ₂ ²) – Kr, Do, pješčari, glinci, rožnaci; (T _{2,3} , T ₃) – Kr, Do; Jura, kreda (J,K) – fliš, Kreda (K ₂) – fliš; Tc – briječa, pesak; (Q) – glacijalni sedimenti;			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	D _{1,2} , T ₂ ¹ , T _{2,3} , T ₃ – krečnjaci, dolomiti (K); Q – aluvijum (pesak, šljunak) (I); Hidrodinamičke osobine: M			
	Procjena dubina do nivoa PV	Do 1000 m dubine (nivo pouzdanosti: GP)			
	Hidrogeološki parametri	$\alpha = 0.032 - 0.039$; T = 2.05 x 10 ⁻³ – 3.32 x 10 ⁻² m ² /s			
	Opiti trasiranja	Izvršena u sinklinali Igmana, Velikom Polju, Sitničkoj lokvi, Radovoj vodi, Hrasničkom stanu, Trenici, Lučevac; v = 0.0083 – 0.023 m/s			
	Pravci toka PV	Generalni pravci kretanja PV su JZ – SI i SZ – JI			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Jura, Kreda (J,K) – fliš (TN); Kvartar (Q) – glacijalni sedimenti (Pr)			
	Debljina	N/A; (Q) od 2 do 3 m			
	% otkrivenosti VT	80% (nivo pouzdanosti: GP)			
Prihranjivanje	Glavni izvori prihranjivanja	R, Sn, PVŠ			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	40% R (nivo pouzdanosti: GP)			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Vrelo Bosne (1 270/5 990/25 000); Vrelo Krupe (Q = 25–2500 l/s); Prača 65/-/-, Stansko 10/-/-; Miljacka 20/-/-; Mošćanica -/50/-; Paljanska Miljacka 38/70/250; Tilava -/160/-; Vlahović 6.3/15/60; Bistrica 22/40/90; Plovčiji do (12.5/54/110); Krupac (Q = 25 - 200 l/s); Hrasničko vr. (Q _{min} =60 l/s); Malotina (Q=5-100 l/s); Ribnjak 80/-/ 400;			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	Q = 6.8 m ³ /s			
	Bilansne rezerve PV	Q = 8.5 m ³ /s			
Povezanost pod. i pov. voda	Slaba do srednja; ograničeno prisustvo površinskih riječnih tokova; slabo razvijena drenažna mreža				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	HCO ₃ – Ca – Mg; Mikro- i makro komponente su ispod MDK			
	Zone sanitarne zašt.	Uspostavljene za kaptirana vrela Bosne, Nevra, Banja, Požarna, Tocila			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednje do visok stepen ranjivosti (80,29%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Groblja; kamenolomi; deponije; prehrambena industrija		
		Difuzni	Eksploatacija šume; neadekvatni kanalizacioni sistemi; stanovništvo; poljoprivreda, putna mreža; otpadne vode iz domaćinstava		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (95,0%); Tačkasti: Umjereni rizik			
Status PV	Kvalitet	Nije pod pritiskom			
	Kvantitet	Uslovno pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeće: Neadekvatno / Predloženo: Istraživački i operativni			
	Kvantitativni	Postojeće: Neadekvatno / Predloženo: Nadzorni			
Zavisni ekosistem od PV		Zaštićeno područje Trebević; Spomenik prirode Vrelo Bosne			

Generalna ocjena svih podataka (nivo pouzdanosti): Nesigurno

Literatura: Karakterizacijski izveštaji za sliv rijeke Save i Bosne i dostupna geol. i hg literatura

Aneks XII Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda - Sarajevsko – Zeničko polje

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Bosna	Sarajevsko – Zeničko polje		BA_BO_GW_I_3	IE
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	533,5 (528,8 FBiH)		Alogena (km ²)	0
Topografija i geografski opis	GVT se prostire između Sarajeva (J), Kaknja (S), Visokog (Z) i Vareša (I). Nadmorske visine se kreću prosječno od 500 m, maksimalno do 1440 m.				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Paleozoik (Pz) – klastični sedimenti, metamorfne stijene; Trijas (T ₁) – pješčari, škriljci, laporci; (T ₂ , T ₃) – dolomiti, krečnjaci; Jura (J) – vulkanogeo-sedimentna serija, spiliti, gabrovi; (J,K) - rožnjačko-laporoviti kompleks; Kreda (K ₂) – (karbonatni) fliš; Oligomiocen (Ol, M) – konglomerati, pješčari, laporci; Miocen (M ₂ , M _{2,3} , M ₃) – laporci, konglomerati, škriljci; Q sedimenti			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	T ₂ , T _{2,3} , K ₂ , K ₂ ^{2,3} , M _{2,3} – ispucali i karstifikovani krečnjaci (K); J, K – laporci, laporoviti krečnjaci (P); Pl, Q; Q sedimenti (I); Hidrodinamičke osobine: S, PP			
	Procjena dubina do nivoa PV	Od 2 do 50 m dubine (nivo pouzdansti: GP)			
	Hidrogeološki parametri	Pl, Q izdan: K = 1 x 10 ⁻⁵ – 1 x 10 ⁻⁸ m/s; Q izdan (aluvijum): K = 1.03 x 10 ⁻² – 3 x 10 ⁻³ m/s; T = 2.3 – 3.4 x 10 ⁻² m ² /s			
	Opiti trasiranja	N/A			
	Pravci toka PV				
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Miocen M ₃ ¹ , ² M ₂ , – laporci, glinci, rožnaci; (Ol, M) – konglomerati, pješčari, laporci; Kvartar (Q) – glina: Pr, Pr, TN (respektivno)			
	Debljina	M ₃ ¹ – N/A; Q – od 2 do 3 m; Ol, M maksimalno do 800 m			
	% otkrivenosti VT	100%			
Prihranji-vanje	Glavni izvori prihranjivanja	R, PŠV, Sn, vještačko prihranjivanje, podzemno prihranjivanje			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	20% (nivo pouzdansti: GP)			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Vrelo Mahmutovića rijeka (Q _{av} = 70 l/s); Vrelo Ilidža (Q = 50 – 60 l/s) Izvorišta PV: Stog (Q = 10 l/s); Ilidža (Q = 30 l/s); Pitka voda (Q = 20 l/s); Bukovica (Q = 130 l/s) Bunari: B-1 Q = 100 l/s; B-2 Q = 90 l/s			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	Q ~ 1.6 m ³ /s			
	Bilansne rezerve PV	Q ~ 2 m ³ /s			
Povezanost pod. i pov. voda	Srednje do veoma intenzivna; Riječna mreža je dobro razvijena na području celog vodnog tijela.				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	HCO ₃ – Ca (Sarajevsko polje) Ca – Mg – SO ₄ – HCO ₃ (Vrutak Buci) HCO ₃ – SO ₄ – Ca – Mg (Kraljeva Sutjeska)			
	Zone sanitarne zašt.	Uspostavljeno za kaptirana vrela Bukovica i Mahmutovića rijeka			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednji stepen ranjivosti (69,87%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Groblja; kamenolomi; deponije; industrija		
		Difuzni	Eksploatacija šume; neadekvatni kanalizacioni sistemi; stanovništvo; poljoprivreda		
Status PV	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (70,92%); Tačkasti: Veliki rizik			
	Kvalitet	Uslovno pod pritiskom			
Monitoring	Kvantitet	Uslovno pod pritiskom			
	Kvalitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i operativni			
Monitoring	Kvantitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i operativni			
	Zavisni ekosistem od PV		Značajniji riječni tokovi: Bosna, Misoča; Spomenik prir. Vrelo Bosne		

Generalna ocjena svih podataka (nivo pouzdanosti): **Grubo Procijenjeno**

Literatura: Karakterizacijski izveštaji za sliv rijeke Save i Bosne i dostupna geol. i hg. literatura

Aneks XIII Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda - Zapadna Romanija

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Bosna	Zapadna Romanija		BA_BO_GW_K_2	IE
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	719,4 (263,15 FBiH)		Alogena (km ²)	45,9 (36,18)
Topografija i geografski opis	GVT je izduženo pravcem JI – SZ, od Sokoca do Vareša i obuhvata planine Romaniju, Ozren i Zvijezdu. Nadmorske visine se kreću prosječno oko 850 m, maksimalno do 1400 m.				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Trijas (T ₁) – pješčari, konglomerati; (T ₂) – bankoviti dolomiti, dolomit. krečnjaci i krečnjaci; (T ₂ ¹) – krečnjaci; (T ₂ ²) – krečnjaci, rožnaci; (T _{2,3} , T ₃) – krečnjaci; (J _{2,3}) – dijabaz – rožn. formacija; J ₃ -krečnjaci; Jura – kreda (J,K) – laporci, alevroliti, laporoviti krečnjaci; K ₁ i K ₂ ^{1,2} -krečnjaci			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	T ₂ , T ₂ ¹ , T _{2,3} , T ₃ , J ₃ , K ₁ i K ₂ ^{1,2} – krečnjaci i dolomiti (K); Hidrodinamičke osobine: S			
	Procjena dubina do nivoa PV	Prosječno oko 250 m, maksimalno do 500 m (nivo pouzdanosti: GP)			
	Hidrogeološki parametri	N/A			
	Opiti trasiranja	Izvršeni u koritu rijeke Suhe; ponorima R. Malinovac, Rakitine njive, Bogodol, Mramorovi, pećini Bijambara i na Glasinačkom polju; brzine – v =0.002 - 1 m/s			
	Pravci toka PV	Od ponora ka vrelima Izron, Zeleni Vir, Očevija (JZ – SI) i vrelima Bioštica i Orlje (JI – SZ)			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Zemljišni pokrivač 1-5 m, epikarst			
	Debljina	N/A			
	% otkrivenosti VT	85% (nivo pouzdanosti: GP)			
Prihranjivanje	Glavni izvori prihranjivanja	R, Sn, (PŠV)			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	50% R (nivo pouzdanosti: GP)			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Bioštica (Q _{min} = 700 l/s), Stupčanica(Q _{min} = 40 l/s) Izron – Suha (Q _{min} = 160 l/s) Vrelo Zeleni vir (N/A) Ribnjak (Q = 25 – 45 l/s); Perila (Q = 10 l/s); Ljubine (Q = 8 – 12 l/s) Vrelo Orlje (Q = 303 – 620 l/s) Izvor Sokoline (Q _{min} = 4.5 l/s) Vrelo Očevija (Q _{min} = 40 l/s)			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	Kaptirani izvori sa ukupnim prosječnim kapacitetom Q = 400 l/s			
	Bilansne rezerve PV	1.5 m ³ /s			
Povezanost pod. i pov. voda	Slaba do srednja; ograničeno prisustvo površinskih voda; drenažna mreža slabo razvijena; prisutno poniranje površinskih tokova .				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	HCO ₃ – Ca			
	Zone sanitarne zašt.	Uspostavljene za kaptaže Izron i Sokolina, predloženi za vrelo Bioštica			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednje do visok stepen ranjivosti (89,97%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Ne postoje		
		Difuzni	Krčenje šuma; naselje Vukinjača; Putna mreža; poljoprivreda i uzgoj stoke		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (95,83%); Tačkasti: Mali rizik			
Status PV	Kvalitet	Nije pod pritiskom			
	Kvantitet	Nije pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživači i operativni			
	Kvantitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i operativni			
Zavisni ekosistem od PV		Spomenici prirode Skakav, Tajan; Zaštićeni pejzaž Bijambare			

Generalna ocjena svih podataka (nivo pouzdanosti): Nesigurno

Literatura: Karakterizacijski izveštaji za sliv rijeke Save i Bosne i dostupna geol. i hg literatura

Aneks XIV Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda - Gornji sliv Gostilje i Spreče

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Bosna	Gornji sliv Gostilje i Spriječe		BA_BO_GW_K_3	IE
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	159,9 (91,31 FBiH)		Alogena (km ²)	1,7 (1,7)
Topografija i geografski opis	GVT se nalazi između Konjuha na zapadu i Borogova na istoku, na jugu obuhvata sjeverne obronke Javornika, na sjeveru je granica dolina rijeke Spreče. Nadmor.vis. 300 - 1280 m.n.v				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Trijas (T ₁) – verfenski slojevi; (T ₂) – krečnjaci; Trijas (T _{2,3}) – sprudni krečnjaci; Jura (J _{2,3}) –jurski ofiolitski melanž; Kreda (K ₂) – krečnjaci, laporoviti krečnjaci; Pliocen – kvartar (Pl, Q) – pijeskovi, šljunkovi, dijeluvijalno – proluvijalni sedimenti			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	Trijas (T _{2,3} , T ₂) i Kreda (K ²)– krečnjaci; Hidrodinamičke osobine: S			
	Procjena dubina do nivoa PV	Prosječno oko 150 m, maksimalno do 500 m (nivo pouzdanosti: GP)			
	Hidrogeološki parametri	α = 0.019 – 0.028			
	Opiti trasiranja	Izvršeni su ponorskim zonama u dolini potoka Krabašnica, Dubokog Potoka, u slivu rijeke Zatoče, pećine Godijelj; v = 0.0017 – 0.0025 m/s			
	Pravci toka PV	Pretpostavljeni pravci kretanja podzemnih voda su ka SI i SZ i JI - SZ			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Uglavnom zemljani sloj (humusni pokrivač)			
	Debljina	1-5 m			
	% otkrivenosti VT	85% (nivo sigurnosti: N)			
Prihranjivanje	Glavni izvori prihranjivanja	R, PVŠ			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	45% R (nivo sigurnosti: GP)			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Teravčica (Q = 20 -600 l/s); Zatoče (Q = 60 l/s); izvor Sedam vrela (Q _{min} = 70 l/s, Q _{max} = 200 l/s); Mala Spriječa (Q _{min} = 10 l/s); Bunareva (Q _{min} = 7 l/s); Krš (Q _{min} = 8 l/s); Zlaća (Q _{min} = 7 l/s); Vrelo Krabašnica (Q = 10 – 150 l/s); Toplice (Q _{min} /Q _{max} = 160/250 l/s)			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	Q = 500 l/s			
	Bilansne rezerve PV	Q = 1800 l/s			
Povezanost pod. i pov. voda	Slaba do srednja. Ograničeno prisustvo u istočnim dijelovima GVT (12c, 12d, 12e). Drenaža dosta razvijenija na zapadnu GVT (12a)				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	Nema podataka o koncentracijama glavnih jona; potvrđena hem. i bakteriološka ispravnost svih kaptiranih vrela, osim na vrelo Krabašnice gdje je utvrđeno prisustvo <i>Eschericia coli</i>			
	Zone sanitarne zašt.	Nisu uspostavljene			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednji stepen r. (52,82%) Srednje do visok stepen ranjivosti (47,11%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Deponija; kamenolom “Hrastić”; Hotel “Toplice”		
		Difuzni	Eksploatacija šuma; stanovništvo; površinski tokovi		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (87,84%); Tačkasti: Praktično bez rizika			
Status PV	Kvalitet	Nije pod pritiskom			
	Kvantitet	Nije pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i operativni			
	Kvantitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i operativni			
Zavisni ekosistem od PV		Značajniji riječni tokovi: Gostilja, Spreča; Zaštićeni pejzaž Konjuh			

Generalna ocjena svih podataka (nivo pouzdanosti): Nesigurno

Literatura: Karakterizacijski izveštaji za sliv rijeke Save i Bosne i dostupna geol. i hg literatura

Aneks XV Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda – Stanarski basen

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Bosna	Stanarski basen		BA_BO_GW_I_3	IE
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	151,7 (21,68 FBiH)		Alogena (km ²)	0
Topografija i geografski opis	Reljef je dominantno brdski; blago zatalasane padine između riječnih dolina Usore, Male Ukrine, Radnje i Ilove sa nadmorskom visinom od 150 do 330 m				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Kvartarni sedimenti – dominantno rječne terase (t ₁ i t ₂): Pliocenski sediment podijeljeni u pet paketa, od koji su četiri pjeskovito-šljunkovita (¹ Pl ₁ , ³ Pl ₂ , ⁴ Pl ₃ i ⁵ Pl ₁) dok drugi paket (² Pl ₁) predstavlja ugljonosni sloj. Podinu pliocenskim sedimentima čine uglavnom minocenske naslage (M _{1,2} , M ₃ ¹ , M ₃ ²) i mezozojski sedimenti (jurska sedimentno-vulkanogena formacija)			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	¹ Pl ₁ , ³ Pl ₂ , ⁴ Pl ₃ i ⁵ Pl ₁ šljunkovi i pijeskoviti sa glinama (I); Izdan u povlati uglja sa slobodnim nivoom (S), izdan u podini uglja pod pritiskom (P), izdan pod uticajem vještačkog dreniranja rudnika uglja Stanari			
	Procjena dubina do nivoa PV	U sklopu druge izdani (podina šljunkova) nivo u izdani pod pritiskom je na oko 5-6 m, a u uslovima vještačkog odvodnjavanja u području Stanara spušta se i na preko 20 m od površine terena			
	Hidrogeološki parametri	Srednje vrijednosti parametara filtracije šljunkova u podini uglja su: K=8.5x10 ⁻⁵ m/s; T=1.5x10 ⁻³ m ² /s; S=1.3x10 ⁻⁴ .			
	Opiti trasiranja	Nisu izvođeni			
	Pravci toka PV	Jedino definisani u centralnom dijelu GVT, gdje su u uslovima odvodnjavanja rudnika uglja Stanari tokovi podzemnih voda usmjereni ka vodosabirnicima i bunarima			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Povlatni sloj zbijenij izdani u šljunkovima izgrađuje ugljeni sloj. Iznad njega se nalaze pjeskoviti sedimenti prve izdani, zaglinjeni.			
	Debljina	Debljina glina, pijeskova i uglja u povalti prosječno oko 10 m, maksimalno i preko 30 m			
	% otkrivenosti VT	Oko 30% (nivo pouzdanosti : GP)			
Prihranjiv-anje	Glavni izvori prihranjivanja	Površinske vode i padavine			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	-			
Dreniranje	Dreniranje Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Dreniranje putem vodosabirnika rudnika uglja Stanari , te bunarskog sistema, prosječno zbirno oko 120 l/s			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	0.120			
	Bilansne rezerve PV	Svega 40 l/s, zbog neistraženosti, Procjena je preko 300 l/s			
Povezanost pod. i pov. voda	Postoji povezanost pjeksovitih sedimenata u povati uglja sa manjim površinskim tokovima				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	HCO ₃ -Na-Ca			
	Zone sanitarne zašt.	-			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednji stepen ranjivosti (91,79%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Rudnik i TE stanari		
		Difuzni	Otpadne vode iz domaćinstava; manje divlje deponije		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (78,12%); Tačkasti: Srednji rizik			
Status PV	Kvalitet	Potencijalno pod pritiskom			
	Kvantitet	Potencijalno pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeći: Istraživački / Predloženi: Istraživački i operativni			
	Kvantitativni	Postojeći: Istraživački / Predloženi: Nadzorni			

Generalna ocjena svih podataka (nivo sigurnosti): Vjerovatno

Literatura: OGK 1:100000, listovi Doboj i Derвента

Aneks XVI Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda - Tuzlansko – Sprečko polje

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Bosna	Tuzlansko – Spriječko polje		BA_BO_GW_I_1	IE
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	447,7 (412,45 FBiH)		Alogena (km ²)	20,5 (20,5)
Topografija i geografski opis	GVT se prostire pravcem Kalesije grad – Živinice – Tuzla – Gračanica i prostire se pravcem JI – SZ. Nadmorske visine se kreću do 200 m.				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Jura (J _{2,3}) – ofiolitski melanž; Kreda (K ₂) - kriječnjaci, Miocen (M) – laporci i pješčari; Pliocen (Pl) – lapori, pijeskovi, gline, slojevi uglja; Paleocen – eocen (Pc, E) – krečnjaci; Paleogen (Pg) – krečnjaci Kvartar (Q) – gline, laporovite gline			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	Pl, Q – pijeskovi (I); Hidrodinamičke osobine: S, PP			
	Procjena dubina do nivoa PV	Od 3 do 60 m; pijezometarski nivo je na kotama 210 – 220 m.n.v.			
	Hidrogeološki parametri	K = 0.64 x 10 ⁻³ – 1 x 10 ⁻⁷ m/s; T = 3.25 x 10 ⁻² - 7.2 x 10 ⁻⁴ m ² /s; μ = 6.28 x 10 ⁻³ ; a = 2.42 x 10 ⁻¹ m ² /s			
	Opiti trasiranja	N/A			
	Pravci toka PV	Generalni pravac toka prati slivno područje pravcem S – J			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Sedimenti srednjeg miocjena – badena; Q – gline, laporovite gline			
	Debljina	Od 1 do 5 m (nivo pouzdanosti: GP)			
	% otkrivenosti VT	100%			
Prihranjivanje	Glavni izvori prihranjivanja	R, PVŠ			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	15%R (nivo pouzdanosti: GP)			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Nema izvora (samo eksploatacija bunarima u sklopu stijena sa karstno-pukotinskom poroznošću) Q = 20 – 25 l/s			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	Q = 417 l/s			
	Bilansne rezerve PV	Q ~ 530 l/s			
Povezanost pod. i pov. voda	Visoka; dobra razvijenost riječne mreže na području celog VT				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	Nema podataka o koncentraciji glavnih jona; potvrđena koncentracija Fe i Mn iznad MDK, kao i prisustvo bakterija			
	Zone sanitarne zašt.	Uspostavljene samo u okviru izvorišta za vodosnabdijevanje Gračanice			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednji stepen r. (52,27%),Srednje do visok stepen ranjivosti (41,81%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Drvena industrija;		
		Difuzni	Poljoprivreda; uzgoj stoke; potoci; otpadne vode; stanovništvo; kanalizaciona mreža;		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (60,69%); Tačkasti: Veoma veliki rizik			
Status PV	Kvalitet	Uslovno pod pritiskom			
	Kvantitet	Uslovno pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i operativni			
	Kvantitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i operativni			
Zavisni ekosistem od PV		Značajniji površinski tokovi: r. Spreča, Gostilja, Jablanica, Oskova			

Generalna ocjena svih podataka (nivo pouzdanosti): Nesigurno

Literatura: Karakterizacijski izveštaji za sliv rijeke Save i Bosne i dostupna geol. i hg literatura

Aneks XVII Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda - Vlašić – Plava voda

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Bosna	Vlašić – Plava voda		BA_BO_GW_K_4	I
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	157,13		Alogena (km ²)	15,1
Topografija i geografski opis	VT je locirano u zapadnom dijelu sliva rijeke Bosne, ograničeno vododjelnicom Bosne i Une. Nadmorske visine dostižu 1930 m.n.v.				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Devon (D)-krečnjaci; Permotrijas (P, T) – alevroliti, pješčari; Trijas (T ₂ ¹) – krečnjaci, dolomiti; Kreda (K ₁ , K _{1,2}) – krečnjaci; (K ₂) – fliš; Miocen (M ₃ ¹ , M ₃ ²) - laporci, pješčari, konglomerati , gline, krečnjaci			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	(J ₃ , K ₁ , K _{1,2}) – krečnjaci (K); Hidrodinamičke osobine: Slobodan nivo			
	Procjena dubina do nivoa PV	Maksimalni NPV > 750 m dubine (nivo pouzdanosti: GP)			
	Hidrogeološki parametri	α = 0.006 – 0.0097			
	Opiti trasiranja	Ponor u području Vitovlja, dokazana veza sa vreloom Šantići u selu Čosići			
	Pravci toka PV	Pretpostavljeni pravci tečenja PV SZ - JI			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Uglavnom zemljišni pokrivač			
	Debljina	1-5 m			
	% otkrivenosti VT	85% (nivo pouzdanosti: GP)			
Prihranjivanje	Glavni izvori prihranjivanja	R, Sn			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	55% R (nivo pouzdanosti: GP)			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Plava voda (Q _{min} = 400 l/s); Baš bunar (Q _{min} = 120 l/s); Šantića vrelo (Q _{min} = 120 l/s); Rostovo – Krušnica (Q _{min} = 320 l/s)			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	Q = 490 l/s			
	Bilansne rezerve PV	Q = 1800 l/s			
Povezanost pod. i pov. voda	Slaba; ograničeno prisustvo površinskih tokova; rječna mreža izuzetno slabo razvijena (praktično ne postoji)				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	Nema podataka			
	Zone sanitarne zašt.	Nisu uspostavljene / Predložene 3 zone sanitarne zaštite			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednje do visok stepen ranjivosti (91,30%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Nema podataka		
		Difuzni	Turistički kompleksi na planini Vlašić; Eksploatacija šumskih resursa		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (94,46%); Tačkasti: Umjereni rizik			
Status PV	Kvalitet	Nije pod pritiskom			
	Kvantitet	Nije pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeće: Neadekvatno / Predloženo: Istraživački i operativni			
	Kvantitativni	Postojeće: Neadekvatno / Predloženo: Istraživački i operativni			
Zavisni ekosistem od PV		Riječni tokovi Bile i Lašve			

Generalna ocjena svih podataka (nivo pouzdanosti): Nesigurno

Literatura: Karakterizacijski izveštaji za sliv rijeke Save i Bosne i dostupna geol. i hg literatura

Aneks XVIII Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda Drinjača

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Drina	Drinjača		BA_DR_GW_K_4	IE
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	235,45 (52,15 FBiH)		Alogena (km ²)	23,5 (13,3)
Topografija i geografski opis	U centralnim i jugozapadnim dijelovima terena koje obuhvata GVT reljef je brdsko-planinskog tipa (planine Javornik, Udrč, Glogova planina, Grkinja), dok se u sjevernim dijelovima, kao i u dolinama većih riječnih tokova javlja prelaz ka brdskom tipu				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Karbon (C ₂) - krečnjaci; Trijas (T ₂ ¹ I T ₂ ²) – krečnjaci; Kreda (K ₂) – krečnjaci; Miocen (M ₂ ²) – laporovite gline, pješčari, organogeni krečnjaci; Kvartar (Q) – eluvijum, dijeluvijum, aluvijum			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	T ₂ ¹ i T ₂ ² , K ₂ , – kriječnjaci; Hidrodinamičke osobine: S, K			
	Procjena dubineNPV	Do maksimalno 300-400 m dubine			
	Hidrogeološki parametri	N/A			
	Opiti trasiranja	N/A			
	Pravci toka PV	Generalna orijentacija je pravcem SZ – JI I J-S			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Zemljišni pokrivač			
	Debljina	1-5 m			
	% otkrivenosti VT	85%			
Prihranjiv-anje	Glavni izvori prihranjivanja	R, Sn			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	N/A			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Potpauč (Q = 60 l/s), Bjelašnica (Q _{sr} = 120 l/s), izvor Kulješin (Q = 25 l/s), Vrelo (Q = 30 l/s), Buševac (Q = 11 l/s), Begova voda (Q = 48 l/s), Gluha Bukovica i Dobre vode (Q = 11 l/s), izvorište Koturača (Q = 11 l/s), Tupanarske česme (Q _{sr} =5 l/s), Sučani (Q _{sr} =5 l/s), Đevanje (Q _{min} =13 l/s) i Sopotnik (Q _{min} =15 l/s), Banjica (Q _{min} =15 l/s)			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	Oko 0.055 m ³ /s na teritoriji Republike Srpske, FBiH nepoznato			
	Bilansne rezerve PV	FBiH: Q = 40 l/s (Teočak + Sapna), RS: Q = 40 l/s (Banjica, Sopotnik, Đevanje); Total: ~ 300 l/s			
Povezanost pod. i pov. voda	Slaba do srednja; relativno razvijena riječna mreža na području VT.				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	HCO ₃ -Ca i HCO ₃ -Ca-Mg			
	Zone sanitarne zašt.	Postoje za vrela Banjica (punionica vode Vivia), Sopotnik i Đevanje (vodosnabdjevanje opštine Zvornik)			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednji stepen r. (46,65%); Srednje do visok stepen ranjivosti (47,21%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	N/A		
		Difuzni	Neadekvatna kanalizaciona mreža; putna mreža; otpadne vode;		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (85,52%); Tačkasti: Praktično bez rizika			
Status PV	Kvalitet	Nije pod pritiskom			
	Kvantitet	Nije pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i operativni			
	Kvantitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i operativni			
Zavisni ekosistem od PV		Značajniji površinski tokovi: Drinjača; Zaštićeni pejzaž Konjuh			

Generalna ocjena svih podataka (nivo pouzdanosti): Nesigurno

Literatura: Karakterizacijski izveštaji za sliv rijeke Save i Drine) i dostupna geol. i hg literatura

Aneks XIX Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda Romanija-Devetak

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Drina	Romanija-Devetak		BA_DR_GW_K_3	IE/TBA
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	1228,5 (37,8 FBiH)		Alogena (km ²)	109 (0)
Topografija i geografski opis	Planinski predjeli Romanije, Devetaka, Sjemeća i Javora. Obuhvataju istočni dio Republike Srpske, odnosno BiH. Na istoku je GVTPV ograničena rijekom Drinom (ujedno državna granica sa Srbijom), na zapadu razvođem sa slivom rijeke Bosne.				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Srednji trijas (T ₂ , ili podjeljeno na anizik-T ₂ ¹ i ladinik-T ₂ ²), srednji i gornji trijas (T _{2,3}) rjeđe gornjetrijaski krečnjaci (T ₃), karbonski (C _{1,2}), permotrijaski (P,T) i verfenski (T ₁) klastiti, jurska sedimentno-vulkanogena formacija (J), samo u području rogatičkog basena klastične naslage sa ugljem su miocenske starosti (M _{1,2})			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	T ₂ ¹ , T ₂ ² , T _{2,3} i T ₃ krečnjaci (K); Hidrodinamičke osbine (S)			
	Procjena dubina do nivoa PV	Nivoi do 100 m uglavnom ograničeni na manje zone neposredno uz vrela. Uslijed velike inklinacije terena dubine od 100 m do 700 m			
	Hidrogeološki parametri	K=0.0042-0.0076 za vrela na kojima je koeficijent recesije definisan (Žepa, Toplik, Tišča i dr.). Maksimalne vrijednosti su svakako i veće od 0.01.			
	Opiti trasiranja	Dokazane podzemne veze: ponor Luke-vrelo Bereg; Partizan polje-Studeni Jadar; Plane-Žepa; Rešetnica-Banja stijena; Staniševac-Dobrunska vrela			
	Pravci toka PV	U južnom dijelu S-J; u sjeverno dijelu J-S; u centralnom dijelu Z-I			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Uglavnom se sastoji od zemljišnog pokrivača			
	Debljina	Debljina uglavnom do 2, izuzetno do 5m			
	% otkrivenosti VT	90% (nivo pouzdanosti: GP)			
Prihranjivanje	Glavni izvori prihranjivanja	Padavine (950 do 1820 mm/god)			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	Uglavnom od 40-55% padavina ili 639x10 ⁶ m ³ /god) (nivo pouzdanosti: GP)			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Štedrovo vrelo 36/-/-, Jama 5/35/-, Odžak 400/-/-, Kraljeva voda -/10/-, Vidovića vrelo 5/-/-, Nikolina voda 10/60/235, Stari Brod 300/-/-, Bereg 240/-/-, Rakitnica 140/-/-, Seljani 7/30/62, Toplik 20/100/-, Ziličina 40/-/- Međeđa 140/-/-, Banja stijena 1250/-/-, Karačići 400/-/-, Tišča 400/-/3950, Žepa 1350/-/-, Grabovica -/30/-, Dobrunska vrela 42/70/120			
	Pros. ekspl. (m ³ /s)	0.500			
	Bilansne rezerve PV	4.8 m ³ /s (GP)			
Povezanost pod. i pov. voda	Slaba do srednja; ograničeno prisustvo površinskih voda				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	HCO ₃ – Ca ili HCO ₃ – Ca – Mg			
	Zone sanitarne zašt.	Uspostavljene za vrela Ziličina i Seljani (Rogatica), Tišču i Vidovića vrelo (Vlasenica), Gerušu (Sokolac), Nikolinu vodu i Jamu (Milići)			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednje do visok stepen ranjivosti (63,29%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Farme, drvoprerađivačka industrija, kanalizacija		
		Difuzni	Otpadne vode iz domaćinstava; eksploatacija šume		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (87,66%); Tačkasti: Umjereni rizik			
Status PV	Kvalitet	Nije pod pritiskom			
	Kvantitet	Nije pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i operativni			
	Kvantitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Nadzorni			
Zavisni ekosistem od PV		Ne			

Generalna ocjena svih podataka (nivo sigurnosti): Vjerovatno Literatura: OGK listovi Gacko i Foča i dostup liter.

Aneks XX Opis grupe vodnih tijela podzemnih voda **Posavina**

Glavni sliv	Podsliv	Naziv grupe podzemnog VT		Kod	Tip PVT
Sava	Neposredni sliv Save	Posavina		BA_SA_GW_I_1	IE/TBA
Površina (km ²)	Autogena (km ²)	1495,6 (366,1 FBiH)		Alogena (km ²)	0
Topografija i geografski opis	GVT se prostire od Dervente (Z) do područja Dragaljevca (I) i od državne granice BiH i Hrvatske (S), do područja Zavidovića i Teslića (J). Nadmorske visine maksimalno do 230 m				
Geologija vodnih tijela	Geološke karakteristike	Jura (J _{2,3}) – dijabaz – rožnačka formacija; Jura - Kreda (J,K) – konglomerati, pješčari, breče, laporci, masivni krečnjaci, serpentiniti; Kreda (K ₂ ³) – brečasti, laporoviti krečnjaci, pješčari; Paleocen – eocen (Pc, E) – krečnjaci; Miocen (M ₂ M ₃) – glina, laporci, ugalj; Eocen (E ₃) – fliš Pliocen (Pl) – pijeskovi, gline, pljunak, konglomerati, pješčari, laporci; Kvartar (Q) – aluvijum			
	HG jedinice – VT (K, I, P, S)	J,K; Pc; M ₂ ; –(baden, sarmat) - masivni krečnjaci (K); Pl, Q; Q – aluvijum (I); Hidrodinamičke osobine: S, PP			
	Procjena dubina do nivoa PV	Od 2 do 80 m dubine (aluvijum); pros. debljina krečnjaka je 150m			
	Hidrogeološki parametri	K =5.4 x 10 ⁻⁵ – 1 x 10 ⁻² m; T = 1 x 10 ⁻³ – 3.45 x 10 ⁻¹ m ² /s			
	Opiti trasiranja	Nema podataka o izvedenim opitima trasiranja			
	Pravci toka PV	Određivanje toka podzemnih voda je bazirano na analizi uslova prihranjivanja; Gen. orijentacija je JZ – SI, ka Savi i pravcem J - S			
Povlatni sloj	Litološke karakteristike	Gline (Q); Acl			
	Debljina	1 – 5 m			
	% otkrivenosti VT				
Prihranjivanje	Glavni izvori prihranjivanja	P, PVŠ			
	Procijenjena količina prihr. od padavina	Oko 10-15% od padavina (nivo pouzdanosti: GP)			
Dreniranje	Veći izvori Q _{min} /Q/Q _{max} (l/s)	Izvori u Brnjiku (Q _{max} = 25 l/s); na području Frutex (Q = 14 l/s) Izvor Q = 2.5 l/s; Domažić, Štrepci – Donji Zovik; ekspl. bunarima			
	Prosječna eksploatacija (m ³ /s)	1 m ³ /s			
	Bilansne rezerve PV	> 2.5 m ³ /s			
Povezanost pod. i pov. voda	Srednja do veoma intenzivna. Jako dobra razvijenost drenažne mreže na rječna prostoru GVT. Prisutan paralelan i dendritičan tip drenaže.				
Kvalitet vode	Hemijski sastav	Nema podataka o glavnim jonima; potvrđeno je prisustvo povećane elektroprovodljivosti i povećane koncentracije mangana, nitrita i derivata nafte, koliformnih bakterija, amonijaka i gvožđa			
	Zone sanitarne zašt.	Uspostavljene za Misuriće, Jelah, Havdine, Kraševo i Okanović – Gra.			
Ranjivost i rizici	Prirodna ranjivost	Srednje do visok stepen ranjivosti (96,97%)			
	Procjena pritiska na podzemne vode	Tačkasti	Deponije; šljunkare; benzinske stanice Industrija; štale; groblje; autoperionica		
		Difuzni	Otpadne vode iz domaćinstava i industrije; putna mreža; poljoprivreda		
	Procjena rizika	Difuzni: Umjereni (40,09%); Tačkasti: Veliki rizik			
Status PV	Kvalitet	Uslovno pod pritiskom			
	Kvantitet	Potencijalno pod pritiskom			
Monitoring	Kvalitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i operativni			
	Kvantitativni	Postojeći: Neadekvatan / Predloženi: Istraživački i operativni			
Zavisni ekosistem od PV		Značajniji riječni tokovi: Sava, Bosna. Ukrina. Lomnica itd.			

Generalna ocjena svih podataka (nivo pouzdanosti): **Grubo Procijenjeno**

Literatura: Karakterizacijski izveštaji za sliv rijeke Save i Bosne i dostupna geol. i hg literatura