

# Izrada Studije za Uspostavu Prekograničnih Zona Sanitarne Zaštite Izvorišta Klokot (Bihać)

## FINALNI IZVJEŠTAJ



Zürich, 09.09.2020

**HOLINGER AG**

Neugasse 136, CH-8005 Zurich

Phone: +41 44 288 81 00

zuerich@holinger.com

Verzija	Datum	Odgovoran	Kontrola	Distribucija
1	09.09.2020	HOLINGER / UNA Consulting / Hi- droinzenjering	Philipp Derungs	Sudionici u projektu

Izrada Studije za uspostavu prekograničnih zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot

## TABLICA SADRŽAJA:

<b>1</b>	<b>IZVRŠNI SAŽETAK</b>	<b>8</b>
1.1	UVOD	8
1.2	TEHNIČKI OPIS VODOZAHVATA NA IZVORIŠTU KLOKOT	9
1.3	PODRUČJE SLIVA I ZAŠTIĆENE ZONE	10
1.3.1	Geološke i hidrogeološke značajke slivnoga područja	10
1.3.2	Hidrogeološke značajke sliva	10
1.3.3	Prikaz izvedenih trasiranja	10
1.3.4	Definiranje hidrogeološkoga sliva izvora Klokot i Privilica	11
1.3.5	Prijedlog granica zona sanitarne zaštite	11
1.4	GIS I KARTIRANJE	16
1.5	PRAVNI OKVIR	17
1.6	KVALITETA VODE KLOKOT	19
1.7	ZAGAĐIVAČI U SLIVU IZVORIŠTA KLOKOT	22
1.8	VEGETACIONE KARAKTERISTIKE SLIVA	24
1.9	KARAKTERISTIKE EROZIJSKIH PROCESA U SLIVNOM PODRUČJU IZVORIŠTA KLOKOT	25
1.10	KARTE RANJIVOSTI I RIZIKA OD ONEČIŠĆENJA	26
1.11	PRIJEDLOG MJERA ZA OSIGURAVANJE KVALITETA VODE	27
1.11.1	Općenito	27
1.11.2	Predložene mjere unaprijeđenja za identifikaciju zagađivača	27
1.11.3	Mjere u okviru sveobuhvatnog pristupa zaštite	32
<b>2</b>	<b>UVOD</b>	<b>35</b>
2.1	POZADINA PROJEKTA	35
2.2	UPRAVLJANJE PROJEKTOM I KONSULTANTSKI TIM	36
2.3	KONCEPT IMPLEMENTACIJE	38
<b>3</b>	<b>TEHNIČKI OPIS VODOZAHVATA</b>	<b>39</b>
3.1	VODOZAHVAT NA IZVORIŠTU KLOKOT	39
3.2	SPELEOLOŠKI OBJEKTI U BLIŽEM PROSTORU IZVORIŠTA KLOKOT	42
<b>4</b>	<b>SLIV I ZONE ZAŠTITE</b>	<b>44</b>
4.1	GEOLOŠKE ZNAČAJKE STIJENA	44
4.2	TEKTONSKI SKLOP TERENA	46
4.3	HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE SLIVA	49
4.3.1	Hidrogeološke vrste stijena	49
4.3.2	Hidrogeološke funkcije terena	52
4.4	PRIKAZ IZVEDENIH TRASIRANJA	53
4.4.1	Izvedena trasiranja u razdoblju od 1968.- 2020. godine	53

4.4.2	Izračun pronosa trasera	59
4.5	DEFINIRANJE HIDROGEOLOŠKOG SLIVA IZVORA KLOKOT I PRIVILICA	60
4.6	HIIDROLOŠKE ZNAČAJKE	63
4.6.1	Osvrt na prethodnu obradu u elaboratu projekat zaštite izvorišta Klokot i Privilica općina Bihac	63
4.6.2	Obrada hidroloških motrenja i mjerenja na vodotoku klokot	73
4.6.3	Nadopunjavanje nizova protoka na vodotoku Klokot u profilu Klokot	74
4.7	PRIJEDLOG GRANICA ZONA SANITARNE ZAŠTITE	98
4.7.1	Zona strogog režima zaštite– I zona	99
4.7.2	Zona strogih ograničenja – II zona	101
4.7.3	Zona ograničenja i kontrole – III zona	102
4.7.4	Zona ograničene zaštite – IV zona	103
4.7.5	Zone ograničenja na području nacionalnog parka plitvička jezera	103
<b>5</b>	<b>GIS I KARTIRANJE</b>	<b>105</b>
5.1	RADNA GIS BAZA PODATAKA	105
5.2	KREIRANJE STANDARNE GEOBAZE	107
<b>6</b>	<b>PRAVNI OKVIR</b>	<b>110</b>
6.1	OSNOVNI PODACI I PREGLED POSTOJECIH PRAVNIH AKATA	110
6.2	PRIJEDLOG ZA IZRADU SUSTAVA ZAŠTITE I METODA ISTRAŽIVANJA ZA ZAŠTITU KRŠKIH VODONOSNIKA U GRANIČNIM PODRUČJIMA RH I BIH	110
6.3	PREGLED I ANALIZA POSTOJEĆEG PRAVNOG OKVIRA	111
6.3.1	Zakoni	111
6.3.2	Podzakonska regulativa	111
6.3.3	Izdvojena regulativa	112
6.3.4	Rezultati provedene analize postojećih propisa i mjere unapređenja	112
6.3.5	Kontrola kvalitete vode na izvorištu	113
6.3.6	Izrađeni i unaprjeđeni dokumenti	113
6.4	ZAKLJUČCI I PREPORUKE	115
<b>7</b>	<b>KVALITETA VODE IZVORA NA IZVORIŠTU KLOKOT</b>	<b>117</b>
7.1	ANALIZA REZULTATA FIZIČKO-HEMIJSKE ANALIZE	118
7.1.1	Učestalo povećanje mutnoće u vodi na izvorištu Klokot	119
7.1.2	Fizičko-kemijska analiza kvaliteta vode izvorišta Klokot uspostavljenim monitoringom sa fiksno instaliranom multiprobe sondom	124
7.1.3	Analiza kvaliteta vode u pijezometrima (bušotinama) na lokaciji aerodroma Željava“	125
7.1.4	Fizičko-kemijska analiza kvaliteta vode na ponorima i vrtačama u R Hrvatskoj	129
7.2	ANALIZA REZULTATA MIKROBIOLOŠKIH PARAMETARA	130
7.2.1	Učestala prisutnost nepoželjnih bakterija u vodi	131
7.2.2	Mikrobiološka analiza kvaliteta vode na ponorima i vrtačama u R Hrvatskoj	133
7.3	NACIONALNI PARK „PLITVIČKA JEZERA “– UTICAJ NA KVALITETU VODE	



	IZVORIŠTA KLOKOT	134
7.4	USPOREDBA ANALIZE PROTOKA, POJAVE MUTNOĆE I PRISUTNOSTI BAKTERIJA U VODI IZVORIŠTA KLOKOT	134
7.4.1	Napomene vezane za kvalitetu vode:	136
7.4.2	Napomena vezane za okolnosti u kojima su se provodila projektna istraživanja	136
7.5	PREPORUKE	137
<b>8</b>	<b>IDENTIFIKACIJA ZAGAĐIVAČA I MJERE UBLAŽAVANJA</b>	<b>138</b>
8.1	OSNOVNI PODACI I ANALIZA POSTOJEĆIH PODATAKA	138
8.2	KATASTAR ZAGAĐIVAČA SA GRAFIČKIM PRIKAZOM LOKACIJA	140
8.3	OPIS ZAGAĐIVAČA NA PODRUČJU SLIVA IZVORIŠTA KLOKOT U BOSNI I HERCEGOVINI	144
8.4	OPIS ZAGAĐIVAČA U REPUBLICI HRVATSKOJ	151
8.5	PROCJENA TERETA ZAGAĐENJA U SLIVNOM PODRUČJU IZVORIŠTA KLOKOT	165
<b>9</b>	<b>VEGETACIONE KARAKTERISTIKE SLIVA</b>	<b>166</b>
9.1	ANALIZA STANJA ŠUMA I ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA U SLIVU IZVORIŠTA KLOKOT	166
9.2	ŠUME I ŠUMSKA ZEMLJIŠTA U BOSNI I HERCEGOVINI	166
9.3	ŠUME I ŠUMSKA ZEMLJIŠTA U REPUBLICI HRVATSKOJ	169
9.4	SJEČA ŠUME DUŽ GRANICE BIH I RH	171
9.5	ZAKLJUČAK	172
<b>10</b>	<b>ZNAČAJKE EROZIJSKIH PROCESA U SLIVU IZVORIŠTA KLOKOT</b>	<b>174</b>
<b>11</b>	<b>KARTE RANJIVOSTI I RIZIKA OD ONEČIŠĆENJA</b>	<b>179</b>
11.1	PRIPREMA SLOJEVA	179
11.2	DIGITALNO PROSTORNO MODELIRANJE	180
11.2.1	Ranjivost od onečišćenja	180
11.2.2	Potencijalni onečišćivači	182
11.3	ZAKLJUČAK	185
<b>12</b>	<b>PRIJEDLOG MJERA ZA OSIGURAVANJE KVALITETA VODE</b>	<b>186</b>
12.1	OPĆENITO	186
12.2	PREDLOŽENE MJERE UNAPRIJEĐENJA ZA IDENTIFIKACIJU ZAGAĐIVAČA	187
12.3	MJERE U OKVIRU SVEOBUHVATNOG PRISTUPA ZAŠTITE	194
12.3.1	Zakonodavstvo	194
12.3.2	Strategija provedbe upravljanja otpadnim vodama	195
12.3.3	Pristup sveobuhvatnog planiranja	196
12.4	MJERE KOJEG SE SADRŽAJU OPASNOSTI NA KARSTIČKOJ VODI	198
12.5	SISTEM NADZORA KVALITETE POVRŠINSKE I PODZEMNE VODE	198
12.6	ODABIR ADEKVATNOG PROČIŠĆAVANJA VODE	200
12.7	SAŽETAK PREPORUKA	201

## SKRAĆENICE:

BiH	Bosna i Hercegovina
EU	Europska Unija
FBiH	Federacija Bosne i Hercegovine
MDK	Maksimalna Dopuštena Koncentracija
NPPL	Nacionalni Park Plitvička Jezera
ES	Ekvivalent Stanovnika, jedinica koja se koristi za definiranje veličine uređaja za pročišćavanje otpadnih voda
PLNP	Nacionalni Park Plitvička Jezera (nazvan i 'NPPL': Nacionalni Park Privlice Jezera)
PPOV	Postrojenje za Prečišćavanje Otpadnih Voda
PZ	Projektni Zadatak
RH	Republika Hrvatska
UNESCO	United Nations Educational Scientific and Cultural Organization - Organizacija Ujedinjenih Nacija za Obrazovanje, Nauku i Kulturu
UF	Ultra Filtracija
SB	Svjetska Banka
WBIF	Investicijski Okvir Zapadnog Balkana
WFD	Okvirna Direktiva o Vodama (Direktiva Europske Unije)

## **PRILOGE:**

- Prilog 1. Pregledna Mapa Područja Sliva
- Prilog 2. Hidrogeološka Karta
- Prilog 3. Tabela Provedenih Provedenih Trasirarnja Podzemnih Voda
- Prilog 4. Karta Zaštitnih Zona - Općenito s Tarsiranjem
- Prilog 4.1 Karta Zaštitnih Zona - III i IV Zona
- Prilog 4.2 Karta Zaštitnih Zona – Detaljno Zona III
- Prilog 4.3. Karta Zaštitnih Zona – Detaljno Zona I: Klokot
- Prilog 4.4 Karta Zaštitnih Zona - Detaljno Zona I: Privilica
- Prilog 4.5 Karta Zaštitnih Zona – Detaljno Zona I: Vučjak
- Prilog 5. Proces Izrade Medjdrzavnih Dokumentata
- Prilog 6. Pregled i Analiza Postojeceg Zakonodano Pravnog Okvira
- Prilog 7. Usporedba Pravilnika FBiH i RH Pravni Dio
- Prilog 8. Usporedba Pravilnika FBiH i RH Tehnicki Dio
- Prilog 9. Prijedlog za izradu Pravilnik o Zast Zonama Krskih izvor BH-RH
- Prilog 10. Prijedlog za izradu Sustava Zastite Krskih Izvorista
- Prilog 11. Prijedlog za izradu Odluka o Zastiti Izvorišta RH BiH
- Prilog 12. Prijedlog za izradu Ugovor BiH-RH o Zastiti Krskih Izvorista
- Prilog 13. Tabela Rezultata Fizičko-Hemijske Analize Kvaliteta Vode Izvorišta Klokot između 2004. i 2020
- Prilog 14. Pregledna Tabela Svih Fizičko-Hemijskih Parametara čija je vrijednost veća od Maksimalno Dopuštene Koncentracije
- Prilog 15. Tabela Rezultata Mikrobiološke Analize Kvaliteta Vode Izvorušta Klokot između 2004. i 2020
- Prilog 16. Pregledna Tabela svih Mikrobioloških Parametara čija je vrijednost veća od Maksimalno Dopuštene Koncentracije
- Prilog 17. Karta potencijalnih zagađivača
- Prilog 18. Karta Prijedloga Lokacija za Oznake Zone Sanitarne Zaštite

# 1 IZVRŠNI SAŽETAK

## 1.1 UVOD

Izvori Klokot i Privilica se koriste za snabdijevanje pitkom vodom Grada Bihaća u Bosni i Hercegovini (BiH). Zaštita izvorišta je od velike važnosti za Grad Bihać. Pregledna karta u Prilogu 1 prikazuje Grad Bihać i slivno područje.

Procijenjena veličina slivnog područja Klokota i Privilice je 951.5 km<sup>2</sup>. Oko 90% slivnog područja nalazi se na teritoriji Republike Hrvatske, a samo 10% na teritoriji Bosne i Hercegovine. Nekoliko postojećih i potencijalnih zagađivača u slivnom području je predviđeno da se ukloni ili sanira.

Potreba da se zaštite izvorišta Klokot i Privilica, odnosno da se unutar slivnih područja izvorišta Klokot i Privilica uspostave zone sanitarne zaštite zona, to jest na teritorijama obje države: Republike Hrvatske i Bosne i Hercegovine. Različiti pravni okviri dviju spomenutih država moraju se uzeti u obzir radi definiranja uspostave zona sanitarne zaštite.

Cilj zadatka je pomoći Bosni i Hercegovini i Hrvatskoj da izrade Studiju zona sanitarne zaštite izvorišta (Studija), što će obezbijediti osnovu za (i) uspostavu granica slivnog područja, i (ii) preporuke za zaštitu izvorišta Klokot i Privilica.

### Ključni detalji o projektu

Ključni projektni detalji su sažeti u nastavku:

<b>Cilj projekta</b>	Cilj je izrada Studije za uspostavu prekograničnih zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot
<b>Vremenski raspored</b>	12 mjeseci (Septembar 2019 – August 2020)
<b>Partneri i sudionici u projektu</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investicijski okvir za Zapadni Balkan</li><li>• JP "Vodovod" d.o.o. Bihać</li><li>• Agencija za vodno područje rijeke Save, Hrvatske vode</li><li>• Federalno Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva</li><li>• Ministarstvo građenja, prostornog planiranja i zaštite okoliša Unsko-sanskog kantona (MGPPZO USK)</li></ul>
<b>Aktivnosti</b>	Aktivnosti pokrivaju sljedeća područja: <ul style="list-style-type: none"><li>• Slivno područje i zone zaštite</li><li>• GIS i baza podataka</li><li>• Pravni okviri</li><li>• Kvalitet vode</li><li>• Identifikacija zagađivača</li><li>• Mjere ublaživanja</li></ul>
<b>Usluge Konsultanta</b>	HOLINGER AG, Zurich UNA Consulting LLC, Bihac Hidroinženjering d.o.o, Zagreb

### Upravljanje projektom i Konsultantski tim

Konzultantski tim se sastoji od sljedećih firmi:

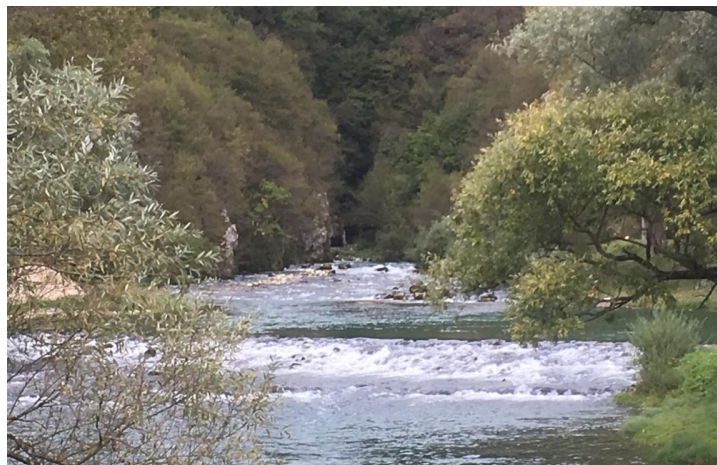
- HOLINGER AG, Ciriš, Švicarska kao vodeća kompanija, zajedno sa podkonsultantima:
- Resursni centar za vode i okoliš "Una Consulting" d.o.o., Bihać, Bosna i Hercegovina
- Hidroinženjering d.o.o., Zagreb, Croatia.

## 1.2 TEHNIČKI OPIS VODOZAHVATA NA IZVORIŠTU KLOKOT

Izvorište Klokot je najznačajnije izvorište u sistemu vodosnabdijevanja grada Bihaća. Locirano je oko 5,5 km od centra grada u pravcu sjeverozapad-zapad sa koordinatama Širina :44,824678 / Dužina:15,801834.

Vrelo Klokota izbija iz kraške pećine u podnožju Željavskog platoa, odnosno Baljevačkog polja, formirajući istoimeni vodotok koji se ulijeva u rijeku Unu. Pored glavnog izvorišta u neposrednoj blizini se nalazi i drugo vrelo Klokot 2 koje se koristi za potrebe ribnjaka.

Prema osnovnim karakteristikama izvorište Klokot predstavlja tipično kraško vrelo koje se prihranjuje iz slivnog područja izgrađenog pretežno od karbonatnih stijena sa pukotinskom i kaverozno-pukotinskom poroznošću.



*Slika: Izvorište Klokota*

Zahvat vode na izvorištu vrši se posredstvom betonskog zahvatnog objekta lociranog uz samo izvorište. Zahvatni objekat ima dva ulaza sa zaštitnim rešetkama i pločastim zatvaračima. U zahvatu se nalaze dvije komore, sabirna u kojoj se nalazi usisna korpa transportnog cjevovoda i zatvaračka komora. Kota uspora vode u zahvatnom objektu je 216,60 m n.m., što se obezbjeđuje betonskom pregradom u koritu rijeke Klokot, čija kruna je na koti 216,40 m n.m.

Zahvaćena voda se od vodozahvata gravitaciono doprema do sabirnog bazena pumpne stanice Klokot, azbest-cementnim cjevovodom (ACC) profila 1000 mm u dužini od 213 metara. Objekat pumpne stanice izveden je na lijevoj obali rijeke Klokot, nizvodno od vodozahvata. Pumpna stanica izvedena je kao čvrsti zidani objekat, a iza nje je izveden sabirni (crpni) bazen. Kota dna bazena je 214,05 m n.m. Prostor vodozahvata i pumpne stanice sa pristupnim putem se nalazi unutar ograđenog prostora.

Iz pumpne stanice voda se usmjerava u dva pravca (rezervoara). Prvim pravcem voda se sa dvije pumpe kapaciteta po 150 l/s usmjerava u rezervoar Komarac, a iz njega se dalje doprema u gradsku vodovodnu mrežu. Sa druge dvije pumpe kapaciteta po 40 l/s (radna i rezervna pumpa), voda se usmjerava prema rezervoaru Klokotska glavica, odnosno prema naseljima u sjeverozapadnom dijelu grada Bihaća. Dvije pumpe, koje su se koristile za transport vode ka vojnom kompleksu Željava više nisu u funkciji.

### 1.3 PODRUČJE SLIVA I ZAŠTIĆENE ZONE

#### 1.3.1 Geološke i hidrogeološke značajke slivnoga područja

##### Geološke značajke stijena

Šire slivno područje izvorišta Klokot i Privilica izgrađeno je od mezozojskih kenozojskih sedimenata koji se nalaze u vrlo složenim tektonskim odnosima što utječe na hidrogeološke odnose na slivu. Najstarije naslage na terenu pripadaju donjem trijasu ( $T_1$ ).

##### Tektonski sklop terena

Tektonska građa istraživanoga područja je vrlo kompleksna. Istraživano područje je velikim dijelom izgrađeno od karbonatnih stijena koje su pretrpjele značajne strukturne deformacije uslijed tektonskih pokreta tijekom geološke prošlosti. Osim ovih značajan strukturni element su rasjedi koji su granice pojedinih blokova odnosno strukturnih jedinica. Veći rasjedi i granice između strukturnih blokova imaju uglavnom dinaridsko pružanje, dok su rasjedi i rasjedne zone lokalnoga značenja u strukturnom sklopu terena različite orijentacije.

#### 1.3.2 Hidrogeološke značajke sliva

##### Hidrogeološke vrste stijena

Prema litološkom sastavu, strukturi poroznosti, međusobnom prostornom položaju izdvojenih geoloških jedinica i vodopropusnosti stijena i naslaga, izdvojene su sljedeće hidrogeološke sredine: klastične propusne naslage, klastične slabo propusne naslage, dobro propusne stijene s pukotinsko-kavernoznom poroznosti, srednje propusne stijene s pukotinskom poroznosti, slabo propusne stijene s pukotinskom poroznosti, nepropusne klastične naslage.

##### Hidrogeološke funkcije terena

Litološke osobitosti prisutnih stijena, njihove hidrogeološke značajke, strukturni odnosi, prostorni položaj, i geometrija geoloških tijela i morfologija terena uvjetuju hidrogeološku funkciju pojedinih dijelova područja. Prema ranije navedenim elementima, u razmatranom području, prikazanom na hidrogeološkoj karti, moglo se u slivnom području izvora Klokot, izdvojiti hidrogeološke barijere i propusno područje. **Hidrogeološke barijere** na istraživanom području su dijelovi terena u boranim pretežito antiklinalnim strukturama, zatim dijelovi terena građeni od nepropusnih naslaga, te regionalni reversni rasjedi za koje postoje dokazi strukturne kompresije. **Propusno područje** izgrađeno iz vapnenaca te manjim dijelom od dolomita zauzima najveću površinu u razmatranome području. U ovom izdvojenom terenu propusne, sekundarno razlomljene i okršene karbonatne stijene, bez značajnijih ograničenja propuštaju sve oborinske vode u podzemlje i omogućavaju podzemno otjecanje. To je posebno naglašeno u zonama značajnijih rasjeda i u terenu s izrazitom krškom morfologijom (ponori, jame, vrtače, ponikve). Površinskoga otjecanja nema ili su tokovi neznatne duljine postupno se gube ili izravno otječu u ponore. Sve vode koje se evaporacijom ne vrate u atmosferu vrlo brzo poniru u krško podzemlje. **Relativne barijere** zauzimaju manji dio terena unutar propusnoga područja, gdje lokalno usmjeravaju tečenje podzemnih voda.

#### 1.3.3 Prikaz izvedenih trasiranja

Od 1968. godine do danas izvršeno je niz trasiranja na slivu izvorišta Klokot i Privilica u svrhu određivanja podzemnih vodnih veza, kao i prividnih brzina tečenja podzemnih voda u slivu, radi određivanja zona zaštite navedenih izvorišta.



#### 1.3.4 Definiranje hidrogeološkoga sliva izvora Klokot i Privilica

Formiranje i kretanje vode na obrađivanom području u izravnoj je vezi s litostratigrafskom građom terena, strukturno tektonskim odnosima i hidrogeološkim svojstvima stijena. Granica zaštitnoga područja procijenjena je i označena karti zona sanitarne zaštite punom crtom na. S obzirom da je najveći dio terena izgrađen iz karbonatnih znatno okršanih naslaga, položaj ucrtane razvodnice trebao bi odgovarati zonarnoj razvodnici, gdje položaj može znatnije varirati zbog kompleksne hidrogeološke građe terena ili zbog promjena razina podzemnih voda.

Kod određivanja granice zone sanitarne zaštite odnosno utvrđivanja pripadnosti nekoj zaštitnoj zoni najpouzdanija podloga bili su rezultati trasiranja podzemnih tokova. Trasiranja podzemnih tokova posebno su značajna za razgraničenje Jadranskoga i Crnomorskog sliva na zapadnom dijelu (Krbavsko polje do Plitvica) i u području „visećega toka“ Korane. Najmanje je trasiranjem pokriveno jugoistočni dio zaštitnoga područja (između Privilice i Krbavskoga polja) gdje je moguće najveće odstupanje položaja razvodnice – granice zaštitnoga područja.

Površina sliva, čije područje gravitira izvorima uz rub Bihaćkoga polja, je 951.5 km<sup>2</sup>. Slivno područje oko Plitvičkih jezera je područje gdje je granica sliva zonarna. Vode s ovoga dijela sliva samo manjim dijelom, ali ipak, teku prema izvorištima uz rub Bihaćkoga polja. Površina ovoga dijela sliva je 218,68 km<sup>2</sup>. Dakle ukupna površina hidrogeološkoga sliva izvora Klokot i Privilica je 951,5 km<sup>2</sup>, od toga se površina od 90,5 km<sup>2</sup> nalazi u Bosni i Hercegovini dok se površina od 861 km<sup>2</sup> nalazi u Republici Hrvatskoj. Iz svega navedenoga i opisanog proizlazi da dolazi do znatnoga proširenja zaštitnoga područja u odnosu na zaštitno područje određeno Studijom iz 2004. godine.

#### 1.3.5 Prijedlog granica zona sanitarne zaštite

Prijedlog zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot i Privilica napravljen je prema prijedlogu Pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti u graničnom području Bosne i Hercegovine i Republike Hrvatske. Zone sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika sa pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti su:

- zona ograničenja – IV zona,
- zona ograničenja i nadzora – III zona,
- zona strogog ograničenja i nadzora – II zona i
- zona strogog režima zaštite i nadzora – I zona.

Zone sanitarne zaštite krških vodonosnika u graničnom području BiH i Hrvatske određuju se prema kriterijima navedenim u sljedećoj tablici 1.1:

**Tablica 1.1:** Kriteriji za određivanje zona sanitarne zaštite kršnih vodonosnika

	<b>ZAŠTITNE ZONE</b>	<b>TOK PODZEMNE VODE PREMA OBJEKTIMA CRPILIŠTA</b>	<b>PRIVIDNA BRZINA PODZEMNE VODE U cm/s</b>	<b>POTREBNE HIDROGEOLOŠKE PODLOGE</b>
ZONA STROGOG REŽIMA ZAŠTITE I NADZORA	I A	NEPOSREDNO PODRUČJE CRPILIŠTA	MORA BITI OGRAĐENO	MJERILO 1:1.000
	I B	NEPOSREDNI POVRŠINSKI SLIV (površinsko naplavno područje oko izvorišta)	MORA BITI OZNAČENO	MJERILO 1:1.000
ZONA STROGOG OGRANIČENJA I NADZORA	II	24 SATA	ZONA ISTJECANJA SLIVA > 3 cm/s	MJERILO 1:25.000
ZONA OGRANIČENJA I NADZORA	III	1-10 DANA	1-3 cm/s PRETPOSTAVLJENA RETENCIJSKA ZONA	MJERILO 1:50.000
ZONA OGRANIČENJA	IV	10-50 DANA	< 1 cm/s	MJERILO 1:50.000

#### **Zona strogog režima zaštite i nadzora – I zona**

Granice zone strogog režima zaštite i nadzora – I zone propisane su člankom 20 Pravilnika. Područje I A zone sanitarne zaštite izvorišta Klokot obuhvaća teren na kojemu se nalazi pumpna stanica Klokot, te pojas uz lijevu obalu rijeke Klokot uzvodno do vodozahvata. I A zaštitna zona izvora Privilica obuhvaća prostor na kojemu se nalazi kaptaža i drugi objekti potrebni za zahvat i transport vode iz izvora u vodoopskrbni sustav. Pored izvorišta Klokot i Privilica. IA zaštitnom zonom štiti se i utvrđeni ponor na lokalitetu deponije Vučjak. Područje I B zaštitne zone izvora Klokot i Privilica proteže se od granice I A zone i obuhvaća neposredni površinski sliv oko izvora, odnosno površinsko naplavno područje oko izvora.

#### **Zona strogih ograničenja – II zona**

Pri određivanju granice II zone na slivu izvorišta Klokot i Privilica primijenjen je kriterij tečenja kroz vodonosnik do zahvata u trajanju od 24 sata. Osim navedenoga kriterija korišten je i kriterij za ponore i ponorne zone gdje se kaže da, ako se u granicama IV ili III zone nalaze područja sa glavnim točkama prikupljanja i otjecanja vode prema izvorištu (ponorne zone), navedene zone se svrstavaju u II zonu. Na slivu izvora Klokot i Privilica kao II zona sanitarne zaštite okontureni su ponori: ponor Prijebaj, ponor Koreničke rijeke, ponor Vidrovac.

#### **Zona ograničenja i kontrole – III Zona**

III. zona sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti obuhvaća dijelove sliva od vanjske granice II zone do granice sa koje je moguće tečenje kroz podzemlje do vodozahvata u razdoblju od 1 do 10 dana u uvjetima velikih voda, odnosno područja sa kojih su utvrđene prividne brzine podzemnih tečenja od 1 do 3 cm/s, odnosno područje koje obuhvaća pretežiti dio slivnoga područja. Vanjska granica III zaštitne zone uglavnom prati vanjsku granicu hidrogeološkog sliva izvora Klokot i Privilica, osim na južnom i jugozapadnom dijelu gdje graniči sa IV zaštitnom zonom, te u podnožju Plješivice, gdje graniči sa II zonom sanitarne zaštite.

#### **Zona ograničene zaštite – IV Zona**

Na promatranom području u IV zonu sanitarne zaštite izdvojena su područja sliva koja za sada nisu dovoljno istražena u južnom, te jugozapadnom dijelu zajedničkoga sliva izvora Klokot i Privilica.

### Zone ograničenja na području Nacionalnog parka Plitvička jezera

Prema smjernicama iz „*Plan upravljanja Nacionalnim parkom Plitvička jezera 2019. – 2028.*“ područje Nacionalnoga parka podijeljeno je u tri upravljačke zone: zona I – zona stroge zaštite, zona II – zona usmjerene zaštite, zona III – zona korištenja.

U slučaju sliva Klokota i Privilice navedeno područje, prema kriterijima za zone sanitarne zaštite, pripada u II zonu sanitarne zaštite – ponor Prijeboj i III zonu sanitarne zaštite – ostali dio nacionalnog parka, međutim za vrijeme dok se navedeno područje tretira kao zaštićeno područje u njemu se primjenjuju zone unutar Nacionalnog parka koje su strože od mjera propisanih unutar II i III zone sanitarne zaštite.

Površine koje pojedine zone sanitarne zaštite obuhvaćaju na slivu Klokota i Privilice na području Republike Hrvatske i Bosne i Hercegovine prikazane su u tablici 1.2.

**Tablica 1.2:** površine pojedinih zona sanitarne zaštite na području sliva Klokota i Privilice

	ZAŠTITNE ZONE	Površina pojedine zaštitne zone u odnosu na površinu hidrogeološkog sliva		Površina pojedine zone sanitarne zaštite u Bosni i Hercegovini		Površina pojedine zone sanitarne zaštite u Republici Hrvatskoj	
		(km <sup>2</sup> )	(%)	(km <sup>2</sup> )	(%)	(km <sup>2</sup> )	(%)
ZONA STROGOG REŽIMA ZAŠTITE	I A	0,05	0,01	0,06	100,00	-	-
	I B	0,15	0,02	0,15	100,00	-	-
ZONA STROGIH OGRANIČENJA	II	37,09	3,90	23,94	64,54	13,15	35,46
ZONA OGRANIČENJA I KONTROLE	III	842,60	88,55	66,35	7,87	776,25	92,13
ZONA OGRANIČENE ZAŠTITE	IV	71,60	7,52	-	-	71,60	100,00
NACIONALNI PARK PLITVIČKA JEZERA		218,68	22,98			218,68	100,00
		Ukupna površina hidrogeološkog sliva		Površina hidrogeološkog sliva u Bosni i Hercegovini		Površina hidrogeološkog sliva u Republici Hrvatskoj	
		(km <sup>2</sup> )	(%)	(km <sup>2</sup> )	(%)	(km <sup>2</sup> )	(%)
		951,5	100	90,5	10	861,0	90

### Sažetak hidrološke obrade motrenja i mjerenja na vodotoku Klokot

Hidrološka stanica Klokot obnovljena je 2003. godine, a dnevni podaci vodostaja i protoka objavljuju se u Godišnjacima Federalnoga hidrometeorološkog zavoda BiH od 19. 3. 2005. godine. Za ovu su obradu bili na raspolaganju podaci dnevnih vodostaja i protoka od 19. 3. 2005. do 31. 12. 2014. (s prekidom mjerenja od 5. 1. do 31. 3. 2010.).

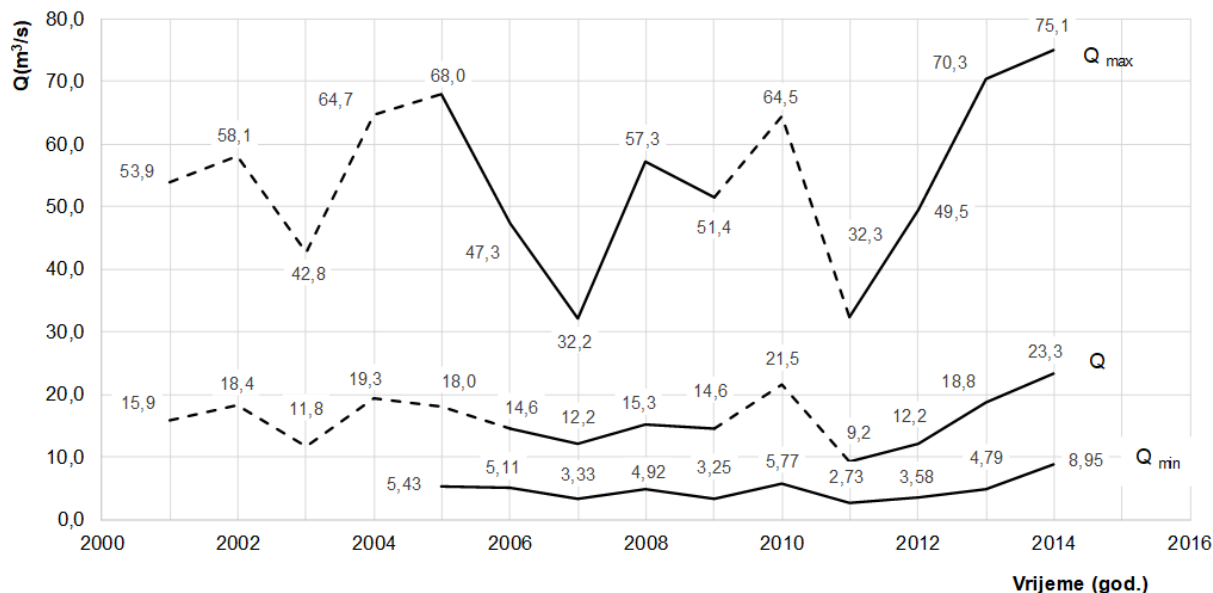
Srednji mjesečni i srednji godišnji protoci te maksimalni godišnji protoci Klokota u profilu Klokot, koji su nedostajali, definirani su odgovarajućim postupcima, opisanim i obrazloženim u poglavlju 4.3 Hidrogeološke značajke sliva. Nizove srednjih godišnjih i maksimalnih godišnjih protoka moglo se je produljiti, pa su ti nizovi definirani za razdoblje (2001.-2014.).

Utjecajni sliv Klokota do profila Klokot iznosi:  $A = 951,5 \text{ km}^2$ . Pritom se napominje da jedan, znatno manji dio voda, osim na Klokot istječe i na drugim izvorima: Privilica (iz kojega se za vodoopskrbu zahvaća 120 l/s), Žegar, Smiljanac, Duparica, Gata itd. Pritom  $A_{RH} = 861 \text{ km}^2$  ili 90 % sliva je u RH, a  $A_{BiH} = 90,5 \text{ km}^2$  ili 10 % je u BiH.

Na razmatranome slivu u RH su meteorološke stanice Korenica i Plitvička jezera, ali na njima u razdoblju (2005.-2014.) nedostaju podaci u nekoliko godina, dok na meteorološkoj stanici Bihać u BiH postoje podaci dnevnih količina oborine. Provedene analize su pokazale čvrstu korelacijsku vezu godišnjih količina oborine zabilježenih na stanici Bihać i srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot.

Na slici 1.1 prikazani su srednji  $Q$ , maksimalni  $Q_{max}$  i minimalni godišnji protoci  $Q_{min}$  Klokota u profilu Klokot u razdoblju (2001.-2014.). Crtkanom su linijom označene protoci u godinama u kojima se nadopunjavalo podatke.

**Slika 1.1** Maksimalni  $Q_{max}$ , srednji  $Q$  i minimalni  $Q_{min}$  godišnji protoci Klokota u profilu Klokot u razdoblju (2001.-2014.)

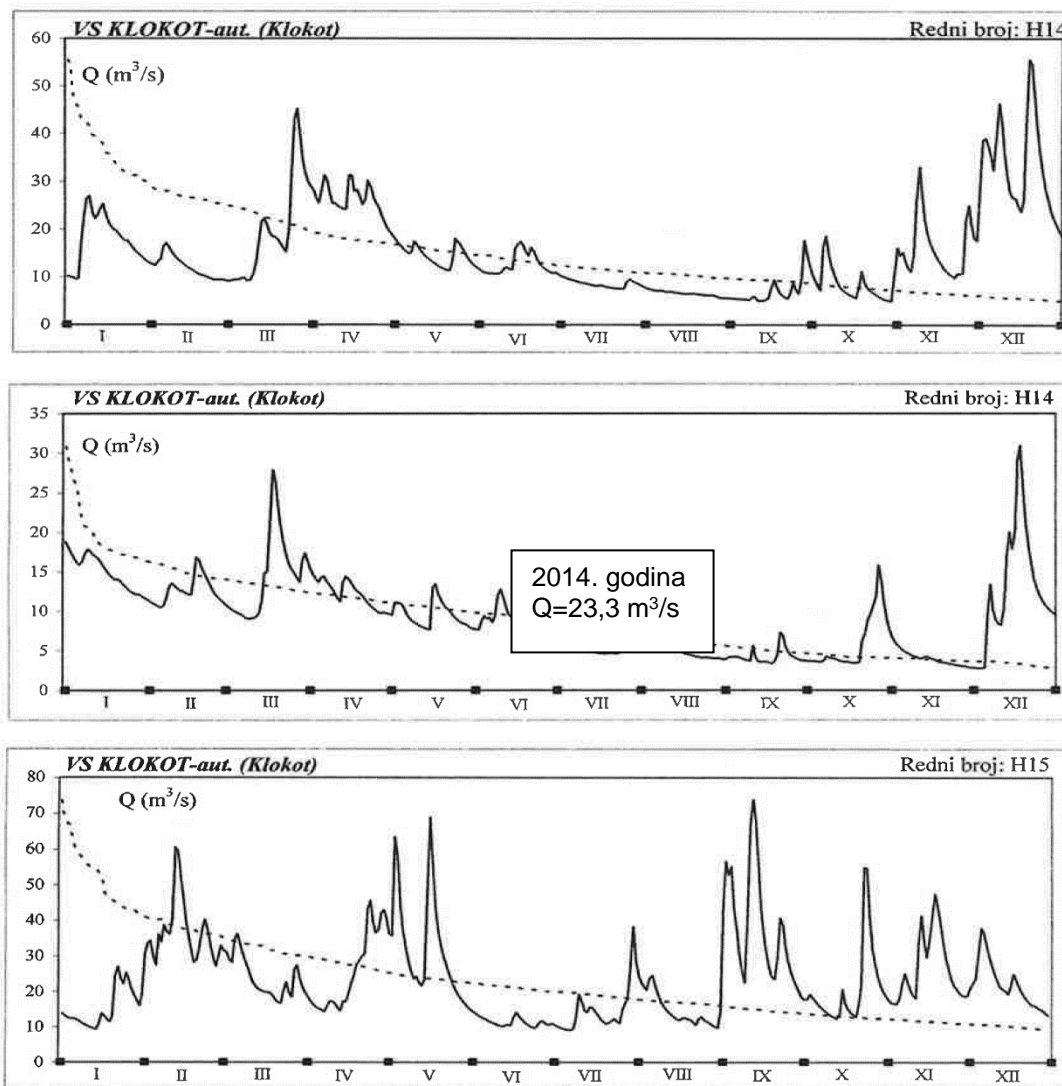


Na hidrogramima srednjih mjesečnih protoka na slici 2 vidi se raspodjela vode po danima. prosječnim godinama dotoci Klokota slabiji su od lipnja do rujna, u sušnim je slabija vodnost je od lipnja do studenoga, a u vlažnoj godini samo od lipnja do rujna (i to sa znatno većim protocima od prosjeka sušne godine).

Na slici 1.2 su hidrogrami i krivulje trajanja srednjih dnevnih protoka Klokota u profilu Klokot u karakterističnim godinama iz razdoblja (2005.-2014.): približno srednjoj 2008., sušnoj 2011. i vlažnoj 2014.

U desetgodišnjem razdoblju (2005.-2014.) na hidrološkoj stanici Klokot na Klokotu maksimalni protok se pojavio i zabilježen 13. rujna 2014., a iznosio je:  $Q_{max} = 75,1 \text{ m}^3/\text{s}$ , srednji protok razdoblja (2005.-2014.) je:  $Q = 16,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , a minimalni protok na hidrološkoj stanici Klokot pojavio se i zabilježen je 2. prosinca 2011., a iznosio je:  $Q_{min} = 2,73 \text{ m}^3/\text{s}$  (koji je višestruko veći od maksimalnih dotoka korištenih za vodoopskrbu).

**Slika 1.2:** Hidrogrami i krivulje trajanja srednjih dnevnih protoka Klokota u profilu Klokot u karakterističnim godinama: približno srednjoj 2008., sušnoj 2011. i vlažnoj 2014. – preuzeto iz Hidroloških godišnjaka FMZ-a BiH za 2008., 2011. i 2014. godinu



U tablici 1.3 je pregled vrijednosti godišnjih količina oborine na meteorološkoj stanici Bihac različitih povratnih razdoblja  $P_{Bp}$  te za Klokot u profilu Klokot: srednji godišnji  $Q_p$ , maksimalni godišnji  $Q_{maxp}$  i minimalni godišnji protoci  $Q_{minp}$  različitih povratnih razdoblja.

**Tablica 1.3** Godišnje količine oborina različitih povratnih razdoblja na meteorološkoj stanici Bihać  $P_{Bp}$  te srednji godišnji protoci  $Q_p$ , maksimalni godišnji protoci  $Q_{maxp}$  i minimalni godišnji protoci  $Q_{minp}$  različitih povratnih razdoblja Klokota u profilu Klokot

Vjerojatnost pojavljivanja $p$ (god.)	$P_{Bp}$ (mm)	$Q_p$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{maxp}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{minp}$ (m <sup>3</sup> /s)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
10.000	2596	30,8	94,0	-
1000	2375	28,3	88,5	1,91
100	2117	25,2	81,3	2,08
50	2029	24,1	79,3	2,38
25	1930	23,1	74,5	2,54
10	1785	21,1	70,4	2,89
5	1652	19,4	65,5	3,32
2	1417	16,1	55,6	4,45
$n$	10	14	14	10
$D_N$	$0,13 < D_0 = 0,41$	$0,12 < D_0 = 0,35$	$0,10 < D_0 = 0,35$	$0,11 < D_0 = 0,41$

Veličine koeficijenta otjecanja, koje u ovom slučaju, zbog izraženih bifurkacija u velikom dijelu sliva nisu pravi pokazatelj otjecanja u ovom krškom području. Naime, prema ranijim obradama, a temeljeno na iskustvenim vrijednostima, otjecajni koeficijent je usvojen:  $c_1 = 0,63$ . U obradi iz 2004. godine, uz veličinu sliva  $A_1 = 686,5$  km<sup>2</sup>, otjecajni koeficijent bio je:  $c_2 = 0,50$ . U ovoj je obradi za utjecajni sliv veličine:  $A = 951,5$  km<sup>2</sup> srednji protok:  $c = 0,37$ ; za vlažnu godinu:  $c_v = 0,40$ , a za sušnu godinu  $c_{su} = 0,35$ . Pritom se napominje da su veličine otjecajnih koeficijenata definirane za sliv veličine:  $A = 951,5$  km<sup>2</sup> i dotoke Klokota u profilu Klokot – koji su dominantni u odnosu na ostale izvore – čiji je utjecaj ocijenjen s 3 – 5 % dotoka Klokota.

Na Klokotu praktički nema vučenoga nanosa, ali lebdeći nanos, odnosno zamućivanje vode – zbog bakterija koje se vežu za vrlo sitne čestice takvoga nanosa – predstavlja poseban problem kod korištenja vode za vodoopskrbu Bihaća. Od ukupno 514 mjerenja mutnoće izvora Klokot provedena u razdoblju od 27. 3. 2006. do 21. 5. 2020.) u 106 slučajeva je mutnoća  $M > 4,0$  NTU, a u 20 je bilo  $M > 4,0$  NTU. Pritom je važno napomenuti da su se u zadnje tri godine (prema mjerenjima od 6. 3. 2017. do 21. 5. 2020.) prilike pogoršale, pa je bilo: u 36 slučajeva:  $M > 1,0$  NTU, a u 8 slučajeva:  $M > 4,0$  NTU. Najveća vrijednost mutnoće bila je izmjerena 14. 5. 2019. i uz visoku vrijednost protoka 6-godišnjega povratnog razdoblja:  $Q_{max.6g} = 64,1$  m<sup>3</sup>/s, iznosila je:  $M_{max} = 26,0$  NTU.

#### 1.4 GIS I KARTIRANJE

Prikupljeni postojeći i novi obrađeni podaci potrebni za provedbu određivanja zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot organizirani su po principima Geografskog informacijskog sustava (GIS) i pohranjeni su u formi Esri File Geodatabase. Za sve prostorne slojeve definiran je MGI Balkan 5 koordinatni sustav koji će se moći po potrebi transformirati u koordinatne sustave koje se koriste u RH (HTRS96/TM) i BIH (MGI\_Balkan\_6). U svrhu obrade podataka, analize, modeliranja i izradu kartografskih priloga napravljene su kartografske kompozicije s ArcGIS Desktop programskom opremom. Organizacija i pohrana podataka zahtijeva definiranje standardne strukture. Strukturirani podaci preduvjet su za kvalitetnu uporabu kod provedbe svih zadataka, kod praćenja promjena, te za prijenos i korištenja podataka u okviru drugih sustava. Shodno tome kreirali smo standardnu prostornu bazu podataka za sve tematske slojeve koji će se prenijeti i učitati u višekorisničke baze (SDE Enterprise Geodatabase) Agencija za vode FBiH. Baza je strukturirana u skladu s Okvirnom direktivom o vodama (WFD), INSPIRE direktivom, Informacijskim sustavom voda (ISV) u FBiH i profesionalnim zahtjevima. Navedeni model GIS baze pod nazivom PA\_D (Protected Area - Drinking Water)



sadrži prostorne slojeve i tablice koji su hijerarhijski organizirani i međusobno povezani s relacijskim klasama. Sadržaj i struktura kreirane Geodatabase proširivi su i ovise o specifičnim potrebama.

## 1.5 PRAVNI OKVIR

Slivno područje sa zonama sanitarne zaštite izvorišta Klokot nalazi se u pograničnoj zoni između Bosne i Hercegovine i Republike Hrvatske, te je za njegovu zaštitu potrebno uspostaviti međudržavnu saradnju i zajednički djelovati kako bi se spomenuto izvorište u budućnosti na odgovarajući način dugoročno zaštitilo. U svrhu toga potrebno je izvršiti analizu postojećih propisa u dvije države, utvrditi na koji način je propisana uspostava zona sanitarne zaštite, izdvojiti eventualne prednosti i nedostatke, te temeljem toga dati preporuke za unapređenje podzakonske regulative koja bi doprinosila dugoročnoj zaštiti izvorišta Klokot i Privilica.

Shodno tome za potrebe projekta Izrade studije o uspostavljanju prekograničnih zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot (Bihać) prikupljeni su i analizirani relevantni zakonski i podzakonski akti Federacije BiH i Republike Hrvatske, kao i ranije izrađena raspoloživa studijsko-projektna dokumentacija vezana za zaštitu ovog izvorišta vode za piće. Nadalje, Konsultant je obradio i analizirao relevantnu međunarodnu regulativu vezanu sa prekogranične vodonosnike, konkretno Konvenciju o zaštiti i korištenju prekograničnih vodotoka i međunarodnih jezera - Konvencija o vodama, kao i rezolucije UN-a broj 66/104, 68/118, 63/124 koje sadrže odredbe o zakonu o prekograničnim vodonosnicima.

Provedena je obrada i analiza prikupljenih dokumenata, izvršena usporedba i definirani nedostaci i prednosti zakonodavnih okvira u BiH i RH, te temeljem toga date odgovarajuće preporuke unapređenja trenutnog pravnog okvira za obje države.

Posebno je analiziran dokument prijedloga Sustava zaštite i metode istraživanja za zaštitu krških vodonosnika u graničnim područjima Bosne i Hercegovine i Hrvatske koji je uz projektni zadatak dostavljen Konsultantu za Izradu Studije za uspostavu prekograničnih zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot (Bihać, BiH). Navedeni dokument je proizvod rada međudržavne Komisije za prekogranična područja BiH i RH i nudi dobru osnovu za regulaciju zaštite izvorišta vode za piće u krškim vodonosnicima u graničnim područjima BiH i RH.

Zadatak Konsultanta je bio da pomogne državama korisnicama projekta (BiH i RH) da unaprijede spomenute dokumente, odnosno da daju preporuke za uspostavu buduće saradnje BiH i RH na zaštiti podzemnih vodotoka koji presijecaju državnu granicu.

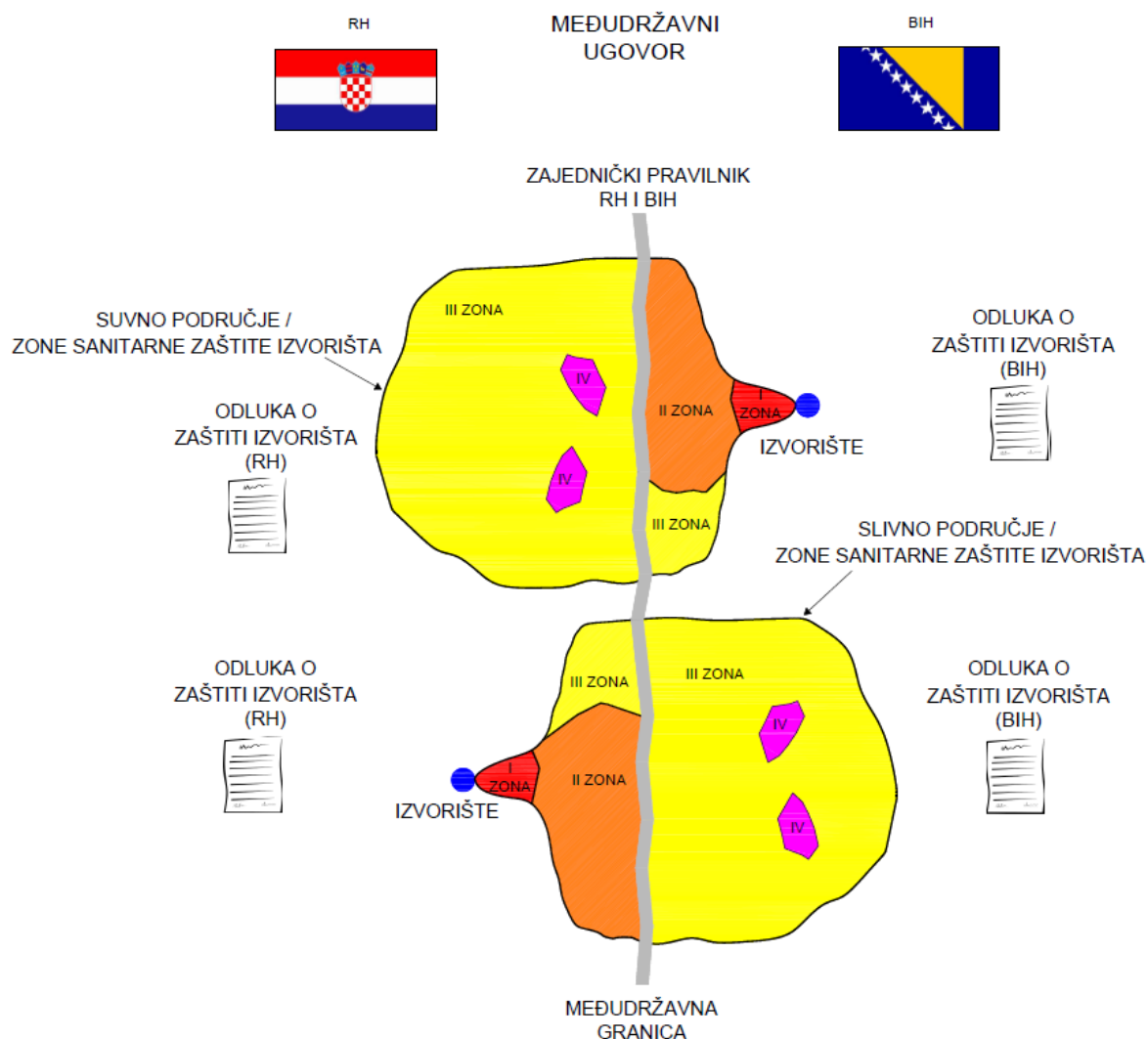
Na osnovu provedene analize Konsultant je definirano rješenja i mehanizme za unapređenje pravnog okvira i provođenje ključnih principa saradnje na zaštiti izvorišta u krškim vodonosnicima u graničnom području BiH i RH. Konsultant je pripremio prijedloge za izradu potrebnih međudržavnih dokumenata za unapređenje postojećeg pravnog okvira u vezi definiranja slivnih područja i uspostavljanja zona sanitarne zaštite izvorišta vode u kraškim vodonosnicima u pograničnom području BiH i RH.

Predloženi su slijedeći međudržavni dokumenti:

- Prijedlog za izradu Sustava zaštite i metode istraživanja za zaštitu krških vodonosnika u graničnim područjima BiH i RH (unapređeni prijedlog sa preporukama),
- Prijedlog za izradu Međudržavnog Ugovora između Vijeća ministara BiH i Vlade RH o pravima i obavezama u zaštiti krških vodonosnika u graničnim područjima BiH i RH,
- Prijedlog za izradu Pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika sa pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti u graničnom području BiH i RH kao sastavnog dijela Međudržavnog Ugovora,

- Prijedlog za izradu Odluke o zaštiti izvorišta vode za piće (Odluka o zaštiti izvorišta vode za piće u krškim vodonosnicima u graničnim područjima BiH i RH).

Na slici ispod prikazani su mehanizmi saradnje koje je potrebno uspostaviti prema spomenutim prijedlozima međudržavnih dokumenata kako bi se zajednički definirala slivna područja i zone sanitarne zaštite u krškim vodonosnicima u graničnom području BiH i RH.



Predloženim rješenjima uspostavljaju se zajednički mehanizmi i obaveze za obje države kojim će pitanje zaštite izvorišta krških vodonosnika u graničnom području rješavati bez bilo kakvih dodatnih (posebnih) intervencija u njihovom postojećem zakonodavstvu.

U prijedlogu Međudržavnog Ugovora su definirane uloge i odgovornosti nadležnih institucija za provođenje samog Ugovora, nadležnosti za provođenje predloženih mjera zaštite izvorišta sa obje strane granice, te stvaranje pretpostavki za neometan i funkcionalan rad međudržavne komisije koja bi trebala biti odgovorna za nadgledanje i poduzimanje mjera unaprjeđenja ukoliko se Ugovorom (i njegovim prilogom) definirane mjere zaštite ne poštuju.

Predloženo rješenje predstavlja dobar primjer u nastojanju obje države da trajno riješe pitanje zaštite izvorišta u kraškim vodonosnicima u pograničnom području i može biti iskoristivo po pitanju zaštite svih drugih izvorišta u prekograničnom području BiH i RH.

## 1.6 KVALITETA VODE KLOKOT

U svrhu realizacije projekta „Izrada studije za uspostavu prekograničnih zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot (Bihać)“ Konsultant je prikupio velik broj izvještaja (rezultata) redovnih (osnovnih) i periodičnih analiza kvaliteta vode izvorišta Klokot u periodu od 2004. do 2020. godine, koje su za potrebe JP „Vodovod“ Bihać izradili Zavod za javno zdravstvo Unsko-sanskog kantona (ZJZUSK), Zavod za javno zdravstvo Kantona Sarajevo (HZJKS), kao i izvještaje (rezultate) koje je u nekoliko navrata izradio Hrvatski zavod za javno zdravstvo iz Zagreba (HZJZ). Pored toga, Konsultant je u saradnji sa ovlaštenim laboratorijama (ZJZUSK i HZJZ) tokom perioda implementacije projekta u nekoliko navrata organizirao uzorkovanje vode na samom izvorištu Klokot, ali i na nekoliko ponora u njegovom slivnom području te pribavio laboratorijske izvještaje o kvaliteti vode za više od 100 parametara. Svi izvještaji (rezultati) koje su provele ovlaštene (certificirane) laboratorije iz obje države odnose se na fizičko-kemijske i mikrobiološke analize kvaliteta vode, osnovne, periodične i proširene.

Konsultant je u periodu od januara do jula 2020. godine na samom izvorištu Klokot instalirao posebno sondu (aquaprobe 2000) za automatsko mjerenje 10 parametara kvaliteta vode i uspostavio privremeni projektni monitoring kvaliteta vode, a sve izvještaje (rezultate) o redovnom praćenju kvaliteta vode arhivirao u posebnu bazu podataka.

Dodatne podatke o kvaliteti vode na nekoliko ponora u slivnom području izvorišta Klokot Konsultant je prikupio korištenjem mobilne sonde (Aquaprobe 2000) koja također mjeri 10 parametara kvaliteta vode i sve prikupljene podatke također arhivirao u posebnu bazu podataka.

Dodatno, Hrvatske vode su Konsultantu ustupile izvještaje (rezultate) kvaliteta vode uzete iz dvije bušotine koje su izbušene na samoj granici RH i BiH na području bivšeg vojnog aerodroma „Željava“. Svi prikupljeni izvještaji (rezultati) nalaze se u prilogu Studije za uspostavu prekograničnih zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot.

Prikupljene izvještaje (rezultate) kvaliteta vode u slivu izvorišta Klokot Konsultant je obradio i detaljno analizirao. Ukupno je obrađeno i analizirano 517 izvještaja (rezultata) fizičko-kemijske analize kvaliteta vode i 474 izvještaja (rezultata) mikrobiološke analize kvaliteta vode od čega je 399 izvještaja (rezultata) osnovne, a 75 izvještaja (rezultata) periodične analize kvaliteta vode na izvorištu Klokot. Potrebno je napomenuti, da u proteklih nekoliko godina JP „Vodovod“ Bihać fizičko-kemijske i mikrobiološke analize provodi u prosjeku 2 puta mjesečno što se smatra više nego nedovoljnim za izvorište koje snabdijeva preko 50.000 stanovnika grada Bihaća.

Provedene fizičko-kemijske analize uzoraka vode uzetih sa izvorišta Klokot tokom izvođenja ovog projekta zaštite ukazuju da se radi o vodi koja prema ispitivanim parametrima u najvećem broju slučajeva zadovoljava uslove propisane Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće („Službeni glasnik BiH“, broj 40/10, 43/10 i 62/17), međutim dosta analiziranih uzoraka u posljednjih 5 godina pokazuje trend pogoršanja kvalitete vode na samom izvorištu.

Obradom i analizom **fizičko-hemijskih** parametara kvaliteta vode zapažena su sljedeća odstupanja od maksimalno dozvoljenih koncentracija u vodi za piće:

- značajno i učestalo povećanje vrijednosti parametra mutnoće,
- povremena povećanja vrijednosti koje pokazuju povećanje potrošnje kisika i
- povremeno povećanje koncentracije amonijaka iznad maksimalno dozvoljenih vrijednosti u vodi u svega nekoliko slučajeva.

Kada se u razmatranje uzmu sve provedene fizičko-kemijske analize kvaliteta vode na izvorištu Klokot može se zaključiti da je glavni razlog neispravnosti vode u skoro 100% slučajeva povećanje mutnoće iznad maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK = 1,0 NTU).

Obradom i analizom **mikrobioloških** parametara kvaliteta vode zapažena su sljedeća odstupanja od maksimalno dozvoljenih vrijednosti u vodi za piće:

- značajna i učestala prisutnost Koliformnih bakterija,
- značajna i učestala prisutnost bakterije Escherichie Coli,
- značajna i učestala prisutnost bakterije Enterococ (fekalni streptokok)
- prisutnost bakterije Clostridium perfringens.

Kada se u razmatranje uzmu sve provedene mikrobiološke analize kvaliteta vode na izvorištu Klokot može se zaključiti da zbog povećanog broja i vrste nedozvoljenih bakterija skoro 100% provedenih periodičnih analiza kvaliteta vode nije odgovaralo odredbama važećeg Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće u FBiH. Pored toga, odredbama istog Pravilnika nije odgovaralo 11% provedenih osnovnih analiza kvaliteta vode zbog povećanog broja i vrste nedozvoljenih bakterija što znači da ni tretman dezinfekcije hlorom u tim slučajevima nije uspio eliminirati sve prisutne bakterije.

Prema ovim rezultatima sirova voda izvorišta Klokot bakteriološki je zagađena i ne zadovoljava u sanitarno-epidemiološkom smislu. Bakteriološke analize koje se redovno vrše u okviru praćenja kvaliteta vode na izvorištu Klokot od strane JP "Vodovod" Bihać ukazuju na bakteriološku neispravnost vode. Potrebno je naglasiti da se veći broj analiza kvaliteta vode redovno vrše na uzorcima već klorirane vode (uzetih na pumpnoj stanici Klokot odmah nakon dezinfekcije), što nije u skladu sa uslovima iz Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće. Međutim, zabrinjava činjenica da su i u kloriranoj vodi (11% uzoraka) u distributivnoj mreži izolirane spomenutim Pravilnikom nedozvoljene bakterije ljudskog porijekla, te da se kloriranjem vode ne postižu potrebni efekti, te da se bakteriološko zagađenje u vodi sa izvorišta Klokot ne može uvijek ukloniti putem dezinfekcije.

Značajno povećanje ljudskih aktivnosti u slivnom području izvorišta Klokot posebno kroz intenziviranje turističkih posjeta NP „Plitvička Jezera“ značajno je doprinijelo da se pogorša mikrobiološka kvaliteta vode na izvorištu Klokot što je vidljivo iz ubrzanog povećanja broja noćenja na tom području u posljednjih 5 godina.

Za uzorke vode prikupljene na tri lokacije u R Hrvatskoj i to u vrtači Rastovača, Koreničkom ponoru i ponoru potoka u Prijeboju, za koje je trasiranjem ustanovljena veza sa izvorištem Klokot, urađena je mikrobiološka analiza kvaliteta vode. Analize kvaliteta pokazale su prisutnost većeg broja bakterija u vodi koja ponire u RH, a završava na izvorištu Klokot.

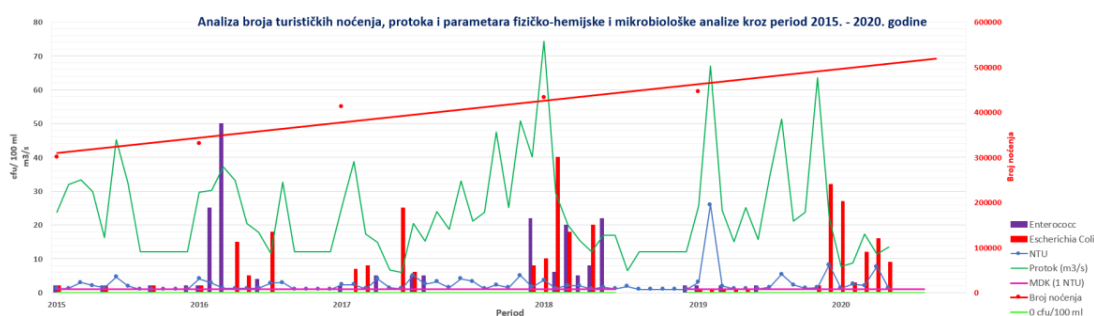
Analizom prikupljenih podataka posebno u periodu od 2015. - 2020. godine prema parametrima čije su vrijednosti bile iznad MDK ustanovljena je češća pojava određenih zagađenja, ali i na to da su se i vrijednosti parametara koji ukazuju na ta zagađenja dodatno povećali.

Prema provedenim istraživanjima iz 2016. godine NP „Plitvička Jezera“ godišnje je u prosjeku posjetilo 1,3 miliona ljudi. Najveća koncentracija turista na području NP je u vrijeme turističke sezone od aprila do oktobra s tim da od ukupnog broja više od 64% posjetitelja NP posjećuje u mjesecu julu, augustu i septembru. U sezoni broj turista doseže brojku od 15.000 dnevno, a prema izjavama rukovodstva JU NP „Plitvička Jezera“ optimalan broj posjetitelja NP bi trebao biti oko 8.000. Paralelno sa povećanjem broja turista u proteklih 5-7 godina rasla je i potreba za izgradnjom smještajnih i ugostiteljskih objekata. Gradnja hotela i apartmana u privatnoj režiji dodatno je povećala i intenzivirala aktivnosti u slivnom području izvorišta Klokot što se direktno odrazilo i na pogoršanje kvaliteta sirove vode na spomenutom izvorištu. Gradnju smještajnih kapaciteta na žalost nije pratila i pravilna gradnja sistema za prikupljanje i

prečišćavanje otpadnih voda, odnosno pravilna gradnja septičkih jama na mjestima gdje ne postoje javni kanalizacioni sistemi.

Fizičko-kemijskom i mikrobiološkom analizom kvaliteta vode pri različitim protocima dobiveni su prezentirani rezultati koji pokazuju trend zagađenja površinskih i podzemnih voda koje u najvećoj mjeri dolaze iz R Hrvatske na izvorište Klokot, međutim treba navesti da jedan manji dio zagađenja dolazi i sa slivnog područja koji se nalazi na teritoriji BiH.

Na ovakvo stanje uglavnom su utjecale hidrološke pojave velikih voda te antropogeni utjecaji ponajviše sa prostora NP „Plitvička jezera“ gdje je evidentiran povećan rast broja turista, a shodno tome i ubrzana izgradnja smještajnih kapaciteta.



**Slika 1.3:** Analiza protoka, mutnoće i mikrobioloških parametara u izvorskoj vodi Klokota u različitim razdobljima

Usporedbom rezultata provedenih analiza različitih parametara (Slika 1.3) mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- povećanjem turističkih aktivnosti, odnosno povećanjem broja noćenja na slivnom području izvorišta Klokot u posljednjih 5-7 godina došlo je do značajnijeg povećanja bakteriološkog zagađenja vode na izvorištu Klokot. Postavljanjem privremenog paketnog postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u naselju Rastovača krajem 2018. godine djelomično se smanjilo bakteriološko zagađenje (posebno su vidljivi rezultati u ljeto 2019. godine).
- nakon pojave velikih oborina dolazi do većeg pražnjenja podzemnih voda na izvorištu Klokot što za posljedicu ima pojavu povećane mutnoće i značajnije prisustvo bakterija koje nisu dozvoljene u vodi za piće, što ukazuje na antropogeno zagađenje u zaleđu izvorišta Klokot, što je vidljivo na ranije prikazanim dijagramima.
- značajnija prisutnost bakterija koje nisu dozvoljene u vodi za piće na izvorištu Klokot evidentirana je nakon višednevnih oborina u zaleđu izvorišta Klokot kad dolazi do ispiranja podzemnih pukotinskih prostora vodenim tokovima, ali i vrlo često u ljetnim sušnim periodima bez velikih padavina kada relativno velika količina otpadnih voda dospijeva u relativno male količine podzemne vode koja istječe na izvorištu Klokot.
- povećanom prisustvu većeg broja bakterija na izvorištu Klokot najviše doprinosi izlivanje komunalnih otpadnih voda u površinske i podzemne vode putem nepravilno izgrađenih septičkih jama ili direktnim izlivanjem fekalnih (otpadnih) voda u vodotoke u obje države.
- kratkotrajne oborine velikog intenziteta prouzrokuju pojavu mutnoće velikih vrijednosti.
- pojavu povećane mutnoće vode prati i značajnije prisustvo bakterija koje nisu dozvoljene u vodi za piće.

## 1.7 ZAGAĐIVAČI U SLIVU IZVORIŠTA KLOKOT

Na samom početku realizacije projekta Konsultant je prikupio i izvršio pregled postojeće studijsko-projektne dokumentacije koja se odnosi na identifikaciju zagađivača na području sliva izvorišta Klokot, obuhvaćajući teritorijalno područje Bosne i Hercegovine i Republike Hrvatske. Analiza postojeće studijsko-projektne dokumentacije je poslužila Konsultantu za pripremu terenskih obrazaca i karata, te izradu plana za terenska istraživanja.

Terenska istraživanja na teritoriji obje države su provedena tokom mjeseca februara i marta 2020. godine, a bila su usmjerena na evidentiranje do sada poznatih i evidentiranje novih zagađivača u slivu, sa njihovim karakteristikama i vrstama zagađenja.

Terenska istraživanja su zbog svoje specifičnosti i obimnosti vršena u nekoliko navrata uz direktnu podršku predstavnika nadležnih službi jedinica lokalne samouprave (JLS), javnih komunalnih preduzeća (JKP) i granične policije obje države, koji su Konsultantu osigurali potrebne informacije kao i pristup lokacijama zagađivača.

Nakon prikupljanja i detaljne analize podataka o zagađivačima Konsultant je pripremio popis zagađivača sa detaljnim opisom najznačajnijih zagađivača, uključujući i grafički pregled njihovih lokacija (identifikacija na karti). Sve informacije o identificiranim zagađivačima su prezentirane predstavnicima nadležnih institucija iz obje države, koji su iste pregledali i verificirali.

Terenskim istraživanjima na slivnog područja izvorišta Klokot na teritoriji Bosne i Hercegovine (BiH) i Republike Hrvatske (RH), evidentirano je ukupno **109** zagađivača, koji su podijeljeni prema različitim kategorijama kako je prikazano u narednim tabelama.

### Bosna i Hercegovina

**Tabela 1.4:** Pregled evidentiranih zagađivača u slivu izvorišta Klokota (BiH)

Zagađivač	Ukupni broj zagađivača
Kamenolomi	5
Groblja	2
Deponije otpada	3
Granični prijelaz Izačić	1
Vojni objekti	1
Naselja bez komunalne infrastrukture	5
Ceste sa slobodnom odvodnjom	3
<b>Ukupno:</b>	<b>20</b>

Prema kategorizaciji zagađivača na području BiH u prvu kategoriju važnosti je svrstano **10** zagađivača koji mogu imati najznačajniji utjecaj na kvalitetu podzemnih voda, to su deponije otpada Međudražje i Vučjak, groblja u naseljima Zavalje i Izačić, naselja bez komunalne infrastrukture i postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV) na zajedničkom graničnom prelazu GP Izačić (BiH) / GP Ličko Petrovo Selo (HR).



## Republika Hrvatska

**Tabela 1.5:** Pregled evidentiranih zagađivača u slivu izvorišta Klokota (HR)

Zagađivač	Ukupni broj zagađivača
Kamenolomi	2
Groblja	38
Deponije otpada	7
Javne ustanove	8
Vojni objekti	5
Farme stoke	15
Poljoprivredne aktivnosti	1
Sječa šume	1
Naselja bez komunalne infrastrukture	4
Turistička urbanizacija	1
Ceste sa slobodnom odvodnjom	7
<b>Ukupno:</b>	<b>89</b>

Na području Republike Hrvatske u prvu kategoriju važnosti su svrstana **32** zagađivača koji mogu imati značajan utjecaj na kvalitetu podzemnih voda u slivnom području izvorišta Klokot. To su farme stoke, deponije otpada, vojni objekti, naselja bez izgrađene odgovarajuće komunalne infrastrukture, poljoprivredne djelatnosti, turistička urbanizacija i sječa šume.

### **Zaključak**

Svi identificirani zagađivači na slivnom području izvorišta Klokot na teritoriji obje države (BiH i RH) su uvedeni u GIS i pripadajuću bazu podataka.

Podaci o potencijalnim izvorima zagađenja su selektirani po pitanju prostornih vrsta opasnosti (tačka, linija i poligon) i klasificirani su u 24 različita layer-a zavisno od vrsti karakteristika potencijalnog zagađivača (kamenolom, vojni objekti, deponije otpada, naselja, saobraćajnice, industrija itd.). Rezultat je klasificirajuća mreža indeksa opasnosti koja je predstavljena u formi karte klasificiranih opasnosti.

Detaljnije informacije o svakom od navedenih zagađivača su navedene u poglavlju 10. "Identifikacija zagađivača i prijedlog mjera ublažavanja", odnosno u tačkama 10.1 "Osnovni podaci i analiza postojećih podataka" i 10.2 "Katastar zagađivača sa grafičkim prikazom lokacija".

Konsultant je prema prikupljenim informacijama izradio procjenu tereta zagađenja u slivu izvorišta Klokot što je detaljno prikazano u tački 10.3 "Procjena tereta zagađenja u slivnom području izvorišta Klokot".

Obradom i analizom podataka vezanih za zagađivače u slivu izvorišta Klokot, Konsultant je identificirane zagađivače svrstao prema pripadnosti zonama sanitarne zaštite, dao prijedlog potrebnih mjera unaprjeđenja za sve kategorije zagađivača kao što su:

- Postavljanje tabli upozorenja;
- Sanacija površina kamenoloma Prijeboj i površina šljunčare;
- Sanacija deponija / jama sa izvlačenjem i odvozom deponiranog otpada;
- Uspostavljanje monitoringa i redovno praćenje kvaliteta podzemnih voda;
- Uspostavljanje monitoringa saniranih površina (deponija, jama i sl.)
- Intenziviranje rada sa građanima u svrhu podizanja svijesti (senzibilizacija);
- Uspostava inspekcijskog nadzora.
- Donošenje općinskih Odluka o načinu prikupljanje otpadnih voda, i dr.

## 1.8 VEGETACIONE KARAKTERISTIKE SLIVA

### Uvod

Vegetacioni pokrivač cjelokupnog slivnog područja čine značajne površine kraških pašnjaka koji su naročito izraženi na slivnog području u RH, zatim obradive i neobradive poljoprivredne površine (livade, voćnjaci i dr.), te najznačajnije površine - šumski ekosistemi koji čine glavnu determinantu stabilnosti prihranjivanja izvorišta Klokot pitkom vodom.

### Šume i šumska zemljišta u slivu izvorišta Klokot

Konsultant je tokom izrade dokumenta prikupio podatke od Privrednih društava Unsko-sanske šume (BiH), Hrvatske šume i šume NP Plitvička jezera (RH). Šumska područja u cjelokupnom slivu izvorišta Klokot obuhvataju površinu od ukupno 51.833,2 ha (BiH i RH), što predstavlja 54,46 % ukupne površine sliva.

Ukupna masa šumskog ekosistema u slivu se procjenjuje na oko 9,75 miliona m<sup>3</sup> sa prosjekom od 188 m<sup>3</sup>/ha zalihe drvene mase.

U Bosni i Hercegovini šumski ekosistem u slivu zauzima prostor od 5.589,20 ha što je oko 5,9 % ukupne površine sliva. Šumsko područje obuhvata dijelove gospodarskih jedinica GJ Plješevica sa površinom od 5.506,8 ha i GJ Gata sa površinom od 82,4 ha. Prema kategorijama šume, preovladavaju visoke šume sa prirodnom obnovom, šumske kulture i izdanačke šume.

Prema podacima iz 2019. godine, ukupne zalihe drvene mase u slivnom području se procjenjuje na količinu od 1.115.599,50 m<sup>3</sup>.

Sječa šume se vrši na površini od 4.041 ha, godišnji prosjek sječe (2009. – 2019.) u području sliva je 9.300,10 m<sup>3</sup>. U šumskom ekosistemu ovog dijela sliva naročito je izražen prirodni prirast šume. Prema prosjeku prirasta šumskog bogatstva koji iznosi 5,49 m<sup>3</sup>/ha, sječa šume obuhvata 41,87 % količine godišnjeg prirasta, odnosno 2,3 m<sup>3</sup>/ha, što omogućava dugoročnije racionalno gospodarenje šumama.

Generalno, u odnosu na stanje iz 2004. godine, kada je izrađen Projekat zaštite izvorišta Klokot i Privilica evidentno je znatno unaprjeđenje šumskog ekosistema u slivu izvorišta. Ovakvo stanje je dijelom proizišlo iz prethodnih Odluka grada Bihaća o zaštiti izvorišta Klokot i strogim ograničenjima sječe šume u zaštićenim područjima.

Unaprjeđenju šumskog ekosistema svakako doprinosi činjenica da je u zadnjih 15 godina prisutna progresivna sukcesija šumske vegetacije na ovom dijelu sliva, odnosno prisutno je prirodno širenje šume na ranije kultiviranim površinama čime je značajno evidentan porast drvene mase i zaliha.

U Republici Hrvatskoj ukupna površina šumskog ekosistema na području sliva iznosi 46.244 ha. Ukupna masa šumskog ekosistema se procjenjuje na oko 8,6 miliona m<sup>3</sup> zaliha drvene mase (uključujući šume NP Plitvička jezera), sa prosjekom od 185,7 m<sup>3</sup>/ha zalihe drvene mase.

Na šumskom području sliva od 30.714 ha kojima gospodari privredno društvo Hrvatske šume ukupna masa šumskog ekosistema se procjenjuje na 5,74 miliona m<sup>3</sup>. Godišnje se sječe 81.645 m<sup>3</sup> drvene mase.

Kao i na području sliva u BiH, u šumskom ekosistemu RH preovladavaju visoke šume sa prirodnom obnovom sa znatnim učešćem izdanačkih šuma, također je izražen prirodni prirast šume. Prema desetogodišnjem prosjeku prirasta šumskog bogatstva, sječa šume obuhvata 70,2 % količine godišnjeg prirasta.

Izuzetak planske sječe na teritoriji RH je svakako sječa šume izvršena od strane privrednog društva „Hrvatske šume“ u pograničnom području sa BiH sa namjenom uspostave zone za kontrolu i sprječavanje nelegalnih ulazaka migranta sa područja BiH u RH. Sječa je izvršena

tokom mjeseca maja i juna 2020. godine. iznad Baljevca i vojnog aerodroma Željave. Sječa je utoliko sporna jer je dio sječe izvršen u gospodarskoj jedinici (GJ) Plješevica u Bosni i Hercegovini. Prema dostupnim informacijama planirana je sječe na prosijecanju koridora dužine oko 8 kilometara i širine 100 metara (80 ha), međutim stanjem na terenu se može utvrditi da su površine posječene šume znatno veće, te se procjenjuju na površinu od oko 150 ha. Na navedenom koridoru sječe dodatno zabrinjava sječa u području prašume Plješevica. Prašuma se nalazi na teritoriji obje države i rasprostire se na površini od oko 500 ha. Navedeni primjer sječe šume se može okarakterisati kao grubo kršenje Evropskih direktiva zaštite prirode i međunarodnih okolišnih standarda.

Prethodno opisana sječa šume na koridoru Plješevice će u svakom slučaju izazvati promjene i poremećaje u biološkoj ravnoteži (stabilnosti) šumskog ekosistema na ovom lokalitetu, što će za posljedicu imati izražene negativne utjecaje biotskih i abiotskih faktora u vidu vjetro i snjigoizvala i preloma, zatim poremećaja dijela općeg stanja šume, pojavu erozivnih procesa i dr., što će se na kraju odraziti i na kvalitativno kvantitativne karakteristike vode na izvorištu Klokota.

Konsultant je u poglavlju "Vegetacione karakteristike sliva" detaljno prikazao podatke o zalihama, odnosu sječe i prirasta šumskog ekosistema na području sliva u BiH i RH, kao i podatke o sječi šume na koridoru uz državnu granicu na Plješevici.

### **Zaključak**

Pored evidentnog napretka šumskih ekosistema na području sliva u obje države u periodu od 2004. – 2019. godine, i neplaniranog prosijecanja koridora na Plješevici, potencijal staništa daje izuzetne uvjete za dodatno unaprjeđenje i poboljšanje kvaliteta šuma.

U cilju unaprjeđenja i održanja stabilnosti šumskog ekosistema slivnog područja i opskrbe vodom izvorišta Klokot, konsultant je u poglavlju „Vegetacione karakteristike sliva" predložio preporuke za daljnu održivost i unaprjeđenje šumskog ekosistema u slivu izvorišta Klokot.

## **1.9 KARAKTERISTIKE EROZIJSKIH PROCESA U SLIVNOM PODRUČJU IZVORIŠTA KLOKOT**

Općenito, posljedica djelovanja erozijskih procesa u slivu jeste produkcija nanosa, koji nastaje podiranjem bujica i spiranjem tla, uz njegovo premještanje u riječne tokove i ponore sa posljedicama na njihovo zatrpavanje, eutrofikaciju i na kraju, transportirani nanos dolazi do podzemne vode, gdje dolazi do taloženja i odlaganja dijela nanosa u sustavu krških provodnika što za posljedicu ima zamućenje podzemnih voda.

Najveći dio slivnog područja izvorišta Klokot izgrađuju karbonatne stijene, koje su većim dijelom obrasle vegetacijom (šume, krški pašnjaci i livade), a s druge strane neki manji dijelovi slivnog područja su potpuno goli na kojima je proces erozije završen. Na osnovi toga se erozijski procesi u slivu Klokota mogu opisati kao slabi.

Vučenoga nanosa u području izvora Klokot praktički nema, a rezultati erozijskih procesa na utjecajnome slivu Klokota očituju se kao lebdeći (raspršeni) nanos ili suspendirane i koloidne čestice, odnosno kao povremena zamućivanja vode na njegovom izvoru. Zamućivanja na izvoru Klokota mjerena su po pojedinim danima u razdoblju od 27. 3. 2006. do 21. 5. 2020. godine, a provedeno je ukupno 514 mjerenja. Važno je napomenuti, da u proteklih skoro 15 godina intenzitet uzorkovanja na izvorištu Klokot nije bio na zadovoljavajućoj razini. Analiza kvaliteta vode provodila se u prosjeku 2 puta što je nedovoljno za vodovodni sustav, koji vodom snabdijeva oko 50.000 stanovnika grada Bihaća.

Analize kvaliteta vode na izvorištu Klokot su pokazale da je povećanje parametra mutnoće iznad maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK) evidentirano u najvećoj mjeri u proljeće (kombinacija kiša i otapanja snijega) i u jesen (dugotrajne kiše većega intenziteta).

U razmatranome razdoblju (27. 3. 2006. - 21. 5. 2019. godine) do zamućenja vode Klokota iznad  $M = 2,0$  NTU ne dolazi sve dok protok Klokota ne prijeđe veličinu od  $Q = 15,0$  m<sup>3</sup>/s. Međutim kod protoka većih od 15,0 m<sup>3</sup>/s postoji opasnost prekoračenja granice od  $M = 4,0$  NTU. Primjerice 4. 1. 2007. godine već kod protoka  $Q = 16,0$  m<sup>3</sup>/s zabilježena je mutnoća  $M = 5,03$  NTU, a 21. 5. 2020. godine, kod protoka  $Q = 25,0$  m<sup>3</sup>/s, zabilježena je mutnoća  $M = 10,0$  NTU. Za vrijeme pojavljivanja velike vode 16. 5. 2019. godine kod protoka  $Q = 67,1$  m<sup>3</sup>/s zamućenje je doseglo maksimalnu vrijednost:  $M_{max} = 26$  NTU.

Iz mjerenja provedenih u razdoblju od nepunih 15 godina vidljivo je da do izvora Klokot dolazi određena količina lebdećega nanosa (suspendiranih i koloidnih čestica) koji, ovisno od veličine protoka vode, relativno često uzrokuje zamućenja iznad maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK). U razdoblju mjerenja (27. 3. 2006. - 21. 5. 2020. godine) je ustanovljeno da je mutnoća vode na izvorištu Klokot od ukupno 514 uzorkovanja 106 puta premašila granicu od 1,0 NTU (22%), a 20 puta granicu od 4,0 NTU (4%). Od toga u zadnje tri i pol godine (1. 1. 2017. - 21. 5. 2020. godine) granica od 1,0 NTU premašena je 36 puta, a granica od 4,0 NTU čak 8 puta što ukazuje na trend pogoršanja kvaliteta vode na izvorištu Klokot u posljednjih nekoliko godina. Prema tome u smislu produkcije lebdećega (suspendiranog) nanosa prilike na slivu se pogoršavaju. Pogoršanja mogu biti posljedica prirodnih procesa poput utjecaja klime na učestalost i količinu oborina u slivu ili antropogenih faktora poput deforestacije i promjene korištenja pojedinih područja u slivu itd. Bez obzira na uzrok, pojavljivanje zamućenja na izvorima u kršu Dinarida se na slivnim područjima teško može kontrolirati.

Zbog vrlo česte pojave zamućivanja u odnosu na broj uzoraka, koja značajno remeti redovitu opskrbu pitkom vodom, potrebno je predložiti odgovarajuće mjere unapređenja kvalitete vode na samome zahvatu na izvorištu Klokot. Kod zamućene vode koloidne (lebdeće) čestice obuhvaćaju bakterije, kao i brojne druge anorganski i organski onečišćivače, te na taj način sprječavaju da se spomenute bakterije uklone iz vode putem dezinfekcije klorom.

Iz tog razloga vrlo često u posljednjih 15 godina, u razdobljima značajnoga povećanja mutnoće u vodi koja se dijeli korisnicima usluga, predstavnici JP "Vodovod" Bihać putem sredstava javnoga oglašavanja svojim korisnicima usluga savjetuju prokuhavanje vode prije njene upotrebe u domaćinstvu.

Shodno svemu navedenom u narednom razdoblju na izvorištu Klokot potrebno je uspostaviti redovni i neprekidani monitoring kvalitete vode, te prema njegovim rezultatima definirati ključne ulazne parametre za odabiranje tehnologije (metode taloženja, filtracije, dezinfekcije i sl.) prečišćavanja pitke vode na budućem postrojenju.

## 1.10 KARTE RANJIVOSTI I RIZIKA OD ONEČIŠĆENJA

Karta ranjivosti i Karta rizika od onečišćenja koje su izrađene u okviru Projekta rezultat su digitalnog modeliranja temeljenog na prikupljenim relevantnim podacima u području sliva Klokota u R. Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini. Nisu korištene za definiranje sanitarnih zona zaštite izvora Klokot. Ipak, ovo poglavlje je pripremljeno u okviru ove studije jer konzultant smatra da su informacije korisne za cjelokupno upravljanje slivnim područjem Priprema potrebnih slojeva, digitalizacija i atributizacija vektorskih podataka izvršena je prema standardu i potrebama koje proizlaze prema odabranoj metodi modeliranja ranjivosti i rizika od onečišćenja u slivu izvora Klokot. Ulazni podaci za prostorno modeliranje organizirani su u formi GIS baze podataka to poligoni hidrogeoloških jedinica, poligoni korištenja zemljišta, digitalni model terena, hidrografska mreža, geomorfološki objekti i pojave, prosječne količine oborina i potencijalni onečišćivači.

Karta ranjivosti od onečišćenja izrađena je prema COP metodi (J. Ma Vias, B. Andreo, M.J. Perles, F. Carrasco, I. Vadillo and P. Jimenez). Metoda koristi tri osnovna faktora: C (flow concentration) – koncentraciju toka, O (overlying layers) – pokrivač vodonosnika i P

(precipitation) oborine. Prema numeričkim vrijednostima parametara vektorski su slojevi konvertirani u raster format s rezolucijom ćelija (cell) 100 m, a njihovom kombinacijom dobivena je karta ranjivosti, tj. Karta prirodne opasnosti od onečišćenja. Nakon izrade karte prirodne ranjivosti vektorski podaci potencijalnih onečišćivača su klasificirani prema tipu, te je za svaki određen indeks opasnosti (hazard indeks - HI). Vektori su konvertirani u rastere, koji su zbrojeni i dobiven je kao rezultat klasificirani raster opasnosti. Kombinacijom tog rastera s rasterom ranjivosti dobiven je raster rizika od onečišćenja koji obuhvaća uz prirodne i antropogene elemente.

Karte ranjivosti i rizika od onečišćenja krškog vodonosnika vrlo su korisne kod sagledavanja opasnosti i rizika od onečišćenja izvorišta u krškom području. Ukazuju na kritična mjesta koja sigurno treba izbjegavati kod planiranja korištenja prostora. Nisu korištene u definiranju zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot, ali vjerujemo da će poslužiti u provedbi održivog razvoja u području sliva.

## **1.11 PRIJEDLOG MJERA ZA OSIGURAVANJE KVALITETA VODE**

### **1.11.1 Općenito**

Izvori Klokot i Privilica su potrebni su snabdijevanje pitkom vodom općine Bihać. Razvoj zona sanitarne zaštite je važan za zaštitu podzemnih voda koje se uzimaju sa izvora Klokot. Međutim, iskustvo je pokazalo da su se uspostavljene zone sanitarne zaštite u krškom području pokazale neučinkovitim u omogućavanju trajnog jamstva distribucije vode u skladu sa zahtjevima/ograničenjima u vezi sa mutnoćom ili bakterijama. Iz tog razloga, Konsultant je razvio sljedeći sveobuhvatni pristup za rješavanje ovog problema:

- S jedne strane, podzemna voda u slivu treba biti zaštićena od onečišćenja suvremenim mjerama da osiguraju najbolje moguću upotrebu vode na Klokotu
- S druge strane, voda koja se koristi za piće se treba tretirati s učinkovitim sistemom pročišćavanja

Prema tome, glavni fokus je na sljedećem:

- Definirati mjere koje se direktno odnose na ublažavanje/uklanjanje zagađivača.
- Razviti opći pristup za dugoročno planiranje (npr. u obliku Master plana) u različitim poljima za rješavanje problema kontaminacije.
- Razviti mjere za kontrolu opasnosti po krškim vodama (poput nesreća, otpada itd.).
- Uspostaviti system monitoringa podzemnih voda radi kontrole performansi i osiguranja održivosti mjera.
- Uspostaviti adekvatan tretman prečišćavanja pitke vode izvorišta Klokot.

### **1.11.2 Predložene mjere unaprijeđenja za identifikaciju zagađivača**

U narednoj tabeli su predložene mjere za ublažavanje/uklanjanje zagađivača, koje se mogu započeti u vrlo kratkom roku. Pored toga u njoj su također navedene i srednjoročne / dugoročne mjere koje je potrebno planirati i provoditi u okviru cjelokupnog pristupa zaštite u cijeloj regiji.

## Federacija Bosne i Hercegovine

Zagađivač sa ID	Zona	Prijedlog mjera unaprijeđenja
<b>Kamenolomi</b>		
Željava/Baljevac (347) Baljevac 2 (2001) Baljevac 3 (2002) Zavalje (2005)	II	<b>Kratkoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blokiranje pristupnih puteva do kamenoloma radi sprječavanja nekontroliranog dovoza i odlaganja otpada;</li> <li>• Postavljanje tabli upozorenja (zabrane pristupa i odlaganja otpada);</li> <li>• Integriranje redovnog praćenja zagađivača i njihovog uticaja u sistem praćenja kvalitete podzemnih voda;</li> <li>• Uspostava inspekcijskog nadzora..</li> </ul>
		<b>Srednjoročne/dugoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesionalno zatvaranje mjesta na temelju projektnog dizajna.</li> </ul>
Međudražje (2007) (dio kamenoloma koji se ne koristi)	III	<b>Kratkoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blokiranje pristupnog puta do dijela kamenoloma koji se ne koristi radi sprječavanja nekontroliranog dovoza i odlaganja otpada;</li> <li>• Postavljanje tabli upozorenja (zabrane pristupa i odlaganja otpada) na dijelu kamenoloma koji se ne koristi;</li> <li>• Integracija zagađivača u sistem praćenja kvalitete podzemnih voda;</li> <li>• Uspostava inspekcijskog nadzora.</li> </ul>
		<b>Srednjoročne/dugoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesionalno zatvaranje mjesta na temelju projektnog dizajna</li> </ul>
<b>Deponije</b>		
Deponije Vučjak (2006)	II	<b>Kratkoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blokiranje pristupnog puta do deponije;</li> <li>• Postavljanje tabli upozorenja (zabrane pristupa i odlaganja);</li> <li>• Provođenje hidrogeoloških i drugih istražnih radova u cilju utvrđivanja stanja deponije u pogledu procjeđivanja otpadnih voda i uticaja na izvorište Klokot;</li> <li>• Integracija zagađivača u sistem praćenja kvalitete podzemnih voda;</li> </ul>
		<b>Srednjoročne/dugoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Izrada studijsko-projektne dokumentacije za sanaciju deponije;</li> <li>• Sanacija deponije sa uklanjanjem deponiranog otpada.</li> </ul>
Deponije sa nekontroliranim odlaganjem otpada Baljevac (JNA) (2004)  Međudražje (Bezdan), (2008)	III	<b>Kratkoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obezbjedenje pristupa deponiji Baljevac (krčenje grmlja i šiblja);</li> <li>• Uklanjanje otpada i sanacija površine deponije;</li> <li>• Uspostavljanje monitoringa saniranih površina (deponija, vrtača i sl.)</li> </ul>
	II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postavljanje tabli upozorenja (zabrane odlaganja otpada);</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>Intenziviranje rada sa građanima u svrhu podizanja svijesti (senzibilizacija); <ul style="list-style-type: none"> <li>Uspostava inspekcijskog nadzora.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Granični prelaz</b>		
GP Izačić (BiH) / L. P. Selo (RH), (2010)	III	<p><b>Kratkoročne mjere:</b></p> <p>Na graničnim prelazu Izačić je izgrađeno postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV) na kojem se trenutno vrše radovi remonta i servisiranja.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Provođenje probnog rada sa praćenjem parametara ispuštene vode (efluenta);</li> <li>Uvođenje redovnog monitoringa kvalitete ispuštene vode nakon prečišćavanja;</li> <li>Uspostavljanje sistema izvještavanja prema nadležnim institucijama;</li> <li>Integracija zagađivača u sistem praćenja kvalitete podzemnih voda;</li> <li>Uspostava inspekcijskog nadzora.</li> </ul>
<b>Prometnice</b>		
Magistralna cesta (M5)	III	<p><b>Kratkoročne mjere:</b></p> <p>Prometnice u području sliva izvorišta Klokot su putevi sa slobodnom odvodnjom bez izgrađenih rigola i separatora ulja i masti.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Označavanje zone sanitarne zaštite izvorišta sa prometnim znakovima;</li> <li>Uspostavljanje sistema alarmiranja u slučaju incidentnog zagađenja (M5);</li> </ul> <p><b>Srednjoročne/dugoročne mjere:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modernizacija prometnica (M5) u zoni zaštite izvorišta, potrebno planirati izgradnju uređaja za prikupljanje i prečišćavanje površinskih voda sa prometnih površina.</li> </ul>
Regionalni put (R403a)	II / III	
Lokalni put	II	
<b>Naselja u području sliva</b>		
V. Skočaj	III	<p><b>Kratkoročne mjere:</b></p> <p>Naseljena mjesta u području sliva izvorišta Klokot nemaju uspostavljen sistem organiziranog prikupljanja i prečišćavanja otpadnih voda.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evidentirati infrastrukturu za prikupljanje otpadnih voda iz postojećih objekata;</li> <li>Razviti strateški plan kako prikupljati i tretirati otpadne vode;</li> <li>Donijeti općinske odluke prema kojima se postojeće i buduće septičke jame koriste u skladu s odgovarajućim standardima upravljanja otpadnim vodama (vodonepropusnost, zapremina itd.);</li> <li>Uspostaviti inspekcijski nadzor i kontrolu nad zbrinjavanjem otpadnih voda.</li> </ul>
M. Skočaj	III	
Međudražje	III	
Zavalje (Vučjak)	II	
Izačić	III	

## Republika Hrvatska

Zagađivač sa ID	Zona	Prijedlog mjera unaprijeđenja
<b>Kamenolomi i šljunčare</b>		
Prijeboj (1011) Frkašić (1023)	III	<p><b>Kratkoročne mjere:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Postavljanje tabli upozorenja (zabrane pristupa i odlaganja otpada);</li> <li>Integracija zagađivača u sistem praćenja kvalitete podzemnih voda;</li> <li>Uspostava inspekcijskog nadzora.</li> </ul> <p><b>Srednjoročne/dugoročne mjere:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zatvaranje mjesta na temelju dokumentacije.</li> </ul>
<b>Deponije sa nekontroliranim odlaganjem otpada</b>		
Rastovača (2042) Jama Pony (2043) Jama ušće Plitvice (2044) Jama Poljanak (2045) Jama Golubnjača (20_)	III	<p><b>Kratkoročne mjere:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sanacija deponija / jama sa izvlačenjem i odvozom deponiranog otpada;</li> <li>Uspostavljanje monitoringa saniranih površina (deponija, jama i sl.)</li> <li>Postavljanje tabli upozorenja (zabrane odlaganja otpada);</li> <li>Intenziviranje rada sa građanima u svrhu podizanja svijesti (senzibilizacija);</li> <li>Uspostava inspekcijskog nadzora.</li> </ul> <p>Navedene jame / odlagališta otpada je potrebno sanirati što je moguće prije, kako bi se zaustavilo daljnje odlaganje otpada i spriječilo zagađenje podzemnih voda.</p>
<b>Vojni objekti</b>		
Aerodrom i kasarna Željava (1001, 1002, 1003, 1004, 1005)	II	<p><b>Kratkoročne mjere:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Provesti detaljna istraživanja unutrašnjosti objekta sa stanovišta identifikacije vrste zagađenja, sa posebnim osvrtom na skladišne prostore i sadržaje u njima;</li> <li>Ispitati prisutnost radijacije unutar i oko objekta;</li> <li>Uspostaviti kontinuirani monitoring podzemnih voda i omogućiti pristup rezultatima monitoringa nadležnim institucijama u obje države;</li> <li>Uspostaviti alarmni sistem u slučaju incidentnih pojava.</li> </ul>
<b>Farme stoke</b>		
Općina Udbina (14 farmi stoke) (1024 – 1032) (2020 – 2024)  Općina P. Jezera (1018)	III	<p><b>Srednjoročne mjere.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Uspostaviti tačnu evidenciju o karakteristikama svih farmi (broj i vrsta stoke, kapacitet štala, količina produkcije stajnjaka, zdravstveni nadzor nad stokom, kao i druge relevantne podatke) na slivnom području izvorišta Klokot;</li> <li>Prema važećim propisima RH u narednih 5 - 7 godina na spomenutim farmama osigurati izgradnju uređaja za prikupljanje osoke i prečišćavanje otpadnih voda;</li> <li>Uspostaviti nadzor i kontrolu nad prikupljanjem i upotrebom stajnjaka na poljoprivrednim površinama;</li> <li>Uspostaviti inspekcijski nadzor.</li> </ul>

<b>Turizam i turistički kapaciteti</b>		
NP Plitvička jezera (302) Korenica (1015) Ličko Petrovo Selo (1007)	III	<p><b>Kratkoročne/srednjoročne mjere:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uspostaviti tačnu evidenciju postojećih turističkih objekata (hoteli, moteli, restorani, autokampovi, privatni apartmani i dr.);</li> <li>• Uspostaviti evidenciju o načinu prikupljanja i prečišćavanja otpadnih voda postojećih turističkih kapaciteta sa evidencijom izgrađenih septičkih jama (nepravilno izgrađenih - vodopropusnih i pravilno izgrađenih – vodonepropusnih);</li> <li>• Donijeti općinske Odluke ili Odluke na nivou NP „Plitvička Jezera“ prema kojima se izgradnja novih turističkih objekata može vršiti isključivo na način da prikupljanje otpadnih voda završava u vodonepropusnim septičkim jamama ili u kanalizacionom sistemu čije se otpadne vode prečišćavaju na postrojenjima za prečišćavanje otpadne vode.</li> </ul>
<b>Poljoprivreda</b>		
Ličko Petrovo Selo (100 ha), (1001)	III	<p><b>Kratkoročne/srednjoročne mjere:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidentirati lokacije i površine sa intenzivnim poljoprivrednim aktivnostima;</li> <li>• Registrirati količine i periode korištenja pesticida i gnojiva na poljoprivrednim površinama;</li> <li>• Informirati i educirati poljoprivrednike o alternativnim fito-sanitarnim proizvodima;</li> <li>• Uspostaviti zabranu skladištenja gnojiva, insekticida i pesticida na slivnom području;</li> <li>• Uspostaviti monitoring korištenja gnojiva i pratiti kvalitetu podzemnih voda;</li> <li>• Uspostaviti nadzor upotrebe gnojiva i pratiti kvalitet podzemnih voda;</li> <li>• Uspostavljanje inspekcijaskog nadzora</li> </ul>
<b>Prometnice</b>		
Državne ceste u slivu (D1, D504, D217 D218/D506, D25 D52, D42)	III	<p><b>Kratkoročne mjere:</b></p> <p>Prometnice na slivnom području izvorišta Klokot u R Hrvatskoj su putevi sa slobodnom odvodnjom bez izgrađenih rigola i separatora ulja i masti, a prema tome prijedlozi osnovnih mjera zaštite su:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Označavanje zone sanitarne zaštite izvorišta sa prometnim znakovima;</li> <li>• Uspostava sistema alarmiranja u slučaju slučajnog (incidentnog) zagađenja;</li> </ul> <p><b>Srednjoročne/dugoročne mjere:</b></p> <p>Modernizacija prometnica (M5) u zoni sanitarne zaštite: neophodno je planirati izgradnju objekata za prikupljanje i prečišćavanje oborinskih voda (kiša, snijeg i sl.) sa prometnih površina.</p>
<b>Naseljena mesta</b>		
Udbina Korenica	III	<p><b>Kratkoročne/srednjoročne mjere:</b></p> <p>Na slivnom području izvorišta Klokot na teritoriji Republike Hrvatske, većina naselja nema uspostavljen sistem organiziranog prikupljanja i prečišćavanja otpadnih voda</p>

Prijeboj P. Jezera L. P. Selo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uspostaviti evidenciju o načinu prikupljanja i prečišćavanja otpadnih voda postojećih stambenih i gospodarskih objekata;</li> <li>• Razviti strateški plan u oblasti prikupljanja i tretmana otpadnih voda;</li> <li>• Donijeti općinske Odluke prema kojima će postojeći i budući objekti za zbrinjavanje otpadnih voda koristiti vodonepropusne septičke jame ili će iste upuštati u kanalizacioni sistem čije se otpadne vode prečišćavaju na postrojenjima za prečišćavanje otpadne vode;</li> <li>• Uspostaviti inspekcijski nadzor i kontrolu nad zbrinjavanjem otpadnih voda.</li> </ul>
	<p><b>Srednjoročne/dugoročne mjere:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Izgraditi planirane kanalizacione sisteme i postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u aglomeraciji Plitvička jezera 1 i 2.</li> </ul>

**Rekapitulacija troškova za provođenje prijedloga kratkoročnih mjera unaprjeđenja**

Područje obuhvata	EURO (€)
Bosna i Hercegovina	340,000
Republika Hrvatska	1,700,000
<b>UKUPNO:</b>	<b>2,040,000</b>

**1.11.3 Mjere u okviru sveobuhvatnog pristupa zaštite**

**1.11.3.1 Zakonodavstvo**

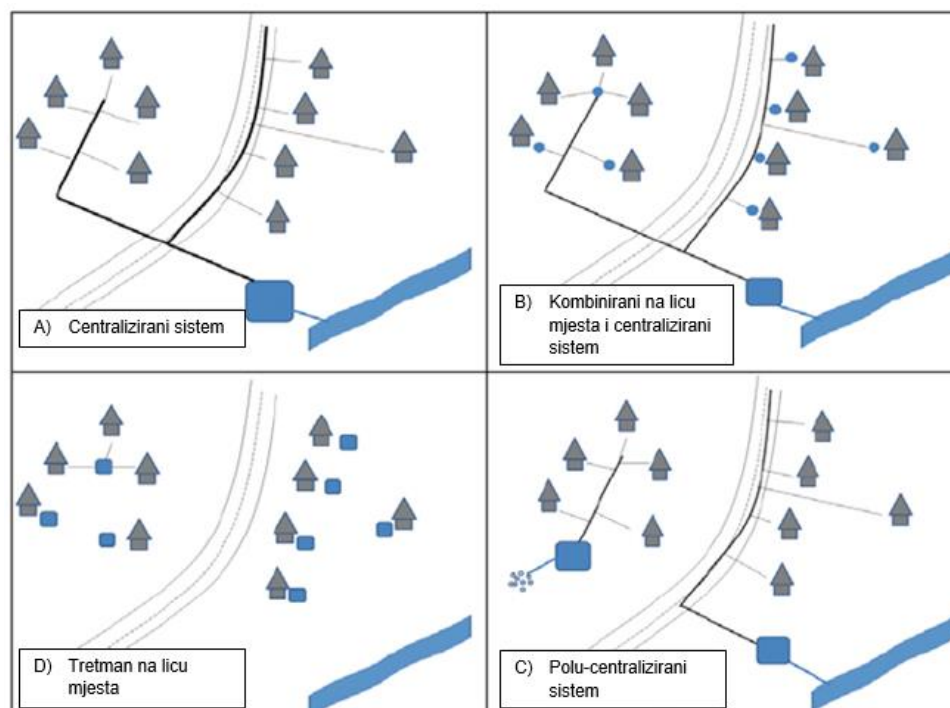
"Europska okvirna direktiva o vodama" (WFD) koju je 2000. godine usvojila Europska unija definira okvir za upravljanje i zaštitu voda velikim hidrografskim slivom. Mjere poduzete za zaštitu slivnog područja izvora Klokot i Privilica trebaju biti uključene u ovo šire strateško planiranje.

Direktiva za tretman urbanih (komunalnih) otpadnih voda (UWWTD) obvezuje države članice EU da sakupljaju otpadne vode i instaliraju postrojenje za pročišćavanje u aglomeracijama s više od 2.000 ekvivalent stanovnika (2.000-10.000 PE). Nadalje, aglomeracije s manje od 2.000 ljudi koje već imaju sustav sakupljanja moraju uspostaviti odgovarajući tretman.

	Aglomeracije sa do 2.000 ES	Aglomeracije sa do 2.000 ES koje imaju sistem prikupljanja OV-a	Aglomeracije sa 2.000 do 10.000 ES	Aglomeracije sa 2.000 do 10.000 ES koje ispuštaju OV-e u osjetljiva područja
Direktiva za tretman urbanih otpadnih voda <i>primjenjiva</i>	ne	da	da	da
Zahtjevi		Osigurati sistem za prečišćavanje otpadnih voda	Osigurati kanalizacioni sistem i prečišćavanje otpadnih voda	Osigurati kanalizacioni sistem i prečišćavanje otpadnih voda
		Uklanjanje organskih materija*(BPK <sub>5</sub> , KPK, TSS)	Uklanjanje organskih materija*(BPK <sub>5</sub> , KPK, TSS)	Uklanjanje organskih materija*(BPK <sub>5</sub> , KPK, TSS) Nutrijenata** (N,P)
Okvirna direktiva o vodama <i>primjenjiva</i>	da	da	da	da
Zahtjevi	Uspostavljanje mjera radi postizanja dobrog statusa površinskih i podzemnih voda za piće, implicirajući uspostavu sistema za prikupljanje i prečišćavanje otpadnih voda			
	*BPK <sub>5</sub> = 25 mg/l O <sub>2</sub> (70 – 90% uklanjanja) KPK = 125 mg/l O <sub>2</sub> ( 75% uklanjanja) TSS = 35 mg/l (90% uklanjanja)		**Ukupni fosfor = 2 mg/l (80% uklanjanja) Ukupni nitrogen = 15 mg/l (70 – 80 % uklanjanja)	

**Tabela 12.1:** WFD zahtjevi ovisno o veličini i situaciji svake aglomeracije.

U manje gusto naseljenom području centralizirano upravljanje otpadnim vodama pokazuje nedostake: omjer troškova i koristi nije vrlo povoljan, a curenje može uzrokovati onečišćenje tla i podzemnih voda. Prednosti tretmana na licu mjesta (decentralizirano) ima više prednosti: bolje prilagođavanje pojedinačnoj situaciji, veća fleksibilnost i prilagodljivost promjenjivim uvjetima (turizam itd.). Također se bolje uklapaju u krajolik, omogućuju ponovnu upotrebu tretirane vode i hranjivih sastojaka (dušik, fosfor). Postoje različiti kriteriji koje je potrebno uzeti u obzir (vidi sliku ispod). Pored toga, postoji potreba za obrazovanjem koje će omogućiti njihovo pravilno korištenje i kvalificirano osoblje za rad i održavanje. Štoviše, ponovna upotreba pročišćenih otpadnih voda ponekad je zabranjena u zaštićenim zonama.



**Slika:** Različiti sistemi prečišćavanja otpadnih voda

Sve u svemu, na temelju Tablice 12.1 i procjene različitih opcija koje se odnose na upravljanje otpadnim vodama (Sl. 12.1), potrebno je projektirati, konstruirati i koristiti postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda za aglomeracije s više od 2'000 (Ekvivalent Stanovnika(ES) na slivu područja Klokot Republike Hrvatske.

#### **1.11.3.2 Mjere kojeg se sadržaju opasnosti na karstičkoj vodi**

Velika brzina podzemne vode u krškim vodonosnicima znači da se incidentno zagađenje koje pogodi podzemnu mrežu tokova može brzo pojaviti u izvorima poput Klokota i Privilice. Nakon nesreće zagađenje se brzo javlja na izvoru, a nestaje relativno brzo u usporedbi na ne-krške vodonosnike.

Stoga bi trebalo poduzeti posebne radnje kako bi se spriječili negativni utjecaji incidentnog zagađenja. Popis i nadzor potencijalnih zagađivača unutar slivnog područja omogućuju postavljanje mrežnog sustava upozorenja. U slučaju slučajnog zagađenja, lokalni organi mogu se na vrijeme upozoriti. Stoga vlasti mogu odmah kontaktirati vodovode tako da obustave dotok vode i oslanjaju se na druge izvore ili svoje rezerve vode za opskrbu stanovništva.

#### **1.11.3.3 Sistem za nadzor kvalitete površinskih i podzemnih voda**

Praćenje kvalitete površinske i podzemne vode od velikog je značaja. Lokacije moraju biti pažljivo odabrane uzimajući u obzir očekivane rezultate i cjelokupnu strategiju. Planiranje i primjena takvog sistema nadgledanja površinskih i podzemnih voda ključan je za održivo rješenje.

#### **1.11.3.4 Odabir adekvatnog pročišćavanja vode**

Sanitarne zone zaštite u krškom području pokazale su se nedovoljno učinkovitim za trajnu garanciju distribucije vode za ljudsku upotrebu po pitanju ograničenja kvalitete vode u vezi sa mutnoćom i bakteriološkim zagađenjem.

Stoga je za vodoopskrbu Bihaća potrebno izgraditi postrojenje za pročišćavanje vode za piće. Važno je usredotočiti se na parametar mutnoće kako bi se odredili i implementirali načini prečišćavanja koji će osigurati kvalitet vode prema zahtjevima za ispravnost vode za piće prema postojećoj legislativi. Postoje različite tehnologije koje se mogu koristiti za prečišćavanje vode. U idealnom slučaju, operator bi trebao testirati učinkovitost tehnologije pomoću pilot uređaja za prečišćavanje tijekom cijele kalendarske godine kako bi dobio rezultate iz različitih godišnjih doba. Provedba pilot projekta postrojenja za prečišćavanje bi također omogućila validaciju troškova takvog procesa prečišćavanja i naposljetku ga prilagodila kako bi najbolje odgovarao karakteristikama izvorišta Klokot i Privilica.

U Švicarskoj je ultrafiltracija postala najčešća tehnologija koja se koristi za pročišćavanje krških voda u posljednjih 15 godina. Konsultant je već projektirao i izgradio nekoliko takvih postrojenja i uvjeren je da bi takav tretman vode Klokot ispunio očekivanja.

Procjena troškova postrojenja za pročišćavanje vode koja slijedi u daljnjim koracima obrade iznosi oko 6 milijuna eura pretpostavljajući da bi u Bihaću 2040. godine živjelo 70.000 stanovnika.

## 2 UVOD

### 2.1 POZADINA PROJEKTA

Izvorišta Klokot i Privilica se koriste za snabdijevanje pitkom vodom Grada Bihaća u Federaciji Bosne i Hercegovine (FBiH). Zaštita ovih izvorišta je od velike važnosti za Grad Bihać. JP „Vodovod“ d.o.o. Bihać distribuira vodu za piće za oko 60.000 stanovnika (prema popisu stanovništva iz 2013. godine grad Bihać je brojao 56.261 stanovnika. Pregledna karta u Prilogu 1 prikazuje Grad Bihać i slivno područje.

Za izvorišta Klokot i Privilica 2009. godine je usvojena „Odluka o zaštiti izvorišta pitke vode Klokot i Privilica“ („Službene novine Općine Bihać“ broj 15/09). Površina slivnog područja pod ovom odlukom je iznosila oko 90 km<sup>2</sup> (samo za područje u BiH). Dodatno slivno područje, koje je smješteno na teritoriji Plitvičkih jezera je kroz trasiranja vodotoka 2005. – 2007. godine pokazalo da je povezano sa izvorištem Klokot. Slijedom ovih trasiranja, procijenjeno novo slivno područje ovih izvora iznos oko 1.000 km<sup>2</sup>. Oko 90% slivnog područja nalazi se na teritoriji Republike Hrvatske, a samo 10% na teritoriji Bosne i Hercegovine. Nekoliko postojećih i potencijalnih zagađivača u slivnom području je predviđeno da se ukloni ili sanira.

S pravne strane, zakoni o vodama Bosne i Hercegovine i Republike Hrvatske, nisu usklađeni. Prema članu 68(6) Zakona o vodama FBiH, odluka o zaštiti izvorišta čije se zone sanitarne zaštite nalaze na teritoriji Bosne i Hercegovine i susjedne države moraju biti usklađene kroz međunarodni sporazum koji će potpisati Bosna i Hercegovina. Zakon o vodama Republike Hrvatske ne predviđa proceduru donošenja odluka za izvorišta čije zone se nalaze na teritoriji susjedne države.

Stoga je identificirana potreba za zaštitom izvorišta Klokot i Privilica. Tačnije, identificirana je potreba za uspostavljanjem zona sanitarne zaštite na teritoriji Republike Hrvatske i Federacije Bosne i Hercegovine, gdje se nalazi slivno područje izvorišta Klokot i Privilica. Različiti pravni okviru dviju spomenutih država moraju biti razmatrani kako bi se definiralo uspostavljanje zona sanitarne zaštite.

Bilateralna komisija za upravljanje vodama Bosne i Hercegovine i R Hrvatske je djelimično pripremila „Prijedlog sustava zaštite i metoda istraživanja za zaštitu krških vodonosnika u graničnim područjima Bosne i Hercegovine i Hrvatske“, ažuriranu verziju koja bi u ovom slučaju trebala da se primjeni na izvorišta Privilica i Klokot. WBIF je odobrio financiranje Studije pod nazivom „Izrada Studije o uspostavljanju prekograničnih zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot-Bihać“.

Cilj zadatka je pomoći Bosni i Hercegovini i Hrvatskoj da izrade Studiju zona sanitarne zaštite izvorišta (Studija), što će obezbijediti osnovu za (i) uspostavu granica slivnog područja, i (ii) preporuke za zaštitu izvorišta Klokot i Privilica.

### Ključni detalji o projektu

Ključni projektni detalji su sažeti u nastavku:

<b>Cilj projekta</b>	Cilj je izrada Studije za uspostavu prekograničnih zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot
<b>Vremenski raspored</b>	12 mjeseci (Septembar 2019 – August 2020)
<b>Partneri i sudionici u projektu</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investicijski okvir za Zapadni Balkan</li><li>• JP "Vodovod" d.o.o. Bihać</li><li>• Agencija za vodno područje rijeke Save,</li><li>• Hrvatske vode</li><li>• Federalno Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva</li><li>• Ministarstvo građenja, prostornog planiranja i zaštite okoliša Unsko-sanskog kantona (MGPPZO USK)</li></ul>
<b>Aktivnosti</b>	Aktivnosti pokrivaju sljedeća područja: <ul style="list-style-type: none"><li>• Slivno područje i zone zaštite</li><li>• GIS i baza podataka</li><li>• Pravni okviri</li><li>• Kvalitet vode</li><li>• Identifikacija zagađivača</li><li>• Mjere ublaživanja</li></ul>
<b>Usluge Konsultanta</b>	HOLINGER AG, Zurich UNA Consulting LLC, Bihać Hidroinženjering d.o.o, Zagreb

## 2.2 UPRAVLJANJE PROJEKTOM I KONSULTANTSKI TIM

Konzultantski tim se sastoji od sljedećih firmi:

- HOLINGER AG, Ciri, Švicarska kao *vodeća kompanije*, zajedno sa podkonsultantima:
- Resursni centar za vode i okoliš "Una Consulting" d.o.o., Bihać, Bosna i Hercegovina
- Hidroinženjering d.o.o., Zagreb, Croatia.

Udruženje ujedinjuje međunarodnu firmu HOLINGER AG i dvije lokalne firme da provedu zadatak kako je zahtijevano obuhvatom ovog projekta.

HOLINGER je jedna od vodećih konzultantskih firmi u Švicarskoj, specijalizirana u polju upravljanja vodnih resursima, vodoopskrbe, otpadnim voda, gradskom odvodnjom, obnovljivom energijom i industrijskim okolišnim inženjerstvom, sa odličnim poslovanjem više od 85 godina.

Lokalni partner UNA Consulting je konzultantska kompanije sa sjedištem u Bihaću. Glavne aktivnosti kompanije se odnose na pružanje konzultantskih usluga u sektoru voda, okoliša i komunalne infrastrukture, tehničke podrške i inženjerskih usluga, tehničkih istraživanja i analiza, izrada i upravljanje bazama podataka i ostale povezane aktivnosti.

Lokalni partner Hidroinženjering je kompanije sa sjedištem u Zagrebu, koja radi na objektima i postrojenjima koja se koriste za upotrebu vode, kontroli utjecaja vode, i na kontroli zagađenja vode, arhitektonskim projektima, prostornom planiranju i studijama utjecaja na okoliš.



### Sastav tima

Sastav tima je prikazan u tabeli u nastavku:

Stručnjak	Uloga u projektu
HOLINGER AG	
Philipp Derungs	Direktor projekta / Stručnjak za vode
Hanna Niafiodava	Okolišni inženjer / Upravljanje vodnim resursima
Dr Suzanne Mettler	Analiza vode / hemijski stručnjak
Dr Daniel Beihler	Hidrogeološki stručnjak / backstopper
Franziska Griger	Hidrogeološki stručnjak
Christian Pecoud	Stručnjak za rad i održavanje
Uli Steiner	Upravljanje kvalitetom/Backstopper
Fredrik Pitzner	Financijski stručnjak
Cynthia Martin	Javno upravljanje/Stručnjak za vode
UNA Consulting LLC	
Sandi Zulić	Lokalni voditelj tima
Dr Janislav Kapelj	Stručnjak za vodne resurse / Hidrogeolog
Jasmin Pehadžić	Pravni stručnjak
Amel Muslić	Ekonomski stručnjak
Davorin Singer	Stručnjak za GIS
Aida Moranjković	Administracija projekta i prevod
Hidroinženjering	
Ana Turčinov Mikulec	Geološki stručnjak
Dr. Ranko Žugaj	Hidroinženjer, Hidrološki stručnjak
Željko Štefanek	Lokalni voditelj projekta
Nikola Vukelić	Koordinator projekta

## 2.3 KONCEPT IMPLEMENTACIJE

Koncept implementacije dijeli nekoliko aktivnosti u 5 različitih područja:

Područje studije	Aktivnosti i informacije koje će se uzeti u obzir
<b>1 Slivno područje i zone zaštite</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Program trasiranja proveden od strane licencirane kompanije u skladu sa propisima RH.</li> <li>• Prikupljanje historijskih podataka i podataka o novom trasiranju</li> <li>• Prikupljanje hidroloških i podataka o padavinama</li> <li>• Prijedlog i implementacija metodologije za određivanje delineacije: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ slivnog područja:</li> <li>➤ sanitarna zona zaštite u krškim vodonosnicima.</li> </ul> </li> </ul>
<b>2 GIS baza podataka i kartiranje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mjere povezane sa GIS Sistemom: ažurirati strukturu baze podataka, uskladiti podatke, ažurirati bazu podataka sa novim podacima itd.</li> <li>• Priprema GIS karata</li> </ul>
<b>3 Pravni okviri</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ažurirati „Prijedlog sustava zaštite i metoda istraživanja za zaštitu krških vodonosnika u graničnim područjima Bosne i Hercegovine i Hrvatske“</li> <li>• Preporuke za moguću buduću suradnju dvije države u svrhu zaštite podzemnih vodnih tijela presijecane državnim granicama</li> <li>• Pojašnjenje koji bi se pravni okvir trebao primijeniti u definiranju granica slivnog područja</li> </ul>
<b>4 Kvalitet voda</b>	<p>Monitoring kvaliteta vode prema sljedećem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorijska analiza kvaliteta vode specifičnih parametara na osnovu pravilnika u FBiH i RH</li> <li>• Kontinuirani monitoring kvaliteta vode korištenjem sonde.</li> </ul>
<b>5 Identifikacija zagađivača i mjere ublažavanja uticaja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikacija zagađivača (postojećih i novih) i prikupljanje podataka o njima (lokacija, vrsta zagađenja itd.)</li> <li>• Preporuke za intervencije unutar zaštitne zone u skladu sa potrebama i prioritetima</li> </ul>

### 3 TEHNIČKI OPIS VODOZAHVATA

#### 3.1 VODOZAHVAT NA IZVORIŠTU KLOKOT

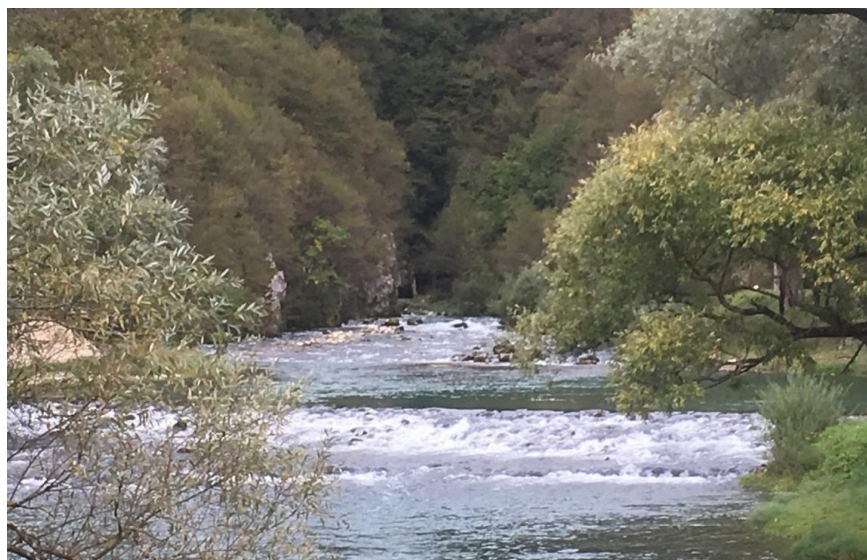
- i) Izvorište Klokot je najznačajnije izvorište u sistemu vodosnabdijevanja grada Bihaća. Locirano je oko 5,5 km od centra grada u pravcu sjeverozapad-zapad (Slika 3.1).



**Slika 3.1:** Lokacija izvorišta Klokot u odnosu na grad Bihać

Vrelo Klokota izbija iz kraške pećine u podnožju Željavskog platoa, odnosno Baljevačkog polja, formirajući istoimeni vodotok koji se ulijeva u rijeku Unu (Slika 3.2). Pored glavnog izvorišta u neposrednoj blizini se nalazi i drugo vrelo Klokot 2 koje se koristi za potrebe ribnjaka.

Prema osnovnim karakteristikama izvorište Klokot predstavlja tipično kraško vrelo koje se prihranjuje iz slivnog područja izgrađenog pretežno od karbonatnih stijena sa pukotinskom i kaverozno-pukotinskom poroznošću.



**Slika 3.2** Područje izvorišta Klokota

Zahvat vode na izvorištu vrši se posredstvom betonskog zahvatnog objekta lociranog uz samo izvorište (Slika 3.3). Zahvatni objekat je izgrađen 1968. godine, te rekonstruiran 1982. i 1998/99. godine, zajedno sa objektom pumpne stanice.



**Slika 3.3:** Vodozahvatni objekat na izvorištu Klokota

Zahvatni objekat ima dva ulaza sa zaštitnim rešetkama i pločastim zatvaračima (Slika 3.4). U zahvatu se nalaze dvije komore, sabirna u kojoj se nalazi usisna korpa transportnog cjevovoda i zatvaračka komora. Kota uspora vode u zahvatnom objektu je 216,60 m n.m., što se obezbjeđuje betonskom pregradom u koritu rijeke Klokot, čija kruna je na koti 216,40 m n.m.



**Slika 3.4** Pločasti zatvarač na zahvatnom objektu

Zahvaćena voda se od vodozahvata gravitaciono doprema do sabirnog bazena pumpne stanice Klokot, azbest-cementnim cjevovodom (ACC) profila 1000 mm u dužini od 213 metara.

Objekat pumpne stanice izveden je na lijevoj obali rijeke Klokot, nizvodno od vodozahvata. Pumpna stanica izvedena je kao čvrsti zidani objekat (Slika 3.5), a iza nje je izveden sabirni (crpni) bazen. Kota dna bazena je 214,05 m n.m. Prostor vodozahvata i pumpne stanice sa pristupnim putem se nalaze unutar ograđenog prostora.

Iz pumpne stanice voda se usmjerava u dva pravca (rezervoara). Prvim pravcem voda se sa dvije pumpe kapaciteta po 150 l/s usmjerava u rezervoar Komarac, a iz njega se dalje doprema

u gradsku mrežu. Sa druge dvije pumpe kapaciteta po 40 l/s (radna i rezervna pumpa), voda se usmjerava prema rezervoaru Klokotska glavica, odnosno prema naseljima u sjeverozapadnom dijelu grada Bihaća. Dvije pumpe, koje su se koristile za transport vode ka vojnom kompleksu Željava više nisu u funkciji.

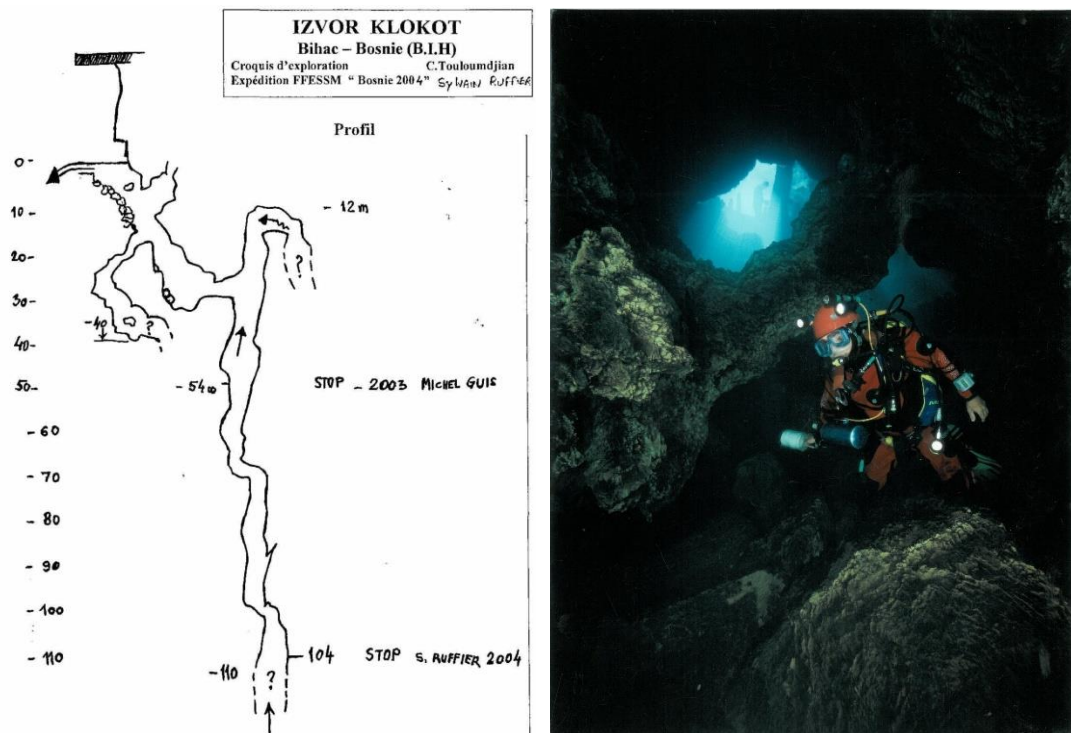


**Slika 3.5:** Pumpna stanica Klokot

Pumpama se u spomenuta dva pravca redovno crpi između 250-280 l/s vode. Izdašnost vrela Klokota značajno varira u toku godine, što je uobičajena karakteristika kraških vrela. Minimalna izdašnost procijenjena je na oko 2,0 m<sup>3</sup>/s što u odnosu na količinu zahvaćene vode sa izvorišta predstavlja veoma mali procenat, tako da se sa izvorišta u svim hidrološkim situacijama mogu zahvatiti potrebne količine vode.

Tokom podvodnih snimanja izvorišta 2003. godine i analize mehanizma pojave vode ustanovljen je uzlazni karakter izvorišta. Doticaj vode prema izvorištu odvija se kroz složeni sistemom kaverni (Slika 3.6) koje su povezane sa krečnjačkim akviferom.





**Slika 3.6:** Profil izvorišta Klokot i unutrašnjost kaverne

Na dubini od 28 metara ispod kote vrela otkrivena je kratka galerija, dužine 2 m i visine 5 m. Iza galerije nalazi se vertikalna kaverna promjera oko 6x8 m, koja je istražena do dubine 110 m ispod kote vrela. Ova vertikalna kaverna proteže se i iznad galerije, do dubine 12 metara ispod kote vrela, nakon čega se ponovo javlja slijedeća kaverna. Ustanovljeno je da podzemna struja dolazi iz pravca vertikalne kaverne. Sa lijeve strane otkrivena je još jedna kaverna, koja se završava na dubini 40 m ispod kote vrela. Ocijenjeno da se ovdje radi o rasjedu širine 2 metra, koji ima nekoliko bočnih kaverni. Pri podvodnom snimanju nije registriran mulj u kavernama.

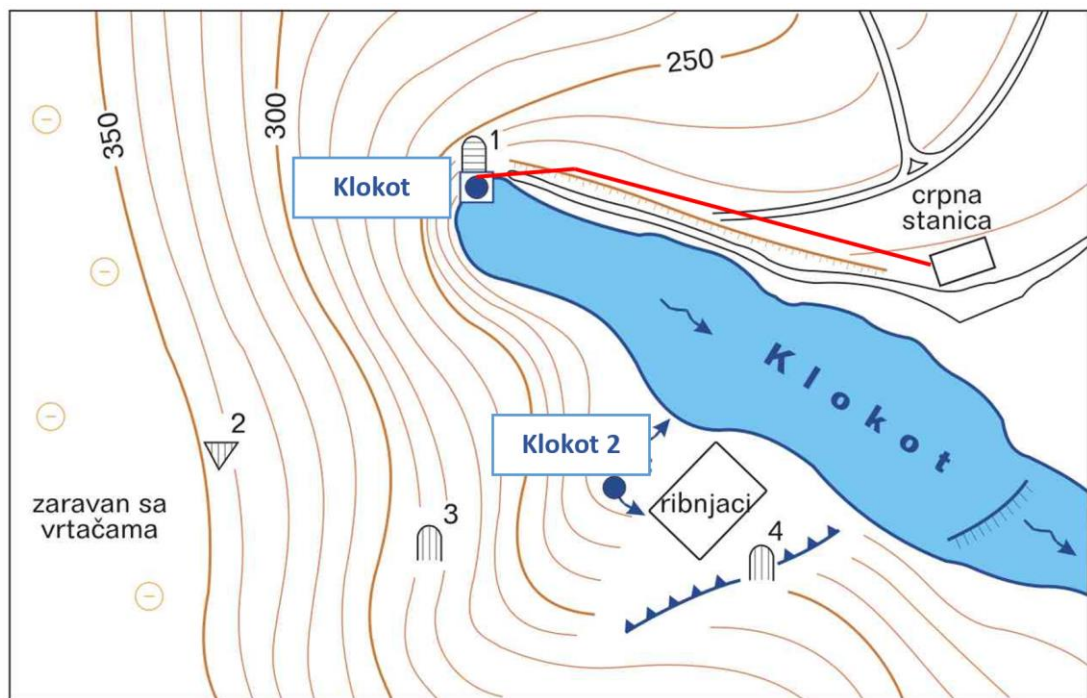
### 3.2 SPELEOLOŠKI OBJEKTI U BLIŽEM PROSTORU IZVORIŠTA KLOKOT

Na lijevoj obali Klokota, neposredno nizvodno od pumpne stanice, nalazi se prostor koji se koristi kao gradsko izletišta Bihaća. Na desnoj obali Klokota nizvodno od vodozahvata, izgrađen je ribnjak, na kojem se vrši uzgoj konzumne ribe (pastrmka).

Speleološkim istraživanjima provedenim 1986. godine utvrđena su četiri speleološka objekta na užem području oko izvorišta Klokot:

1. špilja iznad vrela Klokot,
2. jama na platou iznad vrela,
3. špilja u jarku iznad ribnjaka, i
4. špilja nad ribnjakom.

Lokacija ovih objekata prikazana je na Slici 3.7. Objekat broj 1 nalazi se na stijeni iznad samog vrela Klokot. Ostala tri objekta nalaze se južno od glavnog vrela, na udaljenosti od 140 – 180 metara.



**Slika 3.7:** Položaj speleoloških objekata na užem području izvorišta Klokot

## 4 SLIV I ZONE ZAŠTITE

### 4.1 GEOLOŠKE ZNAČAJKE STIJENA

Šire slivno područje izvorišta Klokot i Privilica izgrađeno je od mezozojskih i kenozojskih sedimenata koji se nalaze u vrlo složenim tektonskim odnosima što utječe na hidrogeološke odnose na slivu.

Najstarije naslage na terenu pripadaju donjem trijasu ( $T_1$ ). U donjem dijelu trijasa izdvojene su sajske klastične naslage stvarane u plitkovodnoj morskoj sredini, a u višim dijelovima u okviru kampilskoga kata, prevladavaju vapnenačke naslage. Područje južno od Bihaća, južni dio Koreničkoga polja i Bijelo polje, građeni su od sajskih naslaga, koje su izdvojene kao crvenosmeđi do ljubičastosmeđi pješčenjaci i glinci, škriljave teksture i psamitsko - alevritske strukture.

Kampilske naslage ( $T_1^2$ ) otkrivene su na području Meljnikovačke Drage, na sjeveroistočnom rubu Bijeloga polja, zatim južno od Korenice i sjeverno od Crkvina. Sastoje se od sivih pločastih vapnenaca, laporovitih vapnenaca i rijetko tamnosivih škriljaca. U gornjim dijelovima nalazimo i proslojke svijetlosivog kristalastog dolomita.

Srednji trijas - anizijski kat ( $T_2^1$ ) trijasa otkriven je u području Skočajske antiklinale i po obodu Koreničkoga polja. Na prostoru Meljinovca u ovaj član građen je od dolomita, bijele do svijetlosive boje, masivne do slabo slojevite teksture i kristalaste, strukture. Prelaz iz donjeg trijasa u anizik je postupan sa kontinuiranom granicom. Debljina anizika iznosi oko 400 m.

Gornji trijas ( $T_3$ ) leži transgresivno preko anizika, srednjega trijasa. Utvrđen je u okviru Skočajske antiklinale, zatim duž jugozapadnoga oboda Koreničkog polja i na širokom prostoru od Plitvičkih jezera, preko Plitvičkog Ljeskovca, Koreničke Kapele do Mihaljevca. Na ovim područjima preko klastičnih naslaga gornjega trijasa leže svijetlosivi dobro uslojeni kristalasti dolomiti.

Jura ( $J$ ) je na istraživanom prostoru uglavnom zastupljena dolomitima, manje vapnencima. Donja jura - lijas ( $J_1$ ) je izdvojena na prostoru između Skočaja i Lohova, a zatim između Međudražja i Crkvina i na području Srbljana. Zastupljeni su tanko uslojeni dolomiti, dok se vapnenci samo ponegdje pojavljuju.

U građi donjega lijasa ( $J_1^{1+2}$ ) sudjeluju vapnenački dolomiti u izmjeni sa sivim, tamnosivim i smeđim dobro uslojenim i pločastim vapnencima. Na području Plitvičkoga Ljeskovca - Koreničke Kapele - Mihaljevca, donji lijas je gotovo u potpunosti izgrađen od dolomita s vrlo rijetkim proslojcima vapnenca. Ukupna debljina iznosi 200 m.

Srednji lijas ( $J_1^3$ ) sastoji se uglavnom od dobro uslojenih vapnenaca sive i smeđe boje. Dolomiti se rijetko javljaju u vidu tankih proslojaka. Debljina naslaga iznosi 200 m.

Gornji lijas ( $J_1^4$ ) sastoji se od paketa pločastih vapnenaca sive i smeđe boje, dok se u gornjim dijelovima javljaju laporoviti i dolomitizirani vapnenci. Ukupna debljina iznosi 100 - 150 m.

Srednja jura - doger ( $J_2$ ) najveće rasprostranjenje ima na prostoru južno od Plitvičkih jezera, od Plitvičkoga Ljeskovca, preko Maloga Javornika do Ljeskovoga Vrška, a zatim na području Brezovca i Homoljačkoga polja i u okviru Skočajske antiklinale. Dogerske naslage sastoje se pretežno od vapnenaca, a u manjoj mjeri i dolomita. Vapnenci su obično dobro uslojeni, boje svijetlosive do sivosmeđe, ponekad mogu biti oolitični do pseudoolitični, a sasvim rijetko su i slabo bituminizirani. Dolomiti se javljaju u vidu debljih i tanjih proslojaka unutar vapnenca. Ukupna debljina iznosi oko 300 - 400 m.

Gornja jura - malm ( $J_3$ ) izgrađena je od dolomita sa ulošcima vapnenaca. Gornja jura ( $J_3^{1,2}$ ) nalazi se između Končarevoga kraja i Homoljca, a zatim između Vrpile i Bjelopolja. Ovom dijelu



gornje jure pripadaju vapnenci i dolomiti, koji se izmjenjuju u horizontalnom i u vertikalnom smjeru. Vapnenci su debelo uslojeni, sive, tamnosive i smeđe boje i katkad su u znatnoj mjeri oolitični. Dolomiti su sive i smeđe boje, kristalaste strukture. Na pojedinim mjestima dolomiti imaju veću zastupljenost, dok se vapnenci u tim slučajevima javljaju u vidu tankih leća. Debljina ovog člana iznosi 200 - 300 m.

Gornja jura ( $J_3^{2,3}$ ) odlikuje se većom facijalnom raznovrsnošću. Na pojedinim lokalitetima postoji diferencijacija između grebenskoga facijesa i pločastih vapnenaca s rožnjacima. U gornjoj juri, malmu, najveću zastupljenost imaju dolomiti, dok se naslage vapnenaca javljaju kao deblje i tanje leće unutar njih. Dolomiti su inače debelo uslojeni ili masivni, pretežno bijele i svijetlosive boje, kristalaste strukture. Izdvojeni su kod Plitvičkoga Ljeskovca, Končarevoga Kraja, Homoljca i Korenice, a zatim na prostoru Zavalje - Međudražje i kod Oštrelja. Na prostoru između Zavalja i Međudražja, dolomiti su mjestimično znatno bituminizirani, a često sadrže i proslojke sivoga rožnjaka. Vapnenci su zastupljeniji samo u donjem dijelu ovog paketa, dok su u gornjem dijelu dolomitskih naslaga razvijene tanje ili deblje leće grebenskih vapnenaca. Ukupna debljina ovoga člana iznosi 200 - 400 m.

Kreda (**K**) je na istraživanom području razvijena u dva karakteristična facijesa: karbonatni i klastični. Karbonatni razvoj dominira na prostoru Male Kapele, Ličke Plješivice i u široj okolini Koreničkog polja, dok u istočnom dijelu sliva prevladava klastični razvoj.

Donja kreda (**K<sub>1</sub>**) otkrivena je na prostoru južno od Bihaća, na potezu od Sadilovca, preko Vaganca do Izačića, na prostoru Željava - Baljevac - Međudražje, zatim kod Korenice i na prostoru Žegar - Vedro polje - Ripač. Donja kreda, koja na čitavom području ima ujednačeni litološki sastav, građena je od vapnenaca i dolomita. Lapor se u vidu tankih proslojaka javljaju kod Zavalja i Ličkog Petrovog sela gdje se zastupljenost vapnenaca i dolomita mijenja u horizontalnom i vertikalnom smjeru.

Veću zastupljenost dobro uslojenih vapnenaca nalazimo u gornjem dijelu donje krede. Dolomitno – vapnenačke breče dolaze u formi leća unutar naslaga donje krede.

Donja kreda (**K<sub>1</sub><sup>1+2</sup>**) (valendis-otriv) predstavljena je dolomitima, vapnencima i brečama, a sličan sastav imaju i gornji katovi donje krede (barem-apt-alb (**K<sub>1</sub><sup>3-5</sup>**)). Dominantnu zastupljenost imaju vapnenci, a zatim dolomiti, laporoviti vapnenci i breče.

Gornja kreda (**K<sub>2</sub>**) obuhvaća najveći dio istraživanoga područja. To je teren između Plitvičkih jezera, Priboja i Ličkoga Petrovog sela, te izgrađuje prostrani masiv Gole Plješivice kao i veliko područje oko Užljebića, Koprivne i od Tihotine do Međudražja.

Gornja kreda - cenoman - turon (**K<sub>2</sub><sup>1+2</sup>**) građena je od uslojenih vapnenaca sa povremenim proslojcima dolomita.

Vapnenci su sivosmeđe i svijetlosive boje. Debljina slojeva dosta varira od 0,5 - 1,0 m. Ukupna debljina cenoman - turona iznosi 500 - 700 metara.

Gornja kreda - senon (**<sub>1-3</sub>K<sub>2</sub><sup>3</sup>**) izgrađena je isključivo od vapnenaca sa rudistnim ostatcima. U nevedenim vapnencima pojavljuju se proslojci pločastoga smeđeg i crnog vapnenca sa umetcima rožnjaka. Debljina ovog kata iznosi od 600 – 800 metara.

Donji i srednji eocen (**E<sub>1,2</sub>**) izdvojen je sjeverozapadno od Koreničkog polja. Pod ovim nazivom obuhvaćeni su miliolidni, alveolinski i numulitni vapnenci. Granica prema starijim naslagama je definirana regionalnim rasjedima. Debljina ovih naslaga je 80 – 120 metara.

Unutar Krbavskoga i Koreničkog polja, u podnožju Kremena zapadno od Bihaća, izdvojene su naslage eocena i oligocena (**E, OI**). Građene su od gruboklastičnih sedimenata i vapnenačkih breča. Vezivo unutar breča je mikrokristalasto ponekad i limonitno–glinovito.

U Bihaćkom polju izdvojen je srednji miocen ( $M_2$ ). Navedeni sedimenti leže na bazalnim konglomeratima i brečama. Navedene naslage građene su od bijelih i sivožutih dobro uslojenih vapnenaca u kojima su proslojci pješčenjaka, tufova i ugljena. Vapnenci se često izmjenjuju sa vapnenačkim laporima koji prelaze prema zaglinjenim laporima. Nakon taloženja vapnenaca i lapora u pojedinim dijelovima Bihaćkoga bazena došlo je do taloženja klastita: lapora u izmjeni sa konglomeratima i brečama, glina i laporovitih glina sa proslojcima ugljena te pijesaka s proslojcima šljunka. Kod Ripača, u donjem dijelu dolazi do izmjene vapnenačkih lapora s konglomeratima i brečama, dok se u gornjim dijelovima naslaga prevladavaju konglomerati i breče.

Kvaratarne naslage obuhvaćaju naslage pleistocena i holocena. Pleistocen je na području Krbavskoga polja građen od kvarcnih pijesaka, dok je ti jekom holocena taložena sedra (*j*), te deluvijalne (*d*), aluvijalne (*a*) i barske naslage (*b*). Sedrene naslage izdvojene su u dolinama rijeka Une i Korane kao i uz jače izvore. Barski sedimenti predstavljeni su raznobojnim glinama, prahovitim pijescima i šljuncima koji su na površini prekriveni humusom. Deluvijalne naslage su izgrađene od fragmenata vapnenaca i dolomita koji izgrađuju teren na čijim padinama se talože. Aluvijalne naslage su istaložene uz korita rijeka Une i Korane te su građene od šljunaka, pijesaka i pjeskovitih glina.

#### 4.2 TEKTONSKI SKLOP TERENA

Tektonska građa istraživanoga područja je vrlo kompleksna. Istraživano područje je velikim dijelom je izgrađeno od karbonatnih stijena koje su pretpjele značajne strukturne deformacije usljed tektonskih pokreta tijekom geološke prošlosti. Posljedica ovih procesa je strukturno tektonska građa područja, koja se ogleda u boranim (antiklinalnim i sinklinalnim) strukturnim formama. Osim ovih značajan strukturni element su rasjedi koji su granice pojedinih blokova odnosno strukturnih jedinica. Veći rasjedi i granice između strukturnih blokova imaju uglavnom dinaridsko pružanje, dok su rasjedi i rasjedne zone lokalnog značenja u strukturnom sklopu terena različite orijentacije.

Na istraživanom području izdvojene su sljedeće Strukturno-tektonske jedinice (Prilog 2):

- Strukturno-tektonska jedinica Bihaćko polje - Bosanski Petrovac,
- Strukturno-tektonska jedinica Mala Kapela - Lička Plješivica,
- Strukturno-tektonska jedinica Bruvno,
- Strukturno-tektonska jedinica Kremen,
- Strukturno-tektonska jedinica Pišač - Udbina i
- Strukturno-tektonska jedinica Lička Plješivica.

**Strukturno -tektonska jedinica Bihaćko polje - Bosanski Petrovac** predstavlja tektonski spuštenu blok između rasjedne zone Gata - Čekrlje - Ripač i više prekrivenih rasjeda (tercijarom), od Izačića, preko Klokota i Žegara do Sokoca i Ripača. Kredne naslage kod Klokota i Prišlena predstavljaju relativno manje uzdignute blokove. Manji rasjedi na kontaktu krede i tercijara kod Izačića su djelomično reversnog karaktera. Tercijarne naslage su uglavnom nagnute prema središnjim dijelovima tercijarnog bazena.

**Strukturno -tektonska jedinica Mala Kapela - Lička Plješivica** obuhvaća središnji dio istraživanog područja. Ova tektonska jedinica je zbog geološke građe podijeljena je na strukturne jedinice nižega reda:

- strukturna jedinica Trovrh - Lička Plješivica,
- strukturna jedinica Meljinovac,
- strukturna jedinica Brezovac - Krbavica,

- strukturna jedinica Plitvička jezera - Koreničko polje.

**Strukturna jedinica Trovrh - Lička Plješivica** obuhvaća planinski masiv Ličke Plješivice koji je izgrađen isključivo od naslaga kredne starosti. Strukturna jedinica je dinaridskoga pravca pružanja a nalazi se između Biljevice, Čatrnje, Vaganjca, Plitvičkih jezera i Prijeboga. Strukturno gledano navedena jedinica je sinklinala čija jezgra je građena od naslaga gornje krede. Sinklinalu sa sjeveroistočne i jugozapadne strane omeđuju rasjedne zone, sa sjevernoistočne strane to je regionalni vertikalni rasjed koji se proteže do Bihaća i Bihačkoga polja, dok je s jugozapadne strane rasjed Biljevica - Prijebog – Mihaljevac. Na ovom području nalazi se granica prema trijasko - jurskom prodoru Plitvička jezera - Koreničko polje. Unutar sinklinale nalazi se niz uzdužnih i poprečnih rasjeda, među kojima se ističu rasjedi kod Donjih Plitvičkih jezera, rijeke Korane i na potezu Rešetar - Arapov dol, uz sam masiv Gole Plješivice.

**Strukturna jedinica Meljinovac** nalazi se u produžetku prethodne jedinice, prema jugu. Ona predstavlja asimetričnu antiklinalnu strukturu, u čijoj jezgri su donjotrijaski sedimenti. Sjeverni dio antiklinale poremećen je nizom uzdužnih rasjeda, duž kojih je došlo do višestrukoga ponavljanja gornjajurskih sedimenata. Od prethodne strukturne jedinice odvojena je s nekoliko vertikalnih rasjeda, kojima su naslage gornje jure i donje krede dovedene u tektonski kontakt. Sa južne strane, antiklinala Meljinovac je prekinuta rasjedom Užljebić - Gornji Frkašić.

**Strukturna jedinica Brezovac - Krbavica**, zauzima prostor između Babinog potoka, Turjanskog, Korenice i Krbavice. Izgrađena je od gornjajurskih i donjokrednih karbonata. Predstavlja ostatke antiklinalne strukture koja je intenzivno rasjedana. Unutar ove jedinice prevladavaju vertikalni rasjedi dinaridskoga pravca pružanja s nizom poprečnih rasjeda.

**Strukturna jedinica Plitvička jezera - Koreničko polje** obuhvaća tektonski prodor trijasko - jurskih naslaga. Sa sjeveroistoka ona je omeđena regionalnim rasjedom dinaridskoga pravca pružanja od Saborskoga do Koreničkoga polja. Duž ovog rasjeda dovedene su u nenormalan kontakt naslage gornjeg trijasa i gornje krede. Sjeverno od Koreničkoga polja nevedeni rasjed se dijeli i prelazi u rasjednu zonu, koja se sastoji od niza pretežno vertikalnih rasjeda različite prostorne orijentacije. Sa jugozapadne strane ova jedinica je ograničena također regionalnim rasjedom dinaridskoga pravca pružanja od Kušelja prema Plitvičkom Ljeskovcu i dalje do Korenice.

**Strukturna - jedinica Bruvno** nalazi se zapadno i južno od Krbavskoga polja, a dislokacijom Ljeskovac - Stračkovo selo je odvojena od strukturne jedinice Pišač - Udbina. U ovom dijelu ona predstavlja zatvorenu strukturu u obliku brahiantiklinale, u kojoj dolazi do prodora paleozojske jezgre oko koje slijede mlađe mezozojske naslage.

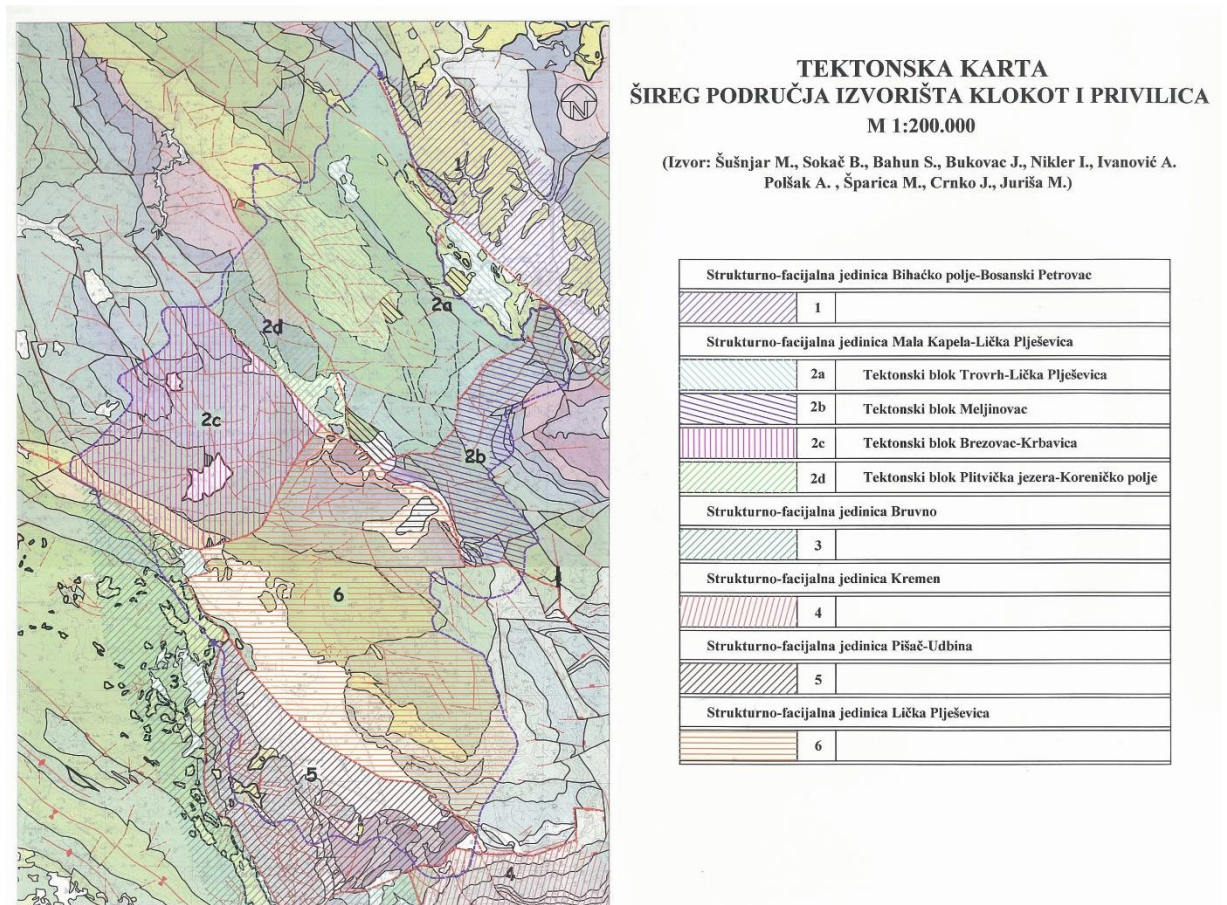
**Strukturna - jedinica Kremen** nalazi se južno od Krbavskoga polja. Na sjeveru graniči sa strukturnom jedinicom Pišač - Udbina i Lička Plješivica, i na istoku sa tektonskom jedinicom Čemernica - Kulen Vakuf. U ovoj jedinici dominantnu zastupljenost imaju donjetrijaski sedimenti, koji su na prostoru strukture Bruvno navučeni preko sjevernoga krila strukture Bruvno, i potpuno reducirani. Pored donjega trijasa zastupljeni su i gornjajurski, lemeški vapnenci.

**Strukturna - jedinica Pišač – Udbina** ističe se otvorenim naslagama trijasa u južnom i jugoistočnom dijelu, te jako razlomljenim naslagama jurske starosti. Prostire se duž jugozapadnoga oboda Krbavskoga polja, gdje graniči sa strukturnom jedinicom Lička Plješivica. Trijasko naslage nalaze se u tektonskom odnosu sa jedinicama Kremen i Bruvno. Ovdje je trijas navučen preko gornje jure i donje krede, a granica navlačenja blago tone prema sjever - sjeveroistoku, što znači da su podzemne vode ovom strukturom usmjerene prema Krbavskom polju. Na prostoru Mekinjara, naslage trijasa i jure su razlomljene rasjedima smjera SZ - JI, duž kojih dolazi do višekratnog ponavljanja stratigrafskih članova trijasa i jure. Sjeveroistočna krila ovih rasjeda su sa kaskadno spuštenim krilima.

**Strukturna - jedinica Lička Plješivica** proteže se na listovima osnovne geološke karte Udbina i-Bihać (1:100.000). Osnovni oblik ove jedinice je sinklinala sa smjerom tonjenja osi prema sjeverozapadu. Izgrađena je od jurskih i krednih naslaga. Zapadni dio, izgrađuju naslage gornjega trijasa, jure i krede, te predstavlja zapadno krilo i centralni dio južnoplješivičke sinklinala. Tektonska jedinica Plješivica predstavlja relativno spušten blok u odnosu na tektonsku jedinicu Pišač - Udbina. Globalna karakteristika ove jedinice je parketna struktura formirana brojnim uzdužnim i poprečnim rasjedima koji omogućavaju cirkulaciju podzemnih voda u pravcu sjevera i sjeveroistoka.

Na osnovi gore opisanih osnovnih strukturnih obilježja može se zaključiti da su i hidrogeološki odnosi vrlo složeni, naročito po pitanju točnoga određivanja granica hidrogeološkoga sliva izvorišta Klokot i Privilica. Opisane strukturne jedinice prema svom prostornom položaju bitno određuju hidrogeološke odnose ovog područja. Najveći značaj imaju rasjedne strukture, duž kojih je izvršena intenzivno okršavanje i stvoreni su uvjeti za tečenje podzemnih voda. Najveći značaj u tečenju podzemnih voda imaju uzdužni rasjedi pružanja sjeverozapad - jugoistok, na prostoru Međudražja i Skočaja, gdje se često nalaze u kaskadnom rasporedu sa izraženim relativnim premještanjem stijenskih masa u pravcu sjeverozapada. Ovakvi odnosi osobito su uočljivi duž rasjeda koji se proteže kroz Željavu i Baljevac preko Rešetara i Klokota prema Vedrom polju. Duž ovoga rasjeda dovedene su u istu razinu karbonatne stijene gornje ( $K_2^{1+2}$ ) i donje kredne starosti ( $K_1^{1+2}$ ) sa klastičnim naslagama miocena ( $M_2$ ). Rasjedi i prateći pukotinski sustavi, ovisno o prostornim odnosima, mogu imati funkciju hidrogeološke barijere ili funkciju provođenja podzemnih voda.

Najčešće su rasjedne strukture pružanja jugozapad – sjeveroistok - dinaridski pravac. Rasjedi ove orijentacije presijecaju starije rasjede i čitave strukturne forme, podložniji su procesima okršavanja i bitni su za tečenje podzemnih voda okomito na rasjede dinaridskog pravca pružanja. Upravo duž ovih rasjeda odvija se glavina podzemnog tečenja iz pravca Krbavskoga i Koreničkog polja prema vrelima Klokot i Privilica.



**Slika:** Tektonska karta šireg područja izvorišta Klokot i Privilica (Institut za hidrotehniku, 2004.)

- 1 The Bihačko -Bosanski Petrovac structural - tectonic unit
- 2 The Mala Kapela – Lička Plješevica structural - tectonic unit
- 2a The Trovrh-Lička Plješevica tectonic block
- 2b The Meljinovac tectonic block
- 2c The Brezovac-Krbavica tectonic block
- 2d The Plitvice Lakes – Koreničko Polje tectonic block
- 3 The Bruvno structural - tectonic unit
- 4 The Kremen structural - tectonic unit
- 5 The Pilač –Udbina structural - tectonic unit
- 6 The Lička Plješevica structural - tectonic unit

### 4.3 HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE SLIVA

#### 4.3.1 Hidrogeološke vrste stijena

Na osnovi litološkog sastava stijene i naslage na istraživanom području možemo podijeliti na naslage sa međuzrnskom i stijene sa pukotinsko - kavernožnom poroznošću. Prema kriteriju vodopropusnosti zastupljene su propusne i nepropusne naslage.

Prema litološkom sastavu, strukturi poroznosti, međusobnom prostornom položaju izdvojenih geoloških jedinica i vodopropusnosti stijena i naslaga, izdvojene su sljedeće hidrogeološke

sredine (prilog 1, Hrvatski geološki institut 2004):

- klastične propusne naslage,
- klastične slabo propusne naslage,
- dobro propusne stijene s pukotinsko – kavernožnom poroznosti,
- srednje propusne stijene s pukotinskom poroznosti,
- slabo propusne stijene s pukotinskom poroznosti,
- nepropusne klastične naslage.

#### **Klastične propusne naslage**

Klastične propusne naslage su kvartarne naslage unutar kojih je izdvojeno nekoliko genetskih tipova: proluvijalne naslage (**pr**), pjeskovite naslage (**p**) i aluvijalne naslage (**al**).

Prema litološkom sastavu navedene naslage su uglavnom su građene od krupnozrnatih klastita šljunaka, pijesaka i pjeskovitih glina.

Zastupljene su najvećim dijelom u okviru aluvijalnih naplavina koje su nastale recentnim tokovima rijeka Une i Korane, te vodotoka u Krbavskom polju. Također, u Krbavskom polju su unutar navedenih naslaga izdvojene naslage istaložene djelovanjem vodotoka sa velikim udjelom pijeska.

Općenito, iako su aluvijalni sedimenti obično vodonosnici, u ovom slučaju, zbog velike okršenosti podloge na kojoj ti sedimenti leže, podzemna voda se infiltrira u okršeno podzemlje.

Ova skupina naslaga izdvojena je na priložima svjetlo plavom bojom (prilog 2).

#### **Klastične slabo propusne naslage**

Klastične slabo propusne naslage su kvartarne naslage unutar kojih je izdvojeno nekoliko genetskih tipova: prašinasto glinovite naslage (**prg**), deluvijalne naslage (**d**) i barske naslage (**b**).

Istaložene su na više mjesta unutar istraživanoga područja. Barski sedimenti predstavljeni su raznobojnim glinama, prahovitim pijescima i šljuncima koji su na površini prekriveni humusom.

Ove naslage su male debljine i promjenljivoga litološkog sastava. Iako su mješavina različitih klastita, prevladavaju glinene i prašinate naslage koje pridonose njihovoj manjoj propusnosti ovisno o debljini navedenih naslaga.

Ova skupina naslaga izdvojena je na priložima žutom bojom (prilog 2).

#### **Dobro propusne stijene s pukotinsko – kavernožnom poroznosti**

Skupini dobro propusnih stijena pripadaju vapnenačke neuslojene breče eocen-oligocenske starosti (**E,OI**), vapnenci i vapnenačke breče donje krede, (**K<sub>1</sub>**), vapnenci *kredne* (**K<sub>2</sub><sup>3</sup>**, **K<sub>2</sub><sup>1,2</sup>**, **K<sub>1</sub>**) i manjim dijelom jurske **J<sub>3</sub><sup>2,3</sup>** starosti.

Vapnenci su pretežito dobro uslojeni debljine slojeva 20-50 cm. Lokalno mogu biti i deblje uslojeni, a zabilježeni su i gromadasti varijeteti. Također se unutar ove skupine stijena vapnenačkoga razvoja lokalno mogu naći manji proslojci i leće dolomita.

U hidrogeološkom smislu u ovim stijenama prevladava sekundarna poroznost. Prvenstveno ona je pukotinska, odnosno pukotinsko-disolucijska a u podzemlju se ne isključuje i špiljska, što je posljedica razlomljenosti i okršenosti, uzduž rasjeda i pukotina.

Prema tome imaju svojstvo velike vertikalne i horizontalne propusnosti, što omogućuje infiltraciju oborinskih, i horizontalnu cirkulaciju podzemnih voda. Na površini u njima su razvijene mnogobrojne ponikve i škrape.

U vapnencima, zbog tektonske razlomljenosti, velike raspucalosti i okršenosti stijenske mase, stvorena je vrlo specifična površinska i podzemna hidrografija.

U dijelovima gdje su trijaski, jurski i kredni vapnenci i dolomiti zastupljeni na površini terena prihranjivanje podzemlja se vrši izravnom infiltracijom oborina, te podzemnim doticajem iz pravaca zapada i jugozapada.

Prema strukturi poroznosti, podzemne vode se prikupljaju u podzemnim retencijama koje su razvijene duž mreže pukotinskih kanala ovisno o dubini i okršenosti stijena. Podzemne vode se najčešće dreniraju na najnižim erozijskim bazama, preko izvora promjenljive izdašnosti. Jurski i kredni vapnenci predstavljaju osnovne vodonosnike slivnog područja izvorišta Klokot i Privilica, koji se velikim dijelom prazne duž jugozapadnog oboda Bihačkog polja, na izvorima Arkovac, Klokot, Vedro polje, Žegar, Privilica i Dobrenica.

Opisane stijene ujedno izgrađuju veći dio terena za kojeg se može reći da ima **hidrogeološku funkciju propusnoga područja**. Na priložima su prikazane tamnom zelenom bojom (prilog 2).

#### **Srednje propusne stijene s pukotinskom –poroznosti**

U ovu su skupinu uvrštene također karbonatne stijene mezozoika, ali manjim dijelom kredne  $K_2^{1,2}$ ,  $K_1^{1,2}$ , a pretežito jurske starosti.  $J_3^2$ ,  $J_3^{1,2}$ ,  $J_2$ ,  $J_1^3$ ,  $J_1^{1,2}$  i  $J_1$ .

U litološkom smislu to su pretežito vapnenci i dolomiti u izmjeni, dolomitno vapnenačke breče, lokalno grebenski pločasti vapnenci, te vapnenci s lećama i proslojcima dolomita. Propusnost opisanih stijena (koje su izdvojene na grafičkim priložima), pukotinska. U opisanim stijenama treba očekivati slabiju propusnost, koja se očituje u slabijoj infiltracijskoj sposobnosti (vertikalno procjeđivanje). Također se sa dubinom hidrogeološka funkcija ovih stijena približava nepropusnom. Smatramo da izdvojene stijene koje izgrađuju strukture u razmatranom području imaju **funkciju relativne hidrogeološke barijere**. Ove stijene su prikazane svjetlijim tonom zelene boje na grafičkom prilogu (prilog 2).

#### **Slabo propusne naslage**

U slabo propusne stijene uvrštene su slabo propusne klastične naslage i slabo propusne karbonatne naslage.

Kao slabo propusne klastične naslage izdvojene su u istočnom rubnom dijelu terena (na prostoru Bihačkog polja) manji izdanci vapnovitih lapora, lapora i tufova s proslojcima ugljena u izmjeni, miocenske starosti ( $M_2$ ). Njihova je površinska rasprostranjenost u ovom dijelu terena isto ograničena, pa mogu imati funkciju samo **lokalne hidrogeološke barijere**.

Slijede karbonatne stijene krede - dolomiti i dolomitični vapnenci cenomana i turona ( $K_2^{1,2}$ ), zatim dolomiti i dolomitne breče donje krede ( $K_1$ ), dolomiti i pločasti vapnenci s rožnjacima ( $J_3$ ,  $J_3^{2,3}$ ). U ovoj skupini izdvojeni su također pločasti glinoviti vapnenci gornjeg lijasa ( $J_1^4$ ). Budući da su ove stijene u različitim strukturnim odnosima, a koji nisu za sada upoznati na zadovoljavajućoj razini, funkciju izdvojenih stijena može se definirati **relativnom hidrogeološkom barijerom** kretanju krških podzemnih voda. Navedene naslage su bazeni podzemne vode vrlo male izdašnosti, te predstavljaju podinsku barijeru krškim vodonosnicima jurskih vapnenaca i dolomita.

Na dijelovima terena gdje su tektonskim procesima dolomiti dovedeni u istu razinu s vapnencima, dolomiti imaju funkciju bočne hidrogeološke barijere.

Najstarije stijene razvijene su u centralnom dijelu terena su dolomiti gornjega trijasa ( $T_3$ ).

Ove stijene su znatno manje rasprostranjene na istraživanom području, te zbog položaja u strukturnom sklopu imaju funkciju **potpune površinske i podzemne hidrogeološke barijere**.

Na grafičkim prilogima slabo propusne karbonatne naslage prikazane su svjetlom nijansom zelene boje, dok su slabo propusne klastične naslage prikazane ružičastom bojom (prilog 2).

#### **Nepropusne naslage**

Nepropusne naslage na istraživanom području obuhvaćaju naslage donjega trijasa ( $T_1^1$ ) koje su izgrađene od pješčenjaka, škriljavaca i vapnenačkih breča sajskoga kata te škriljavaca, pješčenjaka, vapnenaca i dolomita kampilskog kata ( $T_1^2$ ). Unutar kompleksa ovih naslaga su i pojedini članovi koji prema svojim litološkim svojstvima spadaju u djelomično propusne ili čak propusne članove, ali oni ne utječu na nepropusnost čitavoga kompleksa. Na istraživanom području ove naslage predstavljaju hidrogeološku barijeru u podini propusnijih naslaga. Nepropusne naslage na razmatranom području nalaze se na području Krbavskoga polja te u jugozapadnom dijelu Koreničkoga polja, na prijelazu prema Bijelom polju.

U skupinu vodonepropusnih stijena uvrštene su i naslage sedre kvartarne starosti ( $I$ ), koje u širem području izgrađuju slapišta na Plitvicama, kao i na krškim rijekama Slunjčici, Korani i Uni. Opisane stijene imaju relativno malu površinsku rasprostranjenost, pa je stoga i njihova hidrogeološka funkcija ograničena. Njihova se funkcija stoga može definirati kao **potpuna hidrogeološka barijera kretanju površinskih voda**. Ove naslage su na prilogu su prikazane svijetlo smeđom bojom (prilog 2).

#### **4.3.2 Hidrogeološke funkcije terena**

Litološke osobitosti prisutnih stijena, njihove hidrogeološke značajke, strukturni odnosi, prostorni položaj, i geometrija geoloških tijela i morfologija terena uvjetuju hidrogeološku funkciju pojedinih dijelova područja. Prema ranije navedenim elementima, u razmatranom području, prikazanom na hidrogeološkoj karti (prilog 2), moglo se u slivnom području izvora Klokot izdvojiti hidrogeološke barijere i propusno područje.

**Hidrogeološke barijere** na istraživanom području su dijelovi terena u boranim pretežito anti-klinalnim strukturama, zatim dijelovi terena građeni od nepropusnih naslaga, te regionalni reversni rasjedi za koje postoje dokazi strukturne kompresije.

Funkciju hidrogeološke barijere na istraživanom području ima struktura Plitvice – Korenica, koja je izgrađena iz slabopropusnih dolomita gornjega trijasa u jezgri i dolomitnih naslaga lijasa u krilima. Ovo područje u cjelini sprječava dublju podzemnu cirkulaciju voda. Na području ove strukture javljaju se izvori manje izdašnosti i povremeni površinski tokovi koji se gube u ponorima u polju uz rasjedni kontakt sa strukturom Trovrh – Gola Plješivica, koja pripada propusnom području.

Potpunu hidrogeološku barijeru čine donjotrijaske naslage na površini antiklinale koja izgrađuje tektonsku jedinicu Pišač – Udbina.

Nadalje tu su antiklinalne strukture kod Meljinovca i Plitvičkih jezera s jezgrom od nepropusnih i slabopropusnih naslaga.

Hidrogeološku barijeru predstavlja i regionalni (transkurentni horizontalni rasjed) uz jugoistočni rub Bihaćkoga polja kojim su presječeni paleoputevi tečenja podzemne vode. Presječeni paleoputevi zajedno sa slabo propusnim naslagama miocena imali su za posljedicu pojavu velikih krških izvora uz rub polja (Arkovac, Brišovac, Klokot; Vedro polje, Žegar, Privilica).

**Propusno područje** izgrađeno iz vapnenaca te manjim dijelom od dolomita zauzima najveću površinu u razmatranome području. U ovom izdvojenom terenu propusne, sekundarno razlomljene i okršene karbonatne stijene, bez značajnijih ograničenja propuštaju sve oborinske vode u podzemlje i omogućavaju podzemno otjecanje. To je posebno naglašeno u zonama značajnijih rasjeda i u terenu s izrazitom krškom morfologijom (ponori, jame, vrtače, ponikve). Površinskoga otjecanja nema ili su tokovi neznatne duljine postepeno se gube ili direktno



otječu u ponore. Sve vode koje se evaporacijom ne vrate u atmosferu vrlo brzo poniru u krško podzemlje. U razmatranome slučaju ova su područja izgrađena od vapnenačkih neuslojenih breča eocen-oligocenske starosti (**E,OI**), vapnenca i vapnenačkih breča donje krede (**K<sub>1</sub>**), vapnenaca kredne (**K<sub>2</sub><sup>3</sup>**, **K<sub>2</sub><sup>1,2</sup>**, **K<sub>1</sub>**) i manjim dijelom jurske **J<sub>3</sub><sup>2,3</sup>** starosti.

**Relativne barijere** zauzimaju manji dio terena unutar propusnog područja, gdje lokalno usmjeravaju tečenje podzemnih voda (područje sjeverozapadno i jugoistočno od Plitvičkih jezera, jugoistočni dio Koreničkoga polja, ). U ovu su skupinu uvrštene također karbonatne stijene mezozoika, ali manjim dijelom kredne (**K<sub>2</sub><sup>1,2</sup>**, **K<sub>1</sub><sup>1,2</sup>**), a pretežito jurske starosti. (**J<sub>3</sub><sup>2,3</sup>**, **J<sub>3</sub><sup>1,2</sup>**, **J<sub>2</sub>**, **J<sub>1</sub><sup>3</sup>**, **J<sub>1</sub><sup>1,2</sup>** i **J<sub>1</sub>**).

#### 4.4 PRIKAZ IZVEDENIH TRASIRANJA

Od 1968. godine do danas izvršeno je niz trasiranja na slivu izvorišta Klokot i Privilica u svrhu određivanja podzemnih vodnih veza, kao i prividnih brzina tečenja podzemnih voda na slivu radi određivanja zona zaštite navedenih izvorišta. Trasiranja su prikazana na prilogu 3.

##### 4.4.1 Izvedena trasiranja u razdoblju od 1968.- 2020. godine

###### **Trasiranje ponora Koreničke rijeke, rijeke Jaruge (Krbavsko polje) i ponora Prijeboj**

U elaboratu Zaštita izvorišta Klokot kod Bihaća, Hidrogeološki istražni radovi I.faza, Industro-projekt Zagreb, 1982. godine obrađena su trasiranja izvršena do te godine. U nastavku dan je pregled izvedenih trasiranja.

Prvo hidrogeološko bojanje na slivu Klokota i Privilice izvršeno je iz ponora Koreničke rijeke 1968. godine. Nedugo zatim, 1969. godine bojanje je izvršeno iz ponora vodotoka Jaruga u Krbavskom polju, a 1982. godine je izvršeno bojanje ponora Prijeboj.

Bojenje Koreničke rijeke obavljeno je 23. 05. 1968. godine sa 30 kg uranin. Boja je opažana na petnaest lokacija, ali je zabilježena samo na izvorima na rubu Bihaćkoga polja (izvori Dobrenica, Privilica, Vedro polje, Žegar i Klokot). Izvor Klokot je udaljen od ponora Koreničke rijeke oko 11 km te je utvrđena prividna brzina podzemne vode oko 3,0 cm/s (Prilog 3).

Bojenje ponora na rijeci Jarugi izvršeno je dana 26.06.1969. godine, kada je u ponor na vodotoku Jaruga ubačeno 50 kg uranin. Opažanja boje su vršena također na više lokacija uz izvor Klokot. Boja je zabilježena samo na izvoru Klokot koji je udaljen od Jaruge oko 23 km. Izračunata je prividna brzina podzemne vode od oko 4,44 cm/s (Prilog 3).

16. 09. 1982. izvršeno je bojanje ponora Prijeboj koji se nalazi u blizini Plitvičkih jezera. U ponor je ubačeno 50 kg uranin. Pojava boje je opažana na deset opažачkih mjesta, te je utvrđeno da se boja pojavila na svim promatranim mjestima (Prilog 3).

U elaboratu Vodoistražni radovi istovremenog trasiranja toka podzemne vode na lokaciji Prijeboj i Koreničko polje, GeoAqua, Zagreb, ožujak 2020. opisana su trasiranja izvedena iz ponora Prijeboj i ponora u Koreničkom polju.

Istovremena je trasiranja provedena su 06.03.2020. iz ponora Prijeboj i iz ponora u Koreničkog Polju. U ponor u Prijeboju u trenutku ubacivanja trasera utjecalo je oko 4 l/s, dok je u ponor u Koreničkom Polju utjecalo oko 8-10 l/s. Simultano trasiranje je izvedeno traserom uraninom (Na-fluorescein, CAS-No. 518-47-8) sa lokacije ponora u Koreničkom Polju, a sa naftionatom (Na-naftionat, CAS-No. 130-13-2) sa lokacije ponora u Prijeboju.

Lokacije praćenja pojave trasera su bile: izvorišta javne vodoopskrbe Klokot (oznaka Klokot 1), Privilica i Žegar, te izvor Klokot 2 na kojem se nalazi ribnjak. Uz navedene lokacije opažanja, nakon vizualne pojave trasera uranina (traser ubačen u ponor u Koreničkom polju) na izvoru Ilijića vrelo u Vedrom Polju, djelatnici Vodovoda su započeli dodatno uzorkovanje na

izvorima u Vedrom polju (Ilijića vrelo, Panjak i Pećina).

Analizom uzoraka vode, prva pojava trasera uranina bečenog u ponore u Koreničkom polju, zabilježena je na izvoru Klokot 1 u uzorku od 11.03.2020. u 23 sata, to jest 5 dana i 9,5 sati od ubacivanja trasera 06.03.2020. u 13:30 h. Vršna vrijednost koncentracije na lokaciji Klokot 1 zabilježena je u uzorku od 13.03.2020. u 6 sati, to jest 6 dana i 16,5 sati nakon ubacivanja trasera. Sukladno udaljenosti lokacije ponora u Koreničkom polju od izvorišta Klokot 1 (11.158 m) izračunata je prividna brzina prve pojave trasera  $v_1 = 2,39$  cm/s, dok je prividna brzina najveće izmjerene koncentracije  $v_{\max.konc.} = 1,93$  cm/s. Na lokaciji uzorkovanja Klokot 2 prva pojava trasera uranina zabilježena je u uzorku od 12.03.2020. u 7 sati to jest 5 dana i 17,5 sati od trenutka upuštanja trasera u ponor u Koreničkom polju. Maksimalna koncentracija trasera uranina zabilježena je u uzorku od 13.03.2020 u 18 sati (proteklo vrijeme 7 dana i 4,5 sata). Temeljem udaljenosti lokacije uzorkovanja Klokot 2 od lokacije upuštanja trasera u Koreničkom polju (11.050 m) izračunata je prividna brzina prve pojave trasera koja iznosi  $v_1 = 2,23$  cm/s te prividna brzina najveće izmjerene koncentracije koja iznosi  $v_{\max.konc.} = 1,78$  cm/s. U konačnici, analizom uzoraka vode uzetim na izvorištima Klokot 1 i Klokot 2 i Ilijića vrelo utvrđena je pojava trasera uranina. Na izvorištima Privilica i Žegar, te u uzorcima dodatnih lokacija opažanja na izvorima Panjak i Pećina nije utvrđena pojava trasera uranina (Prilog 3).

Analizom prikupljenih uzoraka vode utvrđena je pojava trasera naftionata (traser ubačen u ponor Prijeboj) na izvorištu Klokot 1. Prva pojava trasera utvrđena je u uzorku uzetom 21.03.2020. u 12 sati, to jest 14 dana i 22 sata od trenutka upuštanja trasera u ponor u Prijeboju 06.03.2020. u 14 sati. Vršna vrijednost izmjerena je u uzorku uzetom 27.03.2020. u 12 sati (nakon 20 dana i 22 sata). Udaljenost izvorišta Klokot 1 od lokacije upuštanja trasera naftionata iznosi 10.529 m te je izračunata prividna brzina prve pojave trasera  $v_1 = 0,82$  cm/s, dok prividna brzina najveće izmjerene koncentracije iznosi  $v_{\max.konc.} = 0,58$  cm/s. U zadnjem uzorku, dana 31.03.2020., izmjerena je koncentracija naftionata 5,9 ppb, što znači da je nakon prestanka uzorkovanja traser i dalje istjecao na predmetnoj lokaciji (Prilog 3).

Analizom uzoraka prikupljenih na lokaciji Klokot 2 utvrđena je pojava trasera naftionata. Pritom je prva pojava zabilježena u uzorku od 22.03.2020. u 12 sati (15 dana i 22 sata nakon upuštanja trasera u podzemlje), dok je vršna vrijednost koncentracije trasera zabilježena u uzorku uzetom 26.03.2020. u 12 sati (19 dana i 22 sata). Prisutnost trasera naftionata registrirana je u zadnjem uzorku (5,9 ppb) što znači da do kraja uzorkovanja nije došlo do potpunog istjecanja trasera iz podzemlja. Uzimajući u izračun udaljenost lokacije opažanja Klokot 2 od ponora u Prijeboju (10.585 m) utvrđena je prividna prva pojava trasera  $v_1 = 0,77$  cm/s. Izračunata prividna brzina najveće izmjerene koncentracije iznosi  $v_{\max.konc.} = 0,61$  cm/s (Prilog 3).

Analizom svih uzoraka na pojavu trasera naftionata utvrđena je njegova prisutnost na lokacijama opažanja Klokot 1 i Klokot 2, dok traser nije registriran u uzorcima sa izvorišta Privilica i Žegar. Na lokacijama dodatnog uzorkovanja u Vedrom Polju, izvorima Ilijića vrelo, Panjak i Pećina nije utvrđena pojava trasera naftionata.

17.06.2020. boja je ubačena u Pejićev ponor na Krbavskom polju. Ubačeno je 50 kg Na – fluoresceina. Trasiranje je izvedeno kod niskih razina podzemne vode, te se do sada (04.08.2020.) boja nije pojavila na opažaćkim mjestima uz rub bihačkog polja. Prema naputku nadzornog inženjera Hrvatskih voda, uzimanje uzoraka vode sa opažaćkim mjesta uz rub bihačkog polja, bi se trebalo nastaviti do trenutka istjecanja boje.

#### **Trasiranje vrtače na odlagalištu čvrstog otpada Vučjak**

U elaboratu *Zaštita izvorišta Klokot kod Bihaća, Zone sanitarne zaštite III.faza, Ina Projekt Zagreb, 1984. godine* obrađeno je trasiranje provedeno sa deponije Vučjak radi određivanja zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot.

Trasiranje je provedeno sa 40 kg uranina iz vrtače Vučjak u kojoj je smještena deponija smeća.

Boja je opažana na 15 mjesta (Prilog 3). Boja se pojavila na izvorima Klokot 1 i 2, Privilica, Žegar i Vedro polje na obodu Bihaćkoga polja. Prividna brzina podzemne vode do izvora Klokot koji je udaljen od navedene vrtače 4,5 km, je 6,58 cm/s. Do izvora Privilica koji je 4,65 km udaljen od deponije Vučjak (određena je prividna brzina podzemne vode od 5,86 cm/s.)

#### **Trasiranje vrtače na vojnom objektu Željava**

U sklopu elaborata Zaštita izvorišta Klokot, Privilica i Žegar kod Bihaća Dopunski hidrogeološki i sanitarno – istražni radovi, Faza V, Ina – projekt Zagreb, 1987. opisano je trasiranje provedeno na području objekta specijalne namjene Željava. Boja je opažana na devet opažačkih mjesta. Ubačeno je 30 kg uranina, te je boja nakon 40 sati od ubacivanja boje registrirana na izvoru Klokot, a nakon 32 sata na izvoru Privilica. Boja je zabilježena i na ostalim opažačkim mjestima duž Bihaćkog polja: Žegar, Vedro polje, Arkovac, Brišovac i Bistrica-Gata. Prividna brzina podzemne vode do Klokota iznosila je 5,47 cm/s, a do izvora Privilica 11,94 cm/s (Prilog 3).

#### **Trasiranje vrtače Rastovača**

*Izveštaj o trasiranju ponora u Rastovači, Geotehnički fakultet Varaždin, 2005 godine* donosi podatke o izvršenom trasiranju ponora u selu Rastovača koji je glavni recipijent za otpadne vode najvećega dijela Nacionalnoga parka Plitvička jezera. Trasiranje je izvedeno 21.04.2005. za vrijeme kada je veliki vodni val bio u povlačenju. U ponor je ubačeno 30 kg uranina. Pojava boje se opažala na sedam opažačkih mjesta, s time da se boja na Korani, Barića pećini, Gavranića vrelu i Kukuruzovića vrelu detektirala uz pomoć aktivnog ugljena. Osim na izvoru Klokot, boja se nije pojavila na ostalim opažačkim mjestima. Na opažačkom mjestu izvora Klokot vršilo se uzorkovanje i analiza uzoraka u Hidrogeokemijskom laboratoriju na Geotehničkom fakultetu u Varaždinu. Izvor Klokot je udaljen 17,6 km od ponora Rastovača i na njemu se boja pojavila nakon 428 sati od ubacivanja boje. Izračunata je prividna brzina podzemne vode od 1,14 cm/s (Prilog 3).

#### **Trasiranje iz bušotine PB-1**

U sklopu hidrogeoloških istraživanja na lokaciji uređaja za pročišćavanje otpadnih voda na NP Plitvička jezera i općini Rakovica, Geotehnički fakultet Varaždin, 2007. godine izvršeno je trasiranje iz bušotine PB-1 koja je izbušena u blizini Drežnik Grada. Trasiranje je izvršeno 25. rujna 2007. godine, dok je opažanje organizirano na Gavranića vrelu, Baračevom vrelu i izvoru Klokot. Uzorci su analizirani u Hidrogeokemijskom laboratoriju na Geotehničkom fakultetu u Varaždinu.

Prva pojava trasera zabilježena je na izvoru Klokot kod Bihaća sa prividnom brzinom 1,128 cm/s, ali vrlo male koncentracije (Prilog 3). Prema rezultatima trasiranja može se zaključiti da je evidentna podzemna veza sa izvorom Klokot kod Bihaća u BiH, ali relativno mali dio podzemne vode otječe prema tome izvoru. U ovom slučaju, kako se radilo trasiranje iz bušotine, najveći dio trasera ostao je u podzemlju u razini točke ubacivanja te se tek nakon prvih kiša (kada je koritom potekla Korana) pojavio neposredno kod točke ubacivanja. Nemoguće je izdvojiti površinski od podzemnog dijela pronosa trasera prema Gavranića vrelu.

To dokazuje da dio vode podzemno otječe prema Klokotu, ali se glavnina zadržava u vodonosniku u neposrednoj blizini. Očito je da u podzemlju postoji barijera podzemnih tokova koja omogućuje prelijevanje dijela podzemnih voda prema Klokotu, dok ostali dio ostaje sa sjeveroistočne strane te barijere i usmjerava se prema Gavranića vrelu. Iz svega navedenoga zaključak je da ovdje možemo govoriti o pojavi bifurkacije, odnosno prihranjivanja sliva Une iz sliva Korane.

### **Trasiranja iz Stankovića ponora u Trnovac polju**

U sklopu izvještaja Vodoistražni radovi u cilju zaštite izvorišta Krbavica, II. faza - Trasiranje ponora na Trnovac polju, Hrvatski geološki institut, Zagreb, 2010. godine, opisana su dva trasiranja izvedena iz ponora na Trnovac polju.

Prvo trasiranje izvedeno je 30. 03. 2010. godine za vrijeme kada je veliki vodni val bio u povlačenju. Tom prilikom u ponor je upušteno 5 kg uranina otopljenoga u 100 l vode uz dodatak 2 kg NaOH. U vrijeme upuštanja trasera u ponor je uviralo 45 l/s vode. Boju se opažalo na 12 mjesta. Boja se pojavila na Tonkovića vrilu, Klanacu i Majerovom vrelu koji se nalaze u slivu rijeke Gacke. Boja se na Tonkovića vrilu pojavila nakon 170 sati, na Klanacu nakon 164 sata, a na Majerovom vrelu za 212 sati. Prividne brzine podzemne vode su bile redom: 2,62 cm/s, 2,72 cm/s i 2,32 cm/s.

Ovim trasiranjem potvrđeno je da podzemne vode sa područja Trnovac polja teku prema slivu Gacke, te da ne gravitiraju slivu izvorišta Klokot i Privilica.

### **Trasiranja iz Šuputove drage na Homoljačkom polju**

U elaboratu *Trasiranje ponora Šuputove drage na Homoljačkom polju, Hrvatski geološki institut, Zagreb, 2013.* opisana su trasiranja koja su provedena iz Homoljačkoga polja u cilju prikupljanja dodatnih podataka potrebnih za izradu prijedloga zaštitnih zona za izvorište Krbavica. Trasiranje je izvršeno 12. 3. 2013. u vrijeme visokih voda na slivu Krbavice sa 75 kg Naphthionata. Boja je opažana na dvanaest lokacija (Prilog 3). Trasiranjem ponora Šuputove drage na južnom rubu Homoljačkog polja utvrđena je njegova podzemna vodna veza s izvorima rijeke Gacke: Tonkovića vrilo, Klanac i Majerovo vrilo. Na ostalim opažanim izvorima boja se nije pojavila. Prividna brzina tečenja podzemne vode prema Tonkovića vrilu je bila 4,37 cm/s, prema izvoru Klanac 4,37 cm/s i prema Majerovom vrelu 3,89 cm/s.

Ovim trasiranjem potvrđeno je da vode s Homoljačkoga polja teku prema slivu Gacke, te da ne gravitiraju slivu izvorišta Klokot i Privilica.

### **Trasiranje na visoravni Kuselj**

Trasiranje iz ponora Kuselj obavljeno je u dva navrata: 1978. i 1999. godine. Trasiranje je obavljeno radi definiranja sjeverne granice NP Plitvice. Podaci o trasiranju preuzeti su iz rada Marušić i Ćuruvija (1990-91) i prikazani su u tablici 1.

Prvo trasiranje s ponora Kuselja obavljeno je 22. 09. 1978. godine, sa 6 kg uranina. Traser je registriran nakon 17 dana na lijevom malom pritoku Sartuka (Mliništa).

U okviru istražnih radova u 1999. godini 9. 09. 1999. izvedeno je trasiranje iz bušotine/bunara kraj izvora Kuselj (Ivičić, 1999), kada je ubačeno 20 kg uranina. Traser se nakon 15 minuta pojavio na izvoru Kuselj, polagano je uvirao u vodu u predponornom retencijskom prostoru. Traser se nije pojavio nigdje na očekivanim mjestima opažanja ni nakon 30 dana kada je prekinuto opažanje i uzimanje uzoraka.

Trasiranje provedeno na bušotini/bunaru odnosno posredno na ponoru Kuselj upućuje da se vode s Kuselja dreniraju prema sjeveru prema Slušnici ili u smjeru gornjeg toka Korane. Ovim trasiranjem definirana je sjeverna granica između sliva Korane i sliva izvora Klokot.

### **Trasiranje Kozjan**

Trasiranje sa područja Kozjan vršeno je 21. 3. 1975. godine. Boja se pojavila na Tonkovića vrelu u slivu Gacke nakon 12 dana. Navedeno trasiranje se ne uzima sa sigurnošću, jer se analiza vršila vizualnom determinacijom što nije potpuno sigurno.

U blizini Kozjana nalazi se Čanak otkuda je 2019. godine vršeno trasiranje. Opažanje se vršilo na izvorima Gacke gdje se boja pojavila nakon 33 dana. Navedeni elaborat je trenutno u izradi.

**Trasiranje iz Brezovca**

U elaboratu *Hidrogeološka istraživanja za ocjenu mogućnosti zahvata pitke vode na širem području Plitvičkih jezera, HGI, Zagreb, 2003.* godine navodi se da je trasiranje sa Brezovca vršeno u par navrata :1979. i 1980.godine. 1979. godine boja se iz pećine u Brezovcu nakon 14 sati pojavila na izvoru Crno vrelo i Pećina na Plitvicama. Određena je prividna brzina od 10,91 cm/s. 1980. boja se iz Brezovca nakon 46 sati pojavila na Crnom vrelu i Pećinu, te je određena prividna brzina od 3,86 cm/s (Prilog 3).

**Trasiranje na Babinom potoku**

Trasiranjem na Babinom potoku dokazana je veza sa izvorima Gacke čime je definiran taj dio razvodnice između crnomorskog i jadranskog sliva odnosno definirana je granica zaštitnog područja u njenom zapadnom dijelu.

Tablica: Sažetak provedenih tragova

Lokacija bojenja	Datum bojenja	Mjesto pojave	Udaljenost	Prividna brzina	
			(km)	(m/h)	(cm/s)
Korenička River ponor	23.05.1968	Dobrenica spring	12.0	99.72	2.77
		Privilica spring	12.0	99.72	2.77
		Vedro polje	10.0	70.56	1.96
		Žegar spring	10.0	70.56	1.96
		Klokot spring	11.0	124.92	3.47
	06.03.2020	Klokot 1	11.2	86.04	2.39
		Klokot 2	11.1	80.28	2.23
		Iljića vrelo	12.4		
Jaruga ponor	25.06.1969	Klokot 1	23.0	159.72	4.44
Krbavsko polje- Pejića ponor	17.06.2020.	04.08.2020. Boja se još nije pojavila, uzimanje uzoraka se nastavlja do istjecanja boje na izvoru			
Prijeboj ponor	16.09.1982	Klokot 1	11.5	237	6.58
		Klokot 2	11.5	137	3.81
	06.03.2020	Klokot 1	11.5	29.52	0.82
		Klokot 2	11.5	27.72	0.77
Vučjak Landfill	09.10.1984	Klokot 1	20.0	237	6.58
		Klokot 2	19.0	232	6.44
		Privilica	22.0	211	5.86
		Žegar	93.0	28.5	0.79
		Vedro polje, Pećina	124.0	13.7	0.38
Željava ponor	02.07.1987	Klokot 1	6.5	197	5.47
		Klokot 2	6.6	161	4.47
		Privilica	13.8	430	11.94
		Žegar	11.9	260	7.22
Rastovača ponor	21.04.2007	Klokot 1	17.6	41.04	1.14
PB-1, Drežnik	25.09.2007	Klokot	18.0	40.61	1.13
Stanković ponor/ Trnovac polje	30.03.2010	Tonkovićevo vrilo	16.1	94.32	2.62
		Klanac	16.1	97.92	2.72
		Majerovo vrelo	17.7	83.52	2.32
	24.04.2010	Klanac	16.1	54.36	1.51
		Majerovo vrelo	17.7	56.88	1.58
Šuputova draga - Homoljačko polje	12.03.2013.	Majerovo vrelo	19.3	140.04	3.89
		Klanac	17.9	157.32	4.37
		Tonkovićevo vrilo	17.9	157.32	4.37
Kuselj ponor	22.9.1978.	Mliništa	1.3	110.16	3.06
Brezovac	17.11.1979.	Crna rijeka	14.0	392.76	10.91
		Pećina spring	28.0	231.84	6.44
	21.3.1980.	Crna rijeka	36.0	152.64	4.24
		Pećina spring	46.0	138.96	3.86

### **Zaključak**

U ovome poglavlju prikazana su bojanja koja su u razdoblju od 1968. do 2020. godine izvršena na području sliva izvora Klokot ili na njegovim rubnim dijelovima čime su potvrđene veze trasiranih ponora sa izvorima na rubu Bihaćkoga polja ili je determinirana granica prema drugim slivovima.

Zabilježene su različite prividne brzine tečenja podzemne vode. Tako su se izmjerene brzine podzemne vode koje teku ka izvoru Klokot kretale od 125 do 237 m/h, dok su za izvor Privilica utvrđene brzine podzemnog toka od 95 do 430 m/h. Ovakve razlike najvećim dijelom su posljedica hidroloških uvjeta pri kojima su vršena trasiranja, ali se razlike mogu javiti i uslijed različitog intenziteta okršnosti vapnenačkog podzemlja.

#### **4.4.2 Izračun pronosa trasera**

##### **Trasiranje iz bušotine PB-1 (2007. godine)**

Za izračun pronosa boje iz bušotine PB-1 do izvora Klokot korišten je niz mjerenih protoka na izvoru Klokot (12.10.2007. do 21.10.2007.) te izmjerena koncentracija trasera (ng/L).

U bušotinu je ubačen uranin 25.09.2007. godine. Traser se pojavio 12.10.2007. godine.

Srednji protok na izvoru Klokot za promatrano razdoblje, koje je uzeto za proračun pronosa boje, je  $Q_{sr}=10,09 \text{ m}^3/\text{s}$ . Srednja koncentracija trasera u promatranom razdoblju je 19,92 ng/L. Dobiveni pronos boje na izvoru Klokot je 0,63%. Evidentno je da je samo dio boje istekao na izvoru Klokot, te da je dio trasera ili ostao u podzemlju ili površinski potekao prema rijeci Korani.

##### **Trasiranje iz ponora Prijeboj i Koreničkog polja (2020. godine)**

U razdoblju od 5.3. 2020. (uzeti nulti uzorci) do 31.3. 2020. izvedeno je simultano/istovremeno trasiranje ponora u Koreničkom Polju i ponora u Prijeboju s dva različita trasera (GeoAqua, 2020). U ponor u Koreničkom polju 6.3.2020. godine ubačeno je 50 kg trasera natrijevog fluoresceina, a istog dana ubačeno je i 250 kg trasera natrijevog naftionata u ponor u Prijeboju. Pojava trasera opažana je digitalnim fluorimetrom tvrtke Allbilja Sarl (Švicarska) GGUN-FL30 na izvorima Klokot 1, Klokot 2, Privilica, Žegar, Ilijića vrelo, Pećina i Panjak.

Traser natrijev naftionat pojavio se na izvorištu Klokot 1 i Klokot 2 u koncentracijama višim od granice određivanja mjernom tehnikom. Pojava natrijevog fluoresceina ustanovljena je na izvorima Klokot 1 i Klokot 2 te na Ilijića vrelo.

Na ostalim izvorima nisu ustanovljene koncentracije trasera više od granice određivanja (detection limit) korištenog digitalnog fluorimetra.

Na osnovu srednjih vrijednosti dnevnih protoka i izmjerenih koncentracija pojedinih trasera izračunat je njihov pronos u kilogramima i postotcima

**Tablica.** Izračunat pronos trasera na izvorištu Klokot (Klokot 1 + Klokot 2)

	Pronos trasera (kg)	Pronos trasera (%)
Na fluorescein	9,81	19,62
Na naftionata	12,81	5,12

Reativno niske vrijednosti pronosa trasera mogu biti posljedica više faktora:

- velikog razrijeđenja u vodonosnicima koji napajaju izvorišta kao posljedica disperzije i difuzije trasera,

- nejednolike raspodjele vremena opažanja trasera te su možda maksimumi koncentracije trasera istekli u međuvremenu između dva mjerenja,
- niske granice određivanja koncentracije trasera korištenim instrumentom,
- količine ubačenog trasera u ponore koja se u nekim budućim trasiranjima može povećati
- hidroloških prilika karakterističnih za srednje vode.

#### 4.5 DEFINIRANJE HIDROGEOLOŠKOG SLIVA IZVORA KLOKOT I PRIVILICA

Formiranje i kretanje vode na obrađivanom području u direktnoj je vezi s naprijed opisanom litostratigrafskom građom terena, strukturno tektonskim odnosima i hidrogeološkim svojstvima stijena. Za tumačenje tečenja voda i pojava izvora odlučujuću ulogu imaju hidrogeološke funkcije terena, pri čemu se osim o hidrogeološkim svojstvima stijena i rasjednoj tektonici posebno u obzir moraju uzeti strukturne forme. Pretežno karbonatna građa terena u kojoj prevladavaju dobro propusne vapnenačke stijene, u znatnoj mjeri rasjedima razlomljene a potom okršene, otežava definiranje smjerova, kao i brzina tečenja podzemnih voda i općenito tumačenje hidrogeoloških odnosa, što je osnova definiranja zaštitnih područja.

Prema ranijem opisu tektonske građe istaknuta je tektonika blokova gdje su izdvojene pojedine tektonske jedinice omeđene izrazitim rasjedima. Ovom prilikom treba naglasiti hidrogeološku funkciju terena gdje osim hidrogeoloških svojstava stijena u funkciji tečenja voda ima forma strukture pri čemu antiklinalne forme treba generalno uzimati kao moguće barijere, koje usporavaju ili sprječavaju tečenje voda.

Tako se unutar šireg propusnog područja koje prevladava na istraživanom terenu mogu izdvojiti, pojedine veće strukture ili dijelovi struktura (geološka tijela) omeđena rasjedima regionalnog značenja što može poslužiti kod tumačenja pojave izvora i sagledavanja tečenja podzemnih voda kao i određivanja granica zaštite.

Granica zaštitnog područja označena je na karti punom crtom bez obzira na sigurnost i procijenjenu točnost njezinog stvarnog položaja. S obzirom da je najveći dio terena izgrađen iz karbonatnih znatno okršanih naslaga, položaj ucrtane **razvodnice trebao bi odgovarati zonarnoj razvodnici**, gdje položaj može znatnije varirati bilo zbog kompleksne hidrogeološke građe terena ili zbog promjena razina podzemnih voda.

Razvodnica je sa većom točnošću locirana na potezima gdje prolazi preko terena koji su izgrađeni iz slabopropusnih ili nepropusnih stijena, gdje teren ima funkciju hidrogeološke barijere (Lička Jesenica, Plitvička jezera, Udbina) ili područje koje pripada antiklinalnoj formi – tektonski blok Meljinovac (južno od izvora Žegar i Privilica).

Kod određivanja granice zone sanitarne zaštite odnosno utvrđivanja pripadnosti nekoj zaštitnoj zoni najveća pomoć bili su rezultati trasiranja podzemnih tokova. Trasiranja podzemnih tokova posebno su značajna za razgraničenje Jadranskog i Crnomorskog sliva na zapadnom dijelu (Krbavsko polje do Plitvica) i u području „visećeg toka“ Korane. Najmanje je trasiranjem pokriveno jugoistočni dio zaštitnog područja (između Privilice i Krbavskog poja) gdje je moguće najveće odstupanje položaja razvodnice – granice zaštitnog područja.

Zapadna granica, odnosno granica sliva izvora Klokot i Privilica je ujedno i granica prema Jadranskom slivu. Depresija Krbavskog polja s koje se vode dreniraju prema štice izvorima (Klokot, Privilica) s jugozapadne strane je omeđena dobro definiranom razvodnicom, koja u širem području od Udbine prema Srednjoj Gori prolazi preko terena koji pripada antiklinali izgrađenoj iz donjotrijaskih klastita (tektonska jedinica Pišač – Udbina).

Dalje se zapadna granica nastavlja u područje Podlapača, gdje je razvodnica definirana pojavom izvora i ponora koji gravitiraju prema Krbavskom polju, od onih odakle voda otječe u smjeru zapada (Jadova, Ričica). Nadalje na sjever razvodnica - granica prolazi sa zapadne



strane Krbavskog polja gdje je sve do Bunića zonarna s relativno manjim odstupanjem od ucrtanog položaja. Kod Bunića je granica prema izvoru Gacke dobro definirana trasiranjem u području Kozjena. Dalje, granica zaštitnog područja skreće na sjeveroistok obilazeći izvore Krbavice te istočno od Trnovca (dokazano trasiranjem) odlazi u Homoljačko polje preko Brezovca (Crna i Bijela rijeka, dokazano trasiranjem). Nakon toga granica se na području Vrhovina odvaja od Jadransko – Crnomorske razvodnice, te prati razvodnicu koja dijeli sliv Ličke Jesenice i sliv Plitvica.

Na području istočno od Kuselja, koje izgrađuju dobro propusne naslage gornje krede u sastavu sinklinale strukture, granica se nastavlja prema istoku do kontakta propusnih krednih naslaga sa tektonskom jedinicom koja je građena od dolomitnih slabopropusnih naslaga trijasje starosti. Dakle, na ovoj dionici granica je nedefinirana i ima zonarni karakter. Podzemne vode iz ove sinklinale otječu podzemljem prema Klokotu (dokazano trasiranjem).

Najznačajnija saznanja o povećanju područja koje će obuhvatiti zaštitne zone izvora Klokota i Privilice dobivena su trasiranjima podzemnih tokova uz korito rijeke Korane (vrtača Rastovača i bušotina PB-1). Zato će se u nastavku detaljnije opisati navedeni dio sliva koristeći se podacima izvještaja (Biondić et al 2007).

Sjeveroistočnim rubom jezera Kozjak i dalje preko naselja Plitvica te prema izvoru Plitvice se prostire regionalni rasjed, koji odvaja slabo vodopropusne dolomite od generalno okršenog medija krednih vapnenaca. Nakon tog rasjeda površinske vode se postepeno gube i započinje zona poniranja koja se u konačnici manifestira potpunim isušivanjem rijeke Korane (u sušnom razdoblju) nizvodno od naselja Luketić (nešto uzvodno od Koranskog mosta). Navedeni rasjed također bitno utječe na smanjenje protoka vodotoka Plitvica nizvodno od Hajdukovića mlina tijekom sušnih razdoblja što utječe na bitno smanjenje količine vode na Velikom slapu Plitvičkih jezera.

Do trasiranja u Rastovači 2005. godine (Biondić et al 2006) smjerovi tečenja podzemne vode nizvodno od jezera Kozjak i velikog rasjeda koji se proteže od Ličke Jesenice sve do Koreničkog polja bili su pretpostavljeni, ali praktički nepoznati. Naime, do tada u tom području nije bilo izvedeno niti jedno trasiranje te se nije sa sigurnošću moglo govoriti o povezanosti ovog područja s izvorištem Klokot u slivu rijeke Une, odnosno o povezanosti ova dva velika podzemna sustava.

Rijeka Korana, nizvodno od Luketića, gotovo svake godine u zadnjih desetak godina, presuši i ostaje bez vode od kasnog proljeća sve do prvih jesenskih kiša. U tom razdoblju Korana je suha u pojasu od Luketića, koji se nalaze između jezera Kozjak i Koranskog mosta, pa se sve do Gavranića mosta, gdje nailaskom na vodonepropusne dolomitne stijene trijasje starosti ponovo postaje stalna rijeka do svog ušća u Kupu kod Karlovca.

Očito je da u podzemlju postoji barijera podzemnom tečenju građena od dolomita i dolomitičnih vapnenaca kredne starosti. Proteže se na području Crne kose i Selišta u sjevernom dijelu preko Medvedka u središnjem dijelu strukture do Ličkog Petrovog Sela.

Barijera omogućuje prelijevanje dijela podzemnih voda prema Klokotu, dok ostali dio ostaje sa sjeveroistočne strane te barijere i usmjerava se prema Gavranića vrelu. Da nema takove barijere razina podzemne vode na području Drežnik Grada bila bi puno dublja od 10 metara ispod korita Korane u razdoblju kada je korito suho.

U uvjetima suhog korita Korane glavina podzemne vode se zadržava u vodonosniku i dijelom otječe prema Gavranića vrelu gdje nailaskom na dolomite izvire te Korana postaje stalna rijeka, dok manji dio vode otječe prema izvoru Klokot. Na gore opisanom području sliv izvorišta Klokota i Privilice se preklapa sa slivom rijeke Korane. Granica ovom području je zonarna.

U vrijeme suhog korita Korane izvedena je pijezometarska bušotina PB-1 kojom su upotpunjena saznanja o hidrogeologiji ovog dijela zaštitnog područja.

Pijezometarska bušotina PB-1 (110 m) izvedena je za potrebe ispitivanja upojnosti podzemlja i izvođenja trasiranja podzemnih tokova. Nakon izgradnje pijezometarske konstrukcije izmjerene su fizikalne veličine vodonosnika (CND, T) koje pokazuju postepeno snižavanje temperature, odnosno snižavanje vrijednosti elektrolitičke vodljivosti sa dubinom što ukazuje na „živi“ vodonosnik. U uvjetima suhog korita razina podzemne vode nalazi se oko 10 m ispod razine korita što dokazuje da je pojava presušivanja Korane u zoni budućeg uređaja, zapravo rezultat sniženja razine podzemne vode. Nakon većih kiša podzemlje se puni pa povećanjem razine podzemne vode dolazi do ponovnog tečenja Korane. Također, uz korito i u samom koritu pojavljuju se brojni povremeni izvori.

Trasiranje toka podzemne vode izvedeno je 25. rujna 2007. godine, nakon čega je uspostavljena mreža opažanja na izvorima Klokot, Gavranića vrelo i Baračevo vrelo. Prva pojava trasera je zabilježena na izvoru Klokot sa prividnom brzinom od 1,128 cm/s, ali izuzetno male koncentracije (27,39 ng/L). Glavnina trasera je istekla direktno u korito Korane u neposrednoj blizini mjesta injektiranja nakon kiše i podizanja razine podzemne vode. Tada se u i uz korito Korane pojavljuju brojna mjesta izviranja i Korana počinje teći. Tek kasnije, 19. listopada zabilježena je pojava trasera i na Gavranića vrelo i 23. listopada na Baračevom vrelo. To dokazuje da samo manji dio vode podzemno otječe prema Klokotu, ali se glavnina zadržava u vodonosniku u neposrednoj blizini. Trasiranje podzemnih tokova je izvedeno je u izrazito sušnim uvjetima, ali dobivene brzine podzemnih tokova od 1,128 cm/s, iako male koncentracije, odgovara razini III. zone sanitarne zaštite što potvrđuje potrebu izgradnje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda. Područje sjeverozapadno od PB-1 je nedovoljno istraženo, međutim zbog tektonske građe, hidrogeoloških karakteristika stijena kao i orografije okolnog terena taj dio terena je ipak uključeno u hidrogeološki sliv Klokota i Privilice.

Iz svega navedenog u dosadašnjem tekstu, zaključuje se da se na sjeverozapadnom i sjevernom dijelu sliva izvorišta Klokot radi o pojavi značajne bifurkacije odnosno prihranjivanja sliva izvora Klokot iz sliva rijeke Korane. U navedenom dijelu sliv Plitvičkih jezera je pouzdano definiran, smješten je na nepropusnoj trijaskoj antiklinali te se drenira preko rijeke Korane.

Međutim, kako je već rečeno u dosadašnjem tekstu, Korana od Luketića do Gavranića vrelo ima funkciju ponorne zone. U tom dijelu rijeka Korana ima tzv. viseći tok, što bi značilo da kod visokih voda, Korana teče površinskim tokom, vode prelijevaju ponornu zonu i teku nizvodno prema Gavranića vrelo. Međutim, kod niskih voda korito Korane na ovom dijelu je suho, vode se gube u podzemlje. Na navedenoj dionici rijeka Korana nema pritoka kao ni stalnih ili povremenih izvora u bokovima, ona nije erozijska baza, što upućuje da i u vrijeme visokih voda dolazi do otjecanja kroz podzemlje. Dakle, u svim hidrološkim uvjetima dolazi do otjecanja podzemne vode s područja Plitvičkih jezera u sliv Klokota što je dokazano trasiranjem iz Rastovače i bušotine PB-1.

Kako se radilo o malim koncentracijama ustanovljenoga trasera na izvorima uz bihačko polje, može se govoriti o razmjerno maloj količini vode s navedenoga područja. Zaključno, vode Korane prihranjuju sliv Une odnosno izvora Klokot, tako i moguće zagađenje koje se nađe u rijeci Korani ili na njenom slivu, može zagađiti i izvor Klokot. Zbog navedenoga je bilo neophodno cijelo područje definirati kao zonu sanitarne zaštite.

Istočna granica zaštitnog područja ide preko miocenskih naslaga uz zapadni rub bihačkog bazena gdje je razvodnica definirana morfologijom terena unutar miocenskih naslaga.

Jugoistočni dio granice definiran je hidrogeološkom barijerom koju čini antiklinalna struktura s trijaskom jezgrom (tektonski blok Meljinovac). Granica je na tom području dokazana trasiranjem, naime utvrđena je veza ponora iz Krbavskog i Koreničkog polja s izvorima Klokot i Privilica dok je izostala veza s uzvodnim izvorima uz Unu (Toplica i Loskun).

Od ove barijere do područja Udbine položaj hidrogeološke razvodnice je-korigiran u odnosu na prijašnje zaštitno područje. Naime granica je prije bila definirana samo prema orografiji,

dok je sada uzeta u obzir i hidrogeološka građa terena, pa je granica postavljena na kontaktu nepropusnih jurskih naslaga sa propusnim donjokrednim naslagama. Za sada nema drugih elemenata na osnovu kojih bi na ovome dijelu granicu smatrali pouzdanom (nije u potpunosti definirana veza ovog dijela terena sa izvorištem Loskun).

Iz svega gore navedenog i opisanog proizlazi da dolazi do znatnog proširenja zaštitnog područja u odnosu na onaj određen Studijom iz 2004. godine.

Površina sliva čije područje gravitira izvorima uz rub Bihaćkog polja je 737,5 km<sup>2</sup>. Slivno područje oko Plitvičkih jezera je područje gdje je granica sliva zonarna ivode sa ovoga dijela sliva samo manjim dijelom teku prema prema izvorištima uz rub Bihaćkog polja, ali ipak teku. Površina ovog oko Plitvičkih jezera dijela slivnog područja iznosi 214 km<sup>2</sup>.

Dakle ukupna površina hidrogeološkog sliva izvora Klokot i Privilica je 951,5 km<sup>2</sup>, od toga se 90,5 km<sup>2</sup> od ukupne površine nalazi u Bosni i Hercegovini dok se dio površine od 861 km<sup>2</sup> nalazi u Republici Hrvatskoj.

Navedeno povećanje površine u sjeverozapadnom dijelu sliva prvenstveno se odnosi na povećanje površine koja će se trebati dodatno štiti, međutim povećana površina u manjoj mjeri utječe na ukupnu količinu vode koja je obuhvaćena slivom izvorišta Klokot i Privilica.

Do sada izvedenim hidrogeološkim istraživanjima dokazano je da se sliv prihranjuje i iz proširenoga dijela sliva na sjeverozapadu, no ne može se govoriti o novim količinama vode na slivu jer su dotoci s toga dijela sliva već dio mjerenih podataka na izvorištima u bihaćkome polju, samo to do sada nije bilo poznato i dokumentirano s rezultatima najnovijih trasiranja i hidroloških motrenja i mjerenja.

## 4.6 HIIDROLOŠKE ZNAČAJKE

### 4.6.1 Osvrt na prethodnu obradu u elaboratu projekat zaštite izvorišta Klokot i Privilica općina Bihac

Iz institut za Hidrotehniku građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, 2004 (mr. sc. Esena Kupusović, dipl. ing. građ.)

Elaborat se sastoji iz 162 stanice teksta i 32 grafička priloga. Ovdje se – zbog povezanosti u elaboratu obrađene materije s hidrologijom – daje osvrt na cijeli elaborat, a ne samo na rezultate hidroloških obrada.

Nakon općenitih prvih stranica, popisa suradnika i sadržaja slijedi **Projektni zadatak**. Elaborat je izrađen u skladu s projektnim zadatkom i podijeljen na šest dijelova te sedmi – bibliografiju. Slijede: Nacrt odluke o zaštiti izvorišta vode za piće Klokot i Privilica, Obrazloženje te odluke i prilozi.

U prvom dijelu, **Uvod**, daju se općeniti podaci o položajima i kapacitetima za vodoopskrbu Bihaća iz izvora Klokot, s kojega se zahvaća 250-280 l/s i izvora Privilica sa zahvaćanjem 120 l/s, dijelom za Bihać te još i za naselja Ripač i Sokolac. U vodoopskrbnome sustavu na tome području koristi se voda iz još tri izvora, znatno manjih kapaciteta od Klokota i Privilice: Žegar oko 5 l/s; Smiljanovac oko 5 l/s i Duparica 3 l/s. U mala izvorišta na razmatranome području pripada i izvorište Gata gdje se iz subarteških zdenaca zahvaća oko 8 l/s. Klokot je jedan od najvećih krških izvora u Bosni i Hercegovini, a ima znatno veću izdašnost nego što se sada koristi. U elaboratu se naglašava značaj zaštite navedenih izvorišta.

U drugom dijelu, **Problematika**, opisane su glavne značajke raspodjele vode koju se crpi. Opisane su glavne značajke izvora Klokot i Privilica i zone zaštite I, II i III stupnja. S obzirom da su ustanovljene vrlo velike brzine tečenja podzemne vode u širim područjima izvorišta,

moguća brzina transporta zagađenja uzvodno iz sliva je vrlo velika. Prema tome neophodno je uspostaviti odgovarajući režim zaštite izvorišta Klokot i Privilica. Na osnovi provedenih istraživanja izrađena je odgovarajuća dokumentacija u skladu s uvjetima iz Federalnoga zakona o vodama, Pravilnika o zaštitnim zonama i ostalim važećim propisima.

U trećem dijelu, **Prethodno provedeni istražni radovi**, daje se sažeti prikaz rezultata ranije provedenih istraživačkih radova, počevši od definiranja četiri zone sanitarne zaštite na osnovi prve faze kompleksnih geoloških istraživanja i njihove reinterpretacije Industroprojekta, Zagreb, 1982., utvrđivanje zona sanitarne zaštite na osnovi utvrđenih hidrogeoloških odnosa na slivu izvorišta Klokot INA-Projekta, Zagreb, 1983. i 1984., Studije geoloških, hidrogeoloških, inženjerskogeoloških i seizmotektonskih značajki terena i katastra hidrogeoloških pojava Geoinženjeringa, Sarajevo, 1985. Nadalje je Geološki zavod iz Zagreba 1986. proveo prethodna istraživanja speleoloških objekata na užem području izvorišta Klokot. Detaljan prikaz fizičko-kemijskih i bakterioloških značajki vode Klokota, Privilice i ostalih, manje značajnih vrela, na osnovi istraživačkih radova iz razdoblja (1982.-1986.) izradio je INA-Projekt, Zagreb. Pravci kretanja površinskih i podzemnih voda prikazani su u dvije studije RO Geoinženjeringa, OOUR Geoinstitut, Ilidža, 1987.

Četvrti dio, **Karakteristike šireg područja izvorišta**, odnosi se na područja izvorišta Klokot i Privilica, a sastoji se iz osam poglavlja:

(4.1) **Opće karakteristike sliva.** Ukupna površina utjecajnoga sliva izvorišta Klokot i Privilica procijenjena je  $F = 686,5 \text{ km}^2$ . Oko  $94,5 \text{ km}^2$  ili  $13,8 \%$  sliva nalazi se u Bosni i Hercegovini na području Općine Bihać, a oko  $592 \text{ km}^2$  ili  $86,2 \%$  sliva nalazi se na u Republici Hrvatskoj u Općinama Plitvička jezera ( $268 \text{ km}^2$  ili  $39,0 \%$ ) i Udbina ( $324 \text{ km}^2$  ili  $47,2 \%$ ). Dio sliva u okolici Bihaća u području je umjereno kontinentalne i umjereno planinske klime, a dio sliva, najvećim dijelom u Hrvatskoj, je u području planinsko-kontinentalne klime. Srednje godišnje temperature zraka na slivu su u granicama  $S_{sr} = 10 - 12 \text{ }^\circ\text{C}$ , a prosječne godišnje oborine na slivu su u granicama  $P_{sr} = 900 - 1000 \text{ mm}$ . (U 5. dijelu elaborata u poglavlju *Okvirni bilans voda u cilju utvrđivanja sliva izvorišta Klokot i Privilica*, navodi se prosječna godišnja oborina:  $P_{sr} = 1250 \text{ mm}$ ). Napominje se da je srednja godišnja količina oborine na stanici Bihać u razdoblju (2005.-2014.)  $P_B = 1417 \text{ mm}$  (tablica 2.4.6 u poglavlju 2.4.1.3.1 ove obrade).

(4.2) **Geološke i hidrogeološke karakteristike.** Na osnovi istraživačkih radova provedenih u razdoblju (1962.-1966.) i objedinjavanja rezultata prethodnih istraživanja (čiji je početak bio 1862. godine) u Institutu za geološka istraživanja u Zagrebu izrađena je Osnovna geološka karta, list Bihać u mjerilu 1:100.000. Na osnovi opisanih i razmatranih litofacijalnih značajki sliva zaključuje se da je na slivu razvijena tipična krška hidrografija. Zbog velike tektonske deformiranosti, ispucalosti i okršavanja stijenskih masa nema mogućnosti stvaranja površinskih tokova. Tečenje se ostvaruje u podzemlju u pukotinskim sustavima kroz međusobno povezane podzemne kanale. Podzemne se vode kreću od Krbavskoga i Koreničkog polja prema izvorištima Klokot i Privilica. Zaključuje se da osnovne uvjete zaštite izvora Klokot i Privilica treba usmjeriti unutar bloka Trovrh – Gola Plješivica.

Prema raspoloživim podacima s bojenjem pojedinih ponora na slivu počelo se 1968. godine. Opisuje se i ukazuje na značaj pojedinih bojanja sa ciljem da se definira zone sanitarne zaštite. U II fazi istraživanja, koja je proveo Industroprojekt, Zagreb, 1984. ustanovljeno je, da najopasnije zagađenje podzemnih voda, koje dotječu na izvoru Klokot, dolazi iz Krbavskoga i Koreničkog polja.

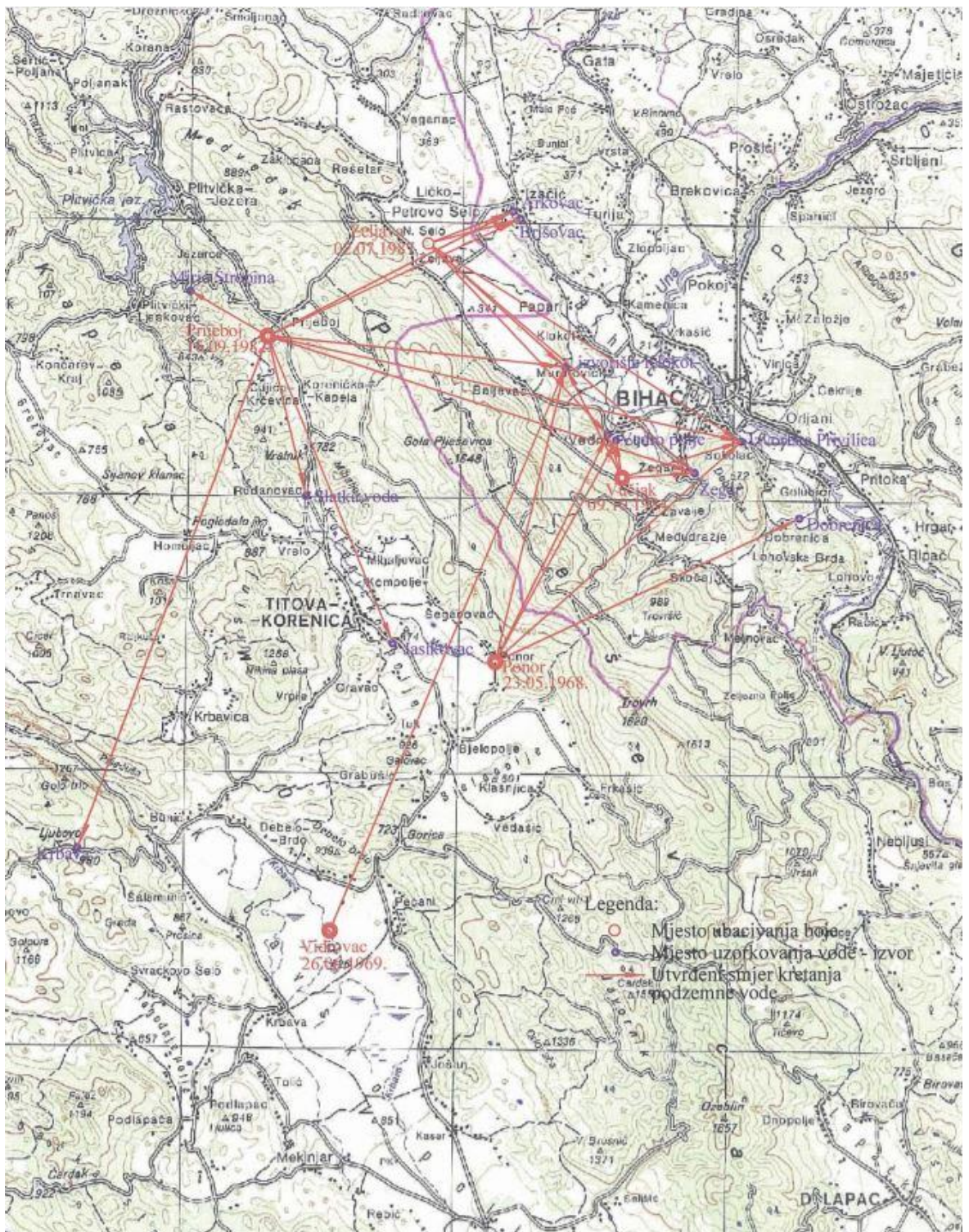
(4.3) **Analiza hidrogeoloških i hidrodinamičkih odnosa i parametara za određivanje zaštitnih zona.** Za predmetno područje provedena je odgovarajuća analiza hidrogeoloških i hidrodinamičkih odnosa te parametara. Razmatrani su rezultati mjerenja brzina kretanja vode u podzemlju koja su bila provođena su u razdoblju (1968.-1987.) i na toj su osnovi utvrđene zaštitne

zone. Voda izvire na dva mjesta: na primarnome uzlaznom vrelu Klokot 1 (s najvećim dotocima), iz kojega se voda koristi za vodoopskrbu Bihaća i sekundarnom Klokot 2, na kojemu je ribnjak. Godišnje varijacije protoka vrela Klokot kreću se u rasponu od 1:7 do 1:12. Ocijenjeno je da ovakav odnos svrstava Klokot u vrela s razmjerno stabilnom izdašnosti.

Vrelo Privilica pojavljuje se koncentrirano u jednoj točki istjecanja i ima – kao i Klokot – razmjerno stabilnu izdašnost s godišnjim varijacijama protoka 1:10, a minimalni mu je protok:  $Q_{pmin} \approx 50$  l/s.



Na slici 4.1 na preglednoj situaciji, preuzetoj iz razmatranoga projekta, prikazani su smjerovi retanja podzemne vode, a u tablici 4.1, također preuzetoj iz razmatranoga projekta, su veličine prividnih brzina podzemne vode.



**Slika 4.1** Pregledna situacija lokaliteta hidrogeoloških bojenja i uzorkovanja vode M 1:200.000 – preuzeto iz: Projekat zaštite izvorišta Klokot i Prilivica, Institut za hidrotehniku, Građevinski fakultet, Sarajevo, 2004

**Tablica 4.1** Prividne brzine podzemne vode u slivnome području Klokot i Privilica – preuzeto iz: *Projekat zaštite izvorišta Klokot i Privilica, Institut za hidrotehniku, Građevinski fakultet, Sarajevo, 2004*

Lokacija bojenja	Datum bojenja	Mjesto pojave	Udaljenost (km)	Vrijeme putovanja (h)	Prividna brzina (m/h)	Procijenjeni hidrološki uslovi
Ponor Korenič. rijeke	23.05.1968.	Klokot 1	11,0	88	125	niske srednje vode
Ponor Jaruge	26.06.1969.	Klokot 1	24,0	102	237	srednje vode
Ponor Prijeboj	16.09.1982.	Klokot 1	11,5	48	237	male vode
Ponor Prijeboj	16.09.1982.	Klokot 2	11,5	84	137	male vode
Ponor Prijeboj	16.09.1982.	Privilica	16,0	170	95	male vode
Ponor Prijeboj	16.09.1982.	Žegar	16,5	84	196	male vode
Deponija Vučjak	09.10.1984.	Klokot 1	4,5	20	237	velike srednje vode
Deponija Vučjak	09.10.1984.	Klokot 2	4,4	19	232	velike srednje vode
Deponija Vučjak	09.10.1984.	Privilica	4,65	22	211	velike srednje vode
Deponija Vučjak	09.10.1984.	Žegar	2,65	93	28,5	velike srednje vode
Deponija Vučjak	09.10.1984.	Vedro Polje-Pećina	1,7	124	13,7	velike srednje vode
Vrtača Željjava	02.07.1987.	Klokot 1	6,5	33	197	srednje vode
Vrtača Željjava	02.07.1987.	Klokot 2	6,6	41	161	srednje vode
Vrtača Željjava	02.07.1987.	Privilica	13,75	32	430	srednje vode
Vrtača Željjava	02.07.1987.	Žegar	11,9	46	260	srednje vode

Mjerenja su provođena u različitim uvjetima pa su utvrđene i velike razlike u veličinama prividnih brzina podzemnih voda. Zaključeno je da se, za daljnje razmatranje tečenja podzemne vode prema izvorištima Klokot i Privilica, usvoji srednja brzina:  $v_{psr} = 200$  m/sat.

(4.4) *Pedološke karakteristike.* Na osnovi detaljnoga opisa pedoloških značajki tla na slivu zaključuje se: najveći dio sliva je brdsko-planinsko područje i krš, osim ravničarskoga dijela u dolini rijeke Une i njezinih manjih pritoka u sjeverozapadnome dijelu. Tla u ravničarskoj zoni su uglavnom antropogena s velikim stupnjem iskorištenosti. Kod takvih se zemljišta ne smije dozvoliti pretjerana upotreba mineralnih i organskih gnojiva i pesticida.

(4.5) *Analiza stanja šuma i šumskih zemljišta.* Oko 1/7 slivnoga područja Klokota i Privilice je u Bosni i Hercegovini (BiH), oko 6/7 u Republici Hrvatskoj (RH). Na osnovi razmatranja šumskih površina na slivnome području Klokota i Privilice na visoke šume u području G. J. Plješivica i G. J. Gata otpada 5,8 %, kulture sadnica na goletima 13,8 %, a ostatak su niske, degradirane šume i šikare, a to se ocjenjuje kao loša struktura pokrivenosti slivnoga područja šumskim ekosustavima. Na području općine Bihać visokih je šuma svega 0,6 %, šikare i goleti, koje bi trebalo pošumiti, zauzimaju 26,7 % površine. Navode se također podaci o miniranim područjima, pa je 1/3 sliva Klokota i Privilice u BiH isključeno iz mogućnosti za pošumljavanje. Na slivnome području Klokota i Privilice u RH je, kao i BiH, u gospodarenju šumama slična situacija – šumske su površine sustavno podijeljene na gospodarske, zaštitne i šume posebne namjene. Sječa šume po jednome hektaru ispod 2 m<sup>3</sup>/ha ocijenjena je kao racionalno gospodarenje sa šumama. Na osnovi Šumsko-gospodarskih osnova (desetgodišnji plan, stanje na terenu i aktivnosti šumarske operative) napominje se da nisu predviđeni krupni zahvati kojima bi se narušilo stabilnost ekosustava. U BiH i RH preporuča se proširenje šumskih površina, odnosno uspostavljanje kvalitetnijega pokrivača – izravnim prelaženjem (sječom postojećih niskih šuma) unošenjem četinarskih vrsti drveća ili postupnim prevođenjem niskih šuma u viši uzgojni oblik. Oslanjajući se na proglašenje užega pojasa rijeke Une u kategoriju zaštićenoga područja, daje se primjer za razmatrano slivno područje. Pretpostavi li se na slivu Klokota i Privilice u BiH rekonstrukcija šuma na 100 ha godišnje (50 ha vlastita sredstva, 50 ha šira



društvena zajednica) za 11 godina bi se sve niske šume, šibljake i goleti prevelo u viši uzgojni oblik, a kao dobit bi se pojavio znatno veći priliv vode i stabilnije prihranjivanje izvorišta pitkom vodom.

(4.6) *Erozijski procesi*. Sliv Klokota i Privilice najvećim je dijelom obrastao vegetacijom. Dominiraju šume, a određeni utjecaj imaju i travnate površine. Ukupna godišnja produkcija nanosa  $W_{god}$  proračunana je prema formuli S. Gavrilovića, uz pretpostavku da je razmatrani sliv, s obzirom na intenzitet erozijskih procesa, svrstan u V kategoriju (vrlo slabi erozijski procesi). Na osnovi iskustva procijenjeno je da se vodom pronosi 20 % ukupne količine nanosa koji nastaje na slivu:

$$G_{god} = 0,2 \cdot W_{god} = 0,2 \cdot 177.846 = 35.569 \text{ m}^3/\text{god.}$$

Također se napominje da, s obzirom na krške značajke i poniranje vode u podzemlje, dio nanosa taloži u sustavu podzemnih krških provodnika. Zbog toga na vrelima Klokot i Privilica izlaze male količine nanosa, što se očituje blagim zamućenjem vode s rijetkim jakim zamućenjima kod pojavljivanja velikih voda u vlažnim razdobljima. Upozorava se da bi nekontrolirano korištenje prostora moglo dovesti do incidenata

(4.7) *Naseljenost područja*. Na osnovi procjena iz 2001. godine u BiH na slivnome području Klokota i Privilice bilo je oko 2.500 stanovnika, a u RH na području Općine Plitvička jezera 4.668, a u dijelu općine Udbina, koji se nalazi na slivu Klokota i Privilice oko 3.650 stanovnika.

(4.8) *Zagađivači u slivu*. U poglavlju 4.8.1 *Karakteristike zagađivača* navedeni su glavni aktivni i potencijalni zagađivači u slivu Klokota i Privilice:

- stalno naseljeno stanovništvo i turisti,
- aerodrom Željava s kompleksom kasarni i vojnih objekata,
- granični prijelaz Izačić,
- kamenolom i pozajmišta šljunka na području BiH i RH,
- deponije i odlagališta čvrstoga otpada,
- trgovačka, zanatska i industrijska poduzeća na području BiH i RH,
- turistički kapaciteti unutar Nacionalnoga parka Plitvička jezera,
- poljoprivredne aktivnosti,
- aktivnosti na korištenju šuma,
- groblja,
- saobraćajnica Izačić-Bihać i saobraćaj na državnim cestama u RH.

Značajke svakoga navedenog zagađivača detaljno su opisane, a opisi potkrijepljeni odgovarajućim fotografijama. Pritom se ovdje napominje da se podaci o broju stanovnika na slivu u ovome poglavlju razlikuju od broja stanovnika u poglavlju 4.7. razmatranoga elaborata. Provedena je procjena tereta zagađenja, a pregled je dan u tablici 11 na str 64 elaborata). Procjenjuje se da je najveće zagađenje u slivu od stanovništva (44 %), te od sječe šume (37 %) i od kamenoloma (11 %). Ekscesne situacije, kada se mogu pojaviti zagađujuće materije kao primjerice pesticidi, gorivo, mineralna ulja i teški metali, nisu bile razmatrane. Njihov intenzitet nije bilo moguće procijeniti jer ovisi o mnogo nepredvidivih čimbenika.

Peti se dio, pod naslovom **Kvantitativno-kvalitativne karakteristike izvorišta** sastoji iz četiri poglavlja.

(5.1) *Hidrološke karakteristike*. Zajednički utjecajni sliv izvorišta Klokot (na 216 m n. m.) i znatno manjega Privilica (na 230 m n. m.) veličine je:  $F = 686,5 \text{ km}^2$ . Na području oba izvorišta klima je umjereno-kontinentalna, u zaleđima izvorišta umjereno-planinska, a u višim područjima sliva planinsko-kontinentalna. Na većem dijelu sliva izražene su, u zimskome dijelu



godine, snježne oborine i one imaju značajan utjecaj na izdašnost oba izvorišta. Iako su hidrološka motrenja i mjerenja na Klokotu i Privilici bila provođena pedesetak godina, podaci sustavnih mjerenja nisu bili dostupni za daljnju obradu.

(5.1.1) *Izdašnost izvorišta Klokot.* U tablici 4.2, preuzetoj iz razmatranoga projekta, dan je pregled rezultata mjerenja izdašnosti izvorišta Klokot u različitim hidrološkim prilikama. 9. 8. 2000. zabilježena je minimalna izdašnost:  $Q_{min} = 3,87 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**Tablica 4.2** Pregled rezultata mjerenja izdašnosti u različitim hidrološkim situacijama na izvorištu Klokot – preuzeto iz: *Projekat zaštite izvorišta Klokot i Privilica, Institut za hidrotehniku, Građevinski fakultet, Sarajevo, 2004.*

Datum	Količina prelivanja $Q$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Količina eksploatacije ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Ukupna izdašnost ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Napomena
24.04.1982.	21,5			Nije poznata količina eksploatacije
21.05.1982.	12,63			Nije poznata količina eksploatacije
17.07.1982.	5,56			Nije poznata količina eksploatacije
11.11.1982.	7,65			Nije poznata količina eksploatacije
14.04.1983.	21,83			Nije poznata količina eksploatacije
29.06.1983.	6,52			Nije poznata količina eksploatacije
24.08.1983.	3,66			Nije poznata količina eksploatacije
13.10.1983.	4,60			Nije poznata količina eksploatacije
27.12.1983.	10,64			Nije poznata količina eksploatacije
14.12.1983.	2,99			Osmotren minimalan vodostaj. Proticaj skinut sa krive
09.08.2000.	3,61	0,260	3,87	Mjerenje pri pojavi suše u 2000. godini

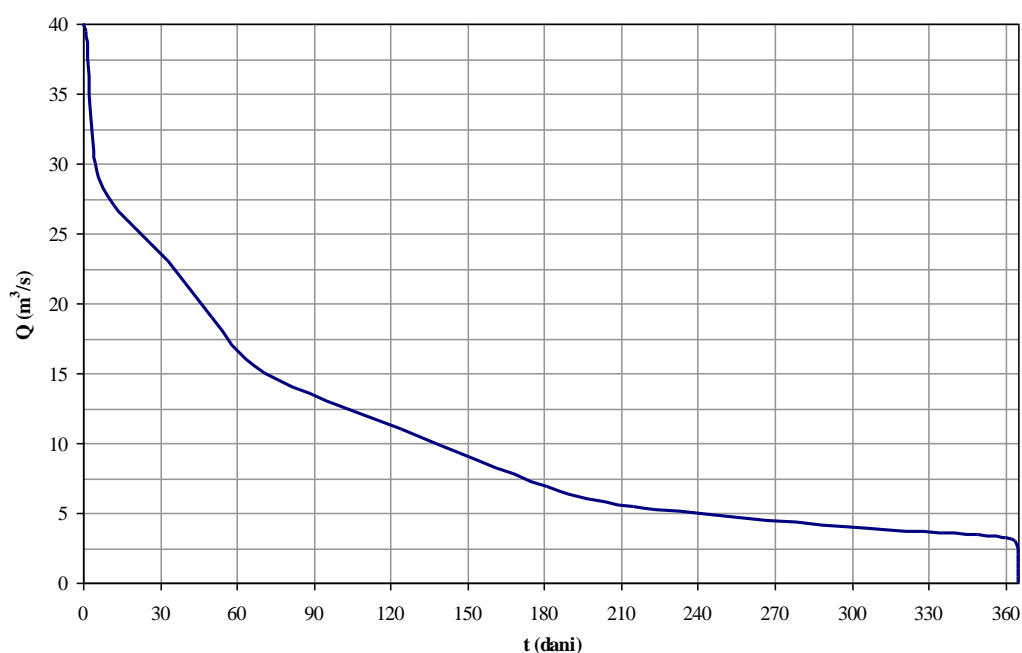
**Tablica 4.3** Pregled rezultata mjerenja protoka na vrelu Klokot tijekom 1983. – preuzeto iz *Projekat zaštite izvorišta Klokot i Privilica, Institut za hidrotehniku, Građevinski fakultet Sarajevo, 2004*

Datum	Jan.	Feb.	Mart	April	Maj	Juni	Juli	Avg.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Uk.
1	26.60	12.10	10.80	31.80	10.60	6.98	5.87	4.00	3.83	4.00	4.26	4.53	125.37
2	26.10	12.00	12.10	29.50	10.10	6.98	5.69	4.00	3.75	3.92	4.18	4.44	122.76
3	25.80	11.80	12.80	30.20	9.76	6.98	5.51	4.00	3.75	3.83	4.18	4.20	122.81
4	26.10	11.50	12.10	29.80	9.76	6.89	5.33	4.18	3.83	3.83	4.09	4.09	121.50
5	25.90	11.60	11.90	30.00	9.56	6.89	5.06	4.18	3.83	3.83	4.00	4.00	120.75
6	25.50	11.80	12.10	28.40	9.17	6.89	5.24	4.09	3.92	3.83	3.92	3.92	118.78
7	25.40	12.10	13.70	20.30	8.88	6.89	5.24	4.09	4.00	3.83	3.83	3.83	112.09
8	25.40	12.20	15.90	25.90	8.69	6.89	5.15	4.09	4.09	3.75	3.83	3.66	119.55
9	25.40	12.50	17.60	23.90	8.50	6.89	5.06	4.00	4.09	3.75	3.83	3.49	119.01
10	25.30	12.90	21.70	23.30	8.21	6.89	5.06	3.92	4.18	3.66	3.83	3.32	122.27
11	25.00	13.10	23.40	22.30	8.02	6.84	5.06	3.83	4.26	3.66	3.83	3.24	122.54
12	24.70	13.40	23.90	22.20	7.83	6.98	4.97	3.83	4.35	4.70	3.75	3.15	123.76
13	24.90	13.80	22.20	22.40	7.83	6.98	4.88	4.00	7.92	4.35	3.75	3.07	126.08
14	24.40	14.00	18.40	22.10	7.64	7.07	4.79	4.26	7.73	4.18	3.75	2.99	121.31
15	24.10	13.80	16.30	21.90	7.45	6.98	4.70	4.53	7.54	4.00	3.66	3.32	118.28
16	21.70	13.60	15.90	21.80	7.26	6.89	4.70	4.26	7.35	3.83	3.66	3.49	114.44
17	18.30	12.80	15.20	21.40	7.26	6.98	4.53	4.18	6.98	3.83	3.66	3.92	109.04
18	16.60	12.10	16.90	18.40	7.26	6.98	4.53	4.09	6.77	14.80	3.58	8.50	120.51

19	15.30	11.70	19.50	17.30	7.17	6.61	4.44	4.09	6.61	13.20	3.58	16.70	126.20
20	14.60	11.40	20.20	16.60	7.17	6.33	4.53	4.00	6.33	11.10	3.58	16.10	121.94
21	15.20	11.20	20.80	16.30	7.07	6.15	4.53	3.92	5.60	9.66	3.49	15.50	119.42
22	14.90	11.00	21.70	16.20	6.98	6.05	4.53	3.83	5.48	9.21	3.41	14.60	117.89
23	14.60	10.20	21.70	15.70	6.98	5.96	4.53	3.83	5.24	6.61	3.32	13.80	112.47
24	14.40	9.76	22.40	15.20	6.89	5.96	4.18	3.75	4.97	6.05	3.24	13.10	109.90
25	13.90	9.17	23.30	14.70	6.89	5.87	4.18	3.66	4.79	5.51	3.15	11.90	107.02
26	13.60	8.02	29.50	14.00	7.07	5.87	4.09	3.75	4.70	4.97	3.15	11.20	109.92
27	12.80	8.69	39.40	13.40	7.17	5.87	4.00	3.83	4.44	4.62	3.24	10.20	117.66
28	12.10	9.66	34.20	12.80	7.26	5.78	4.09	3.75	4.26	4.53	3.41	9.95	111.79
29	11.90		29.50	12.10	7.45	5.78	4.00	3.66	4.18	4.44	4.88	7.73	95.62
30	11.60		27.20	11.40	7.26	5.87	4.00	3.75	4.09	4.44	4.70	7.07	91.38
31	11.50		29.40		7.07		4.00	3.83		4.35		6.70	66.85
<b>Total</b>	613.60	327.90	631.70	621.30	246.21	196.97	146.47	123.18	152.86	170.27	112.74	225.71	3568.91
<b>Min.</b>	11.50	8.02	10.80	11.40	6.89	5.78	4.00	3.66	3.75	3.66	3.15	2.99	2.99
<b>Mean</b>	19.79	11.71	20.38	20.71	7.94	6.57	4.72	3.97	5.10	5.49	3.76	7.28	9.79
<b>Max.</b>	26.60	14.00	39.40	31.80	10.60	7.07	5.87	4.53	7.92	14.80	4.88	16.70	39.40

U tablici 4.3 su srednji dnevni protoci zabilježeni na izvorištu Klokot u 1983. godini. Tada je, 14. 12. 1983. zabilježena minimalna izdašnost:  $\tilde{Q}_{min} = 2,99 \text{ m}^3/\text{s}$ . Međutim u Federalnom meteorološkom zavodu (FMZ) BiH mjerenja protoka iz razdoblja (1982.-1991.) ocijenjena su kao nepouzdana (poglavlje 4.2). Ukoliko se veličine protoka iz tablica 4.2 i 4.3 ipak prihvate kao orijentacijske, onda valja napomenuti da godina 1983., s obzirom na podatke iz razdoblja (2006.-2014.) u tablici 4.3, spada u vrlo sušne godine vodotoka Klokot.

Krivulja trajanja srednjih dnevnih protoka izvorišta Klokot u 1983. godini je na slici 4.2.



**Slika 4.2** Krivulja trajanja protoka na izvorištu Klokot za 1983. godinu – preuzeto iz Projekat zaštite izvorišta Klokot i Privlica, Institut za hidrotehniku, Građevinski fakultet, Sarajevo 2004

(5.1.2) *Izdašnost izvorišta Privilica.* Za ovaj izvor – iz kojega je, u vlažnome dijelu godine, moguće zahvatiti 127 l/s – nisu na raspolaganju bili podaci od hidroloških motrenja i mjerenja, iako neposredno nizvodno od vrela postoji vodokaz. Za najsušnije razdoblje je procijenjeno da su male vode oko 50 l/s. Također se naglašava da u vrlo sušnim razdobljima na izvorištu Privilica nema preljeva, ali se pretpostavlja da podzemno otječe oko 30 % vode.

(5.1.3) *Okvirni bilans voda u cilju utvrđivanja sliva izvorišta Klokot i Privilica.* Na osnovi izraza za srednji otjecajni koeficijent orijentacijski je provjerena veličina utjecajnoga sliva. Uz pretpostavljene vrijednosti: srednji protok na izvorištu Klokot:  $Q_{sr} = 12,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ; broj sekundi u godinu dana:  $T = 31,54 \cdot 10^6 \text{ s}$ ; prosječni otjecajni koeficijent:  $\eta = c' \approx 0,50$  i prosječna godišnja oborina  $P_{sr} \approx 1250 \text{ mm}$ , definirana je veličina utjecajnoga sliva:  $F_{sl} = 645 \text{ km}^2$ . Na taj je način potvrđena usvojena površina utjecajnoga sliva:  $F = 686,5 \text{ km}^2$ .

(5.2) *Fizičko-kemijske i bakteriološke karakteristike.* Kvaliteta vode ispitivana je u četiri navrata 2003. i 2004. godine. Određivane su sljedeće komponente: miris, okus, mutnoća, pH vrijednost, ukupni isparni ostatak na 105 °C, suspendirane čvrste supstancije, rastvoreni kisik i zasićenost kisikom, elektroprovodljivost, ukupna, karbonatna i nekarbonatna tvrdoća, kalcij, magnezij, kalij, natrij, mangan, željezo, slobodni ugljični dioksid, kloridi, amonijski, nitratni i nitritni nitrogen, ortofosfati, silicijski dioksid, sulfati, hidrogenski sulfid, potrošnja  $\text{KMnO}_4$ , biokemijska potrošnja kisika ( $\text{BPK}_5$ ) i hidrokarbonati. Kod zadnjega uzorkovanja 5. 12. 2003. provedena je i analiza prisutnosti teških metala: arsena, bakra, cinka, kadmija, ukupnoga kroma, kobalta, nikla, olova i srebra.

(5.2.1) *Izvorište Klokot.* Na izvorištu Klokot provedena ispitivanja su pokazala da je kvaliteta vode zadovoljavajuća. (Jedino je neznatno povećan sadržaj suspendiranih tvari koji se kretao od 0,70 do 2,0 mg/l.) Ranija ispitivanja iz razdoblja (1982.-1985.) dala su nešto nepovoljnije parametre, čije su vrijednosti uspješno popravljene kloriranjem.

(5.2.2) *Izvorište Privilica.* Na izvorištu Privilica ustanovljeno je zagađenje koliformnim bakterijama od zagađenja otpadnih voda od obližnjih naselja. Vodu s ovoga izvorišta potrebno je dezinficirati.

(5.2.3) *Korenička rijeka.* Kvaliteta vode Koreničke rijeke bila je ispitana u prosincu 2003. Zaključeno je: kvaliteta vode Koreničke rijeke je zadovoljavajuća.

(5.3) *Hidrobiološke karakteristike.* Zbog podzemnih veza Koreničke rijeke s izvorima Klokot i Privilica uzorak vode bio je 5. 12. 2003. uzet na mjestu poniranja Koreničke rijeke na hipsometrijski najnižem ponoru. Analiza hidrobioloških značajki je pokazala da se radi o čistoj vodi, koja prema stupnju svoje čistoće odgovara klasi oligosaprobnih, odnosno katarobnih voda.

(5.4) *Klasa vode Koreničke rijeke.* Korenička rijeka na mjestu ponora ima vodu I/II klase. Može se rabiti za piće i u prehrambenoj industriji, uz uobičajeno kondicioniranje (koagulacija, filtracija, dezinfekciju i sl.).

Šesti dio: **Zaštita izvorišta** sastoji se iz osam poglavlja.

(6.1) *Zakonski okvir zaštite izvorišta.* U članu 117. Federalnoga zakona o vodama iz 1998. godine (Službene novine Federacije BiH broj 18/98, str. 2297-2302) propisano je da zaštitne zone i zaštitne mjere utvrđuje tijelo određeno kantonalnim/županijskim zakonom o vodama, ali nije izričito predviđen slučaj kada se područje zaštite nalazi u drugoj državi. Za opći akt o zaštiti izvorišta Klokot i Privilica potrebno je pribaviti mišljenje o nadležnosti za utvrđivanje općega akta o zaštiti od nadležnoga organa koji je donio Federalni zakon o vodama.

(6.2) *Pristup rješenju.* U skladu s članom 117. Federalnoga zakona o vodama zaštita izvorišta utvrđuje se općim aktom, kojim se propisuje veličina zaštitnih zona te režim korištenja prostora na području zaštitnih zona, uključujući ograničenja i zabrane radova, izgradnje objekata i obavljanja aktivnosti kojima se mogu zagaditi vode izvorišta.

(6.3) *Zone sanitarne zaštite*. Ukazano je na vrlo složene uvjete podzemnoga otjecanja za utjecajni krški sliv izvorišta Klokot i Privilica s velikim i naglim promjenama u veličinama brzina podzemne vode. U skladu s Pravilnikom o zaštitnim zonama, Službene novine (SN), Federacije BiH, 51/02, određene su tri zone sanitarne zaštite. Također se upozorava na vrlo stroge uvjete koje nije moguće u cijelosti zadovoljiti uz prihvatljive troškove. Zbog toga je, također u skladu s Pravilnikom, predloženo uspostavljanje posebne kontrole.

(6.3.1) *I zaštitna zona (zona najstrožega režima zaštite – zona izvorišta)* – unutar zone najstrožega režima zaštite posebno su definirane: *Ia zaštitna zona* (zona najstrožega režima zaštite – zona izvorišta) i *Ib zaštitna zona* (zona strogoga režima zaštite), koje su prikazane na priložima 4.3, 4.4 i 4.5 u razmatranome elaboratu. Površina *Ia zaštitne* zone iznosi: za izvorište Klokot:  $A_{IaK} = 0,94$  ha, a za izvorište Privilica:  $A_{IaP} = 0,76$  ha. Površina sliva zaštitne zone *Ib* (unutar koje su izvorišta Klokot i Privilica) je:  $A_{Ib} = 45,0$  km<sup>2</sup>, a opseg je:  $O_{Ib} = 46,9$  km.

(6.3.2) *II zaštitna zona (zona ograničenoga režima zaštite)* – granica ove zone definirana je na osnovi uvjeta da podzemnoj vodi treba četiri dana da stigne do izvorišta, uz uvjet da ta granica ne smije biti bliža od 1,0 km od izvorišta. U II zaštitnoj zoni živi malo ljudi, ali se napominje da je na tom području granični prijelaz Izačić koji je potencijalni zagađivač pa je za njega predviđen način prikupljanja, raspodjela i tretmana otpadnih voda – kako je opisano u poglavlju 4.8.1 na str. 53 razmatranoga projekta. Površina *II zaštitne zone* izvorišta Klokot i Privilica je:  $A_{II} = 49,5$  km<sup>2</sup>.

(6.3.3) *III zaštitna zona (zona blagoga režima zaštite)*. Obuhvaća onaj dio ukupnoga sliva koji je izvan obuhvata I i II zaštitnih zona. Cijeli prostor ove III zaštitne zone nalazi se na području RH.

(6.4) *Mjere sanitarne zaštite*. Uvjeti za utvrđivanje mjera sanitarne zaštite za I i II zaštitnu zonu propisani su Pravilnikom o zaštitnim zonama, čl. 29, SN Federacije BiH 51/02, koje su opisane u poglavljima (6.4.1) – (6.4.3). Prikazane su i također opisane u poglavlju (6.4.4) zaštitne mjere za područje sliva Klokota i Privilice, koji se nalazi u RH i cijeli pripada u III zaštitnu zonu, a definirane su Pravilnikom o zaštitnim zonama, čl. 34, SN Federacije BiH, 51/02.

(6.5) *Posebna kontrola aktivnosti u slivu*. Predviđa se dvije mjere kontrole u zaštitnim zonama Izvorišta Klokot i Privilica: 1. uspostavljanje mreže točaka za praćenje (monitoring) kvalitete podzemnih i površinskih voda i 2. inspeksijske kontrole privrednih i trgovačkih poduzeća te stambenih objekata.

(6.6) *Provođenje zaštitnih mjera i mjera sanacije u slivu*. Na temelju utvrđenih značajki sliva i zagađivača predložene su odgovarajuće mjere, koje treba provesti u cilju sanacije zagađivača. Mjere posebne kontrole u slivu predstavljaju trajnu aktivnost koju se provodi u skladu projektom monitoringa i planovima inspeksijskih organa nadležnih za inspeksijsku kontrolu provođenja zaštitnih mjera na ovome području.

(6.7) *Dinamika realizacije provođenja zaštitnih mjera*. U projektu je razrađena dinamika provođenja zaštitnih mjera i mjera sanacije izvorišta Klokot i Privilica i prikazana u preglednoj tablici 17 u projektu. Zaštitne mjere mogu se podijeliti su prema stupnju hitnosti pa su u projektu podijeljene na hitne i manje hitne.

(6.8) *Orijentacijska procjena troškova za provođenje zaštitnih mjera*. Ukupni troškovi za provođenje odluka o zaštiti i pojedinim zaštitnim mjerama, nakon provedene analize, procijenjeni su na 1.000.000 KM. Ovdje se napominje da je procjena iz razmatranoga projekta izrađena 2003., odnosno prije 17 godina.

#### 4.6.2 Obrada hidroloških motrenja i mjerenja na vodotoku Klokot

Motrenja i mjerenja hidroloških veličina na vodotoku Klokot redovito se provode na istoimenoj hidrološkoj stanici. Za izvor Privilica ne postoje sustavna mjerenja hidroloških veličina.

Voda iz podzemnoga zaleđa izvora Klokot, osim što najvećim dijelom istječe na izvoru Klokota, istječe i na nizu znatno manjih izvora, na kojima nema organiziranih mjerenja hidroloških veličina. To su – prema podacima iz 2004.: izvor Privilica (iz kojega se za vodoopskrbu zahvaća 120 l/s), Žegar (procijenjeni kapacitet: oko 5 l/s), Smiljanovac (oko 5 l/s), Duparica (oko 3 l/s) i izvorište Gata (zahvaća se oko 8 l/s) i još niz izvora (Arkovac, Brišovac, Vedro polje itd.).

Na osnovi hidrogeološke analize, opisane u ovoj obradi poglavlju 4.1, 4.2 and 4.3 oko Geološke i hidrogeološke značajke, definirana je veličina utjecajnoga sliva Klokota i ostalih, ovdje navedenih izvora u tom području:  $A = 951,5 \text{ km}^2$ . Od toga je u Bosni i Hercegovini svega:  $A_{BiH} = 90,5 \text{ km}^2$  (9,51 %), a u Hrvatskoj:  $A_{RH} = 861 \text{ km}^2$  (90,49 %). Pritom je važno napomenuti da u velikom dijelu podzemnoga sliva Klokota voda ne otječe samo u područje u kojem se nalazi izvor Klokot nego se prelijeva – ovisno o stanju u podzemlju – i u druge slivove (slivovi Krbave i Korane). Na osnovi do sada provedenih istraživačkih radova, osim ukupne hidrogeološke razvodnice, nije moguće definirati dijelove slivnih površina s kojih voda povremeno dolazi na izvor Klokot, a povremeno na druge izvore.

Prema podacima Federalnoga meteorološkog zavoda (FMZ) BiH vodomjerna stanica (VS) Klokot na Klokotu bila je osnovana 12. 11. 1982. i radila je do 1991. godine. Međutim, nakon analize prikupljenih podataka, provedene u FMZ BiH, zaključeno je da hidrološki podaci od VS Klokot iz razdoblja (1981.-1991.) nisu prihvatljivi za daljnju obradu (izvor podataka: FMZ, BiH).

VS Klokot na Klokotu obnovljena je 2003. godine. Stanica je automatska i postavljena je nizvodno od mosta. Kota nule vodokaza je 209,854 m n. m. Udaljenost VS Klokot od ušća Klokota u Unu je 4300 m. Dnevni podaci vodostaja i protoka objavljuju se u Godišnjacima FMZ-a od 19. 3. 2005. godine.

Na raspolaganju za ovu obradu su nizovi dnevnih vodostaja i protoka iz 10-godišnjega razdoblja (2005.-2014.). Pritom nedostaju podaci jedino u razdoblju od 1. 1. do 18. 3. 2005., jer je hidrološka stanica Klokot počela s radom 19. 3. 2005. i od 5. 1. do 31. 3. 2010., kad je prekinuto mjerenje.

Osnovne poteškoće kod sastavljanja i obrađivanja nizova srednjih i ekstremnih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot su: (1) kratki nizovi podataka i (2) određivanje hidrološkoga profila sa sličnim značajkama otjecanja za nadopunjavanje postojećih nizova. Naime, otjecanje vodotoka Klokot pod jakim je utjecajem podzemlja u vrlo širokom zaleđu izvora, a ta je važna značajka kod drugih, obližnjih hidroloških profila na obližnjim vodotocima znatno slabije izražena. Uvidom u podatke srednjih dnevnih i ekstremnih mjesečnih i godišnjih vodostaja i protoka Klokota i ostalih hidroloških profila na slivu Une, koji se nalaze u Godišnjacima FMZ-a, a bili su na raspolaganju za ovu obradu, općeniti je dojam da su, prije objavljivanja bili revidirani, a njihovi su pregledi sastavljeni od odgovarajućih tablica i informativnih grafičkih priloga (koji, uz uobičajene hidrograme sadrže i vrijedne prikaze krivulja trajanja protoka). Ocjenjuje se da su ti podaci kvalitetni i dovoljno pouzdani za daljnju obradu.

Na slikama 4.4 i 4.5 prikazani su hidrogrami srednjih dnevnih protoka Klokota u profilu Klokot u 2005. i 2010. godini. Slike su preuzeti iz *Godišnjaka* FMZ-a, za 2005. i 2010. godinu, a istim slikama su i hidrogrami srednjih dnevnih protoka obližnjega vodotoka Sane u profilima Ključ i Sanski Most. Ukoliko je – primjenom odgovarajućih metoda – moguće približno, ali dovoljno pouzdano, definirati protoke za ta tri mjeseca, na raspolaganju bi bili cjeloviti hidrološki nizovi srednjih i ekstremnih vrijednosti protoka. Ocjenjuje se da je nadopunu moguće provesti na mjesečnoj razini.

#### 4.6.3 Nadopunjavanje nizova protoka na vodotoku Klokot u profilu Klokot

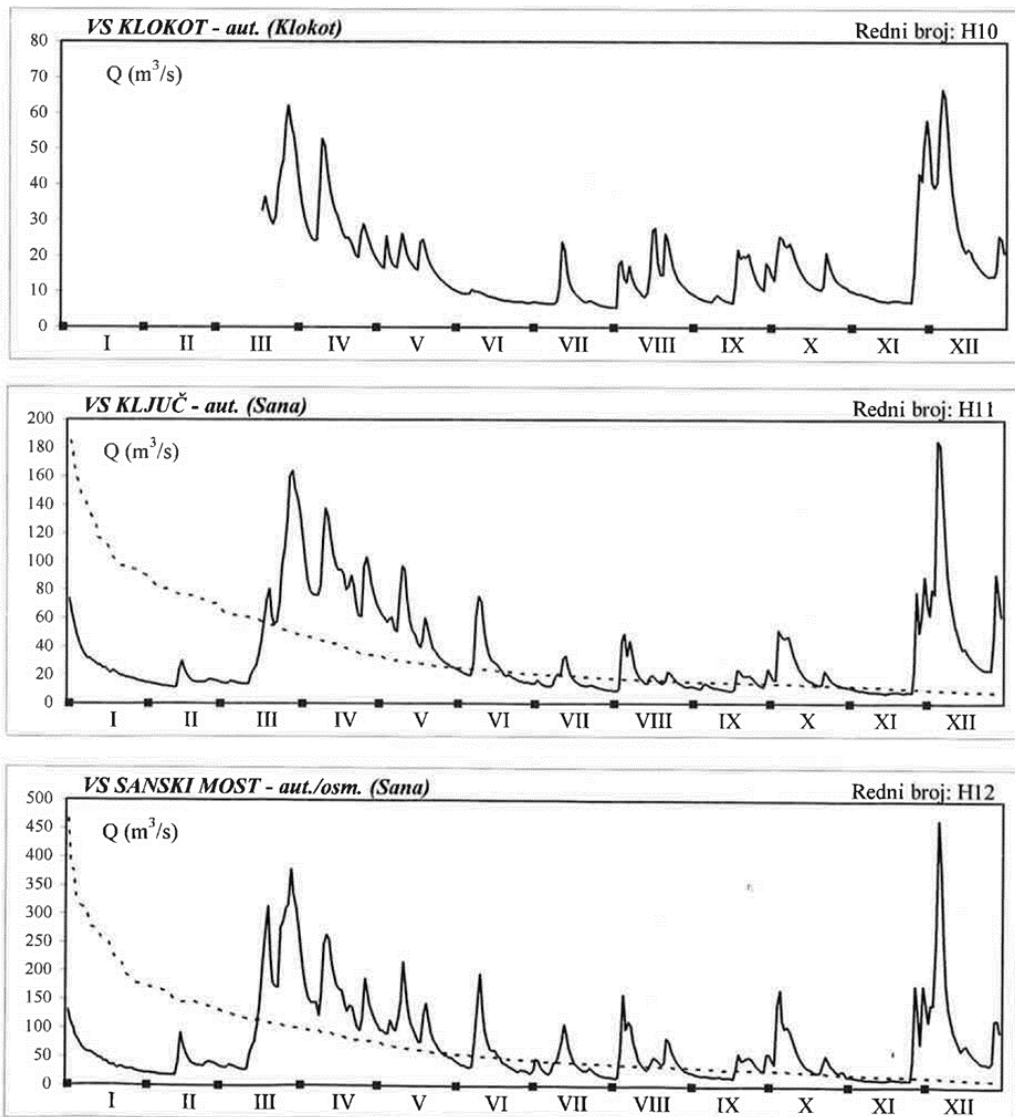
##### 4.6.3.1 Srednji godišnji protoci

Nadopunjavanje niza srednjih mjesečnih protoka Klokota u profilu Klokot provedeno je sljedećim postupkom:

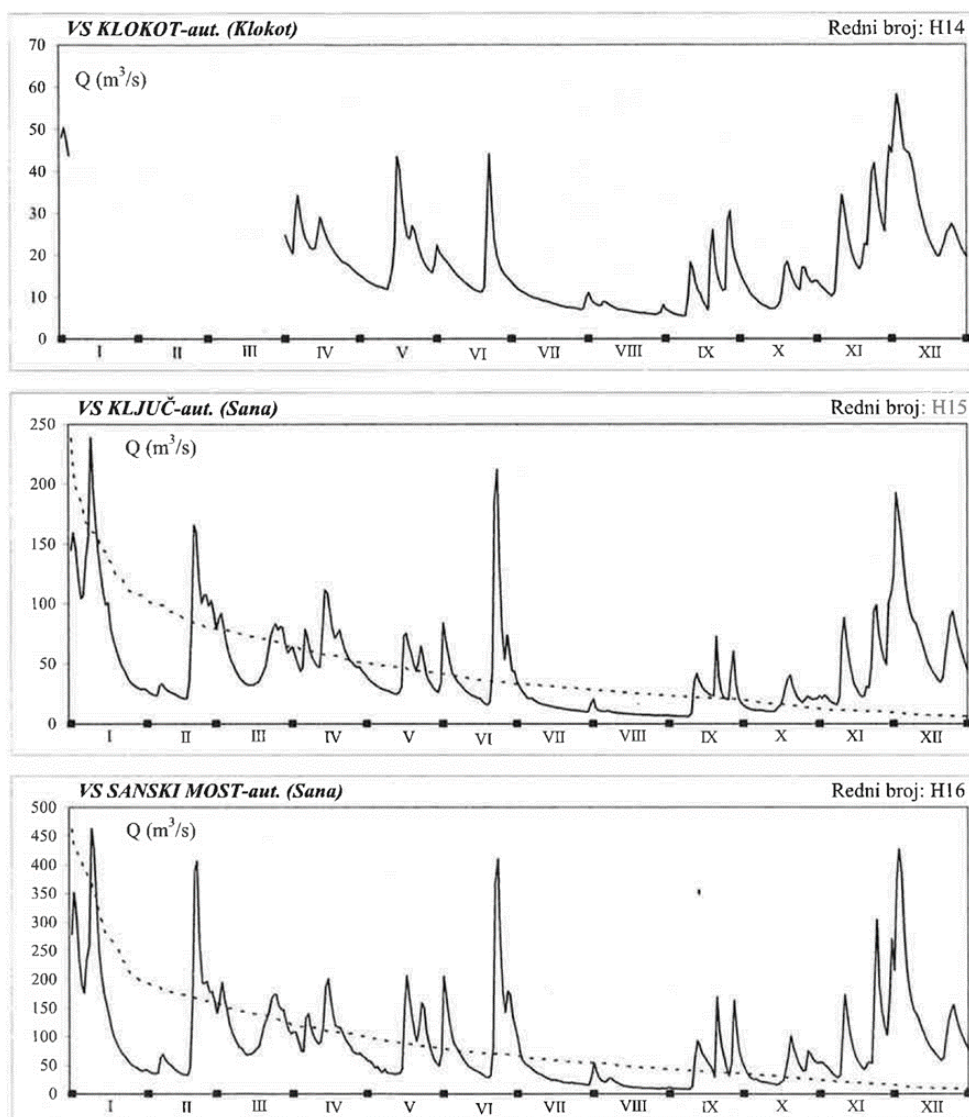
1. Razmatranje međusobnih povezanosti godišnjih količina oborina  $P$ , zabilježenih na meteorološkim stanicama na slivu Klokota i srednjih godišnjih protoka Klokota  $Q$  u profilu Klokot.
2. Definiranje veličina srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot u 2005. i 2010. godini:  $Q_{2005}$  i  $Q_{2010}$ , na osnovi dvostrukih godišnjih sumarnih količina srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot  $\Sigma Q$  i sumarnih količina oborine  $\Sigma P$  ili sumarnih količina srednjih godišnjih protoka u hidrološkom profilu sa sličnim značajkama otjecanja. ( $\Sigma P$  se odnosi na godišnje oborine na slivu ili na meteorološkoj stanici čije godišnje oborine imaju čvrstu korelacijsku vezu sa srednjim godišnjim protocima u Klokotu.)
3. Određivanje hidrološke stanice na slivu Une koja ima slične značajke otjecanja kao Klokot u profilu Klokot i definiranje koeficijenata na osnovi kojih se može provesti nadopunjavanje niza srednjih mjesečnih protoka, za siječanj, veljaču i ožujak 2010. godine i srednjega godišnjega protoka u 2005. i 2010. godini.

Navedenim se postupkom dobiva cjeloviti niz srednjih mjesečnih i srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot u razdoblju (2005.-2014.).

S obzirom da je protjecanje Klokotom pod jakim utjecajem podzemlja u zaleđu izvora Klokot, a hidroloških stanica u BiH sa sličnim značajkama otjecanja i podataka je do 2005. godine vrlo malo, problem je bio pronaći hidrološku stanicu s duljim nizom podataka od nizova na Klokotu, a da glavne značajke otjecanja budu slične. Za hidrološku stanicu Bihać raspolagalo se je samo s podacima o vodostajima, pa su za nadopunjavanje odabrani podaci sa stanice Sanski Most koja – kao što će se vidjeti na osnovi odgovarajućih grafičkih prikaza i vrijednosti koeficijenata korelacije  $r$  – zadovoljava u smislu sličnoga otjecanja s Klokotom.



**Slika 4.3** Hidrogrami i krivulje trajanja srednjih dnevnih protoka Klokota u profilu Klokot te Sane u profilima Ključ i Sanski Most u 2005. godini – preuzeto iz Hidrološkoga godišnjaka FMZ-a BiH za 2005. godinu



**Slika 4.4** Hidrogrami i krivulje trajanja srednjih dnevnih protoka Klokota u profilu Klokot te Sane u profilima Ključ i Sanski most u 2010. godini – preuzeto iz Hidrološkoga godišnjaka FMZ-a BiH za 2010. godinu

Ispitani su sljedeći korelacijski odnosi: (1) između srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot  $Q$  i godišnjih količina oborine u Bihaću  $P_B$  (slika 4.5) i (2) između srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot  $Q$  i srednjih godišnjih protoka Sane u profilu Sanski Most  $Q_{SM}$  (slika 4.6). Razmatrani su podaci samo iz godina koje imaju sve dnevne protoke (broj članova niza  $n = 8$ ). Definirane su sljedeće zakonitosti veza:

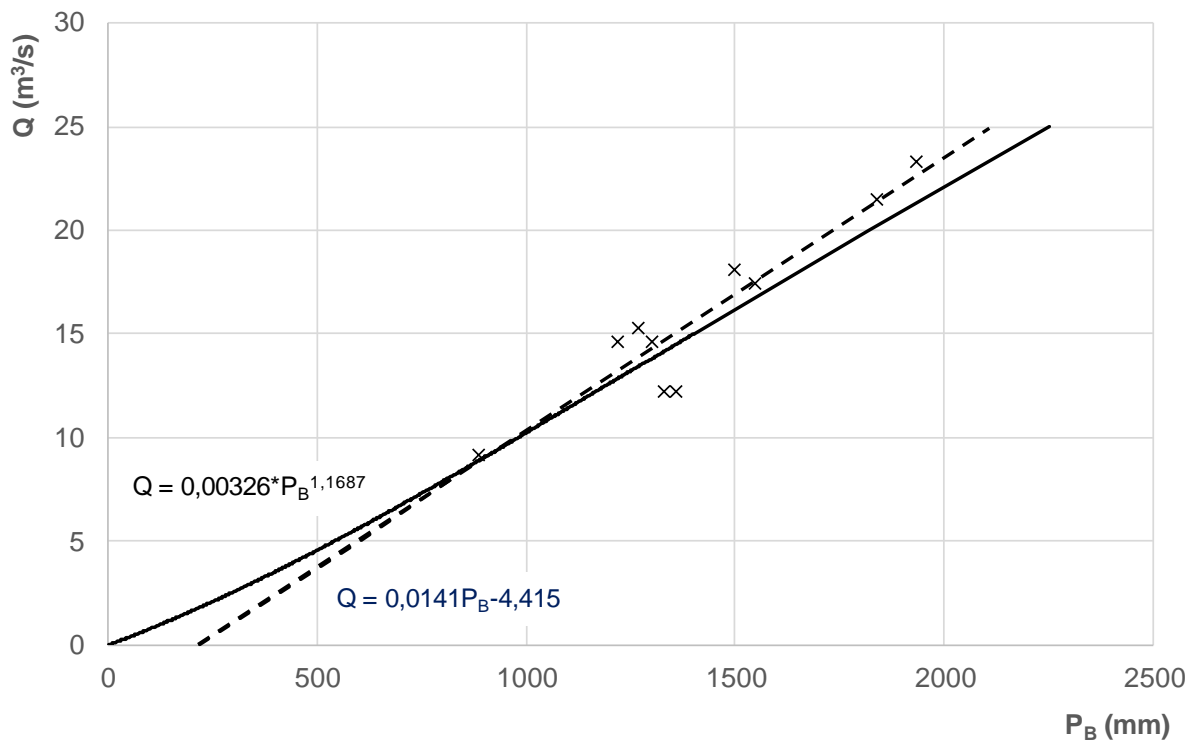
$$Q = 0.0141 \cdot P_B - 4.415 \quad r = 0.973$$

$$Q = 0.00326 \cdot P_B^{1.1687} \quad r = 0.896$$

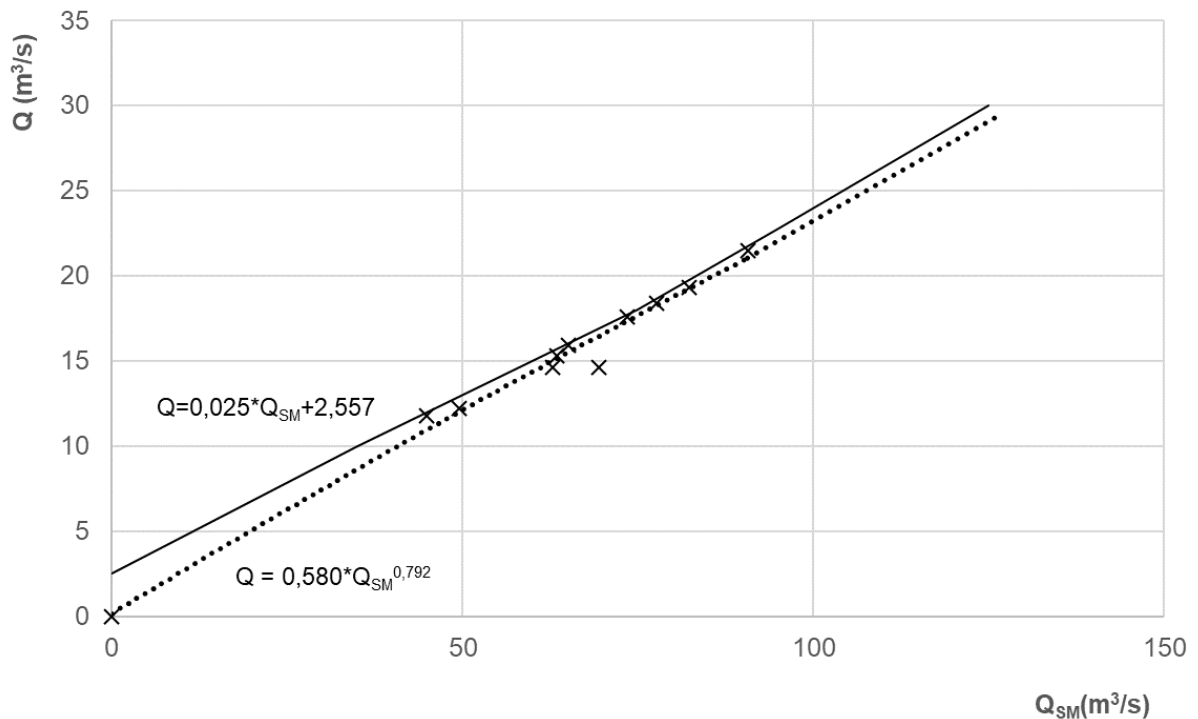
$$Q = 0.205 \cdot Q_{SM} + 2.557 \quad r = 0.942$$

$$Q = 0.580 \cdot Q_{SM}^{0.792} \quad r = 0.934$$





**Slika 4.5** Korelacijske veze (linearna i nelinearna) između godišnjih količina oborine u Bihacu  $P_B$  i srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot  $Q$



**Slika 4.6:** Korelacijske veze (linearna i nelinearna) između srednjih godišnjih protoka Sane u profilu Sanski Most  $Q_{SM}$  i srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot  $Q$

Na osnovi izvedenih formula i grafičkih prikaza na slikama 4.5 i 4.6 može se zaključiti da je najčvršća linearna korelacijska veza srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot  $Q$  i količina godišnjih oborina u Bihacu  $P_B$  (koeficijent korelacije  $r = 0,973$ ). Zbog toga je ocijenjeno

da je za nadopunjavanje niza srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot najpogodnije koristiti količine godišnjih oborina sa stanice Bihać.

Postupak nadopunjavanja niza srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot u razdoblju (2006.-2014.), u 2010. godini, proveden je na osnovi postupka *dvostrukih sumarnih količina* (engl. *double-mass analysis*), kako je opisano u literaturi (Žugaj, R.: *Hidrologija*, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, 2015.) – prema Linsley, R. K., Kohler, M. A., Paulhus, J. L.: *Hydrology for Engineers*, McGraw-Hill, Tokio, 1975.). Tretirani su: sumarni srednji godišnji protoci Klokota u profilu Klokot i sumarne godišnje količine oborine s odabrane meteorološke stanice s oborinskim značajkama sličnim srednjim dotocima Klokota.

Nažalost na meteorološkim stanicama u Hrvatskoj: Korenici i Plitvičkim jezerima nizovi oborinskih podataka iz razdoblja (2006.-2014.) nisu cjeloviti. Nedostaju podaci dnevnih količina oborina za stanicu Korenica u godinama: 2009., 2010., 2012., 2013., 2014., 2016. i 2017., a za stanicu Plitvička jezera u godinama: 2006., 2009., 2010., 2015., 2016. i 2017. Zbog toga su razmatrane oborine zabilježene na meteorološkoj stanici Bihać – koja ima neprekidani niz podataka iz razdoblja (2006.-2014.).

Kako je pokazano, za ovakvu vrst nadopunjavanja, pogodne mogu biti godišnje količine oborina zabilježene na meteorološkoj stanici Bihać  $P_B$ , koje prikazane sumarno sa srednjim godišnjim protocima Klokota u profilu Klokot  $Q$ , tvore čvrste linearne veze, bilo da ih se prikazuje od 2006. godine prema 2010., bilo od 2014. prema 2010. (slike 4.7 i 4.8).

U tablici 4.4 su prikazane ulazne proračunske veličine  $\Sigma P_B$  i  $\Sigma Q$ . Kalendarske godine su u stupcu (1); godišnje količine oborine na meteorološkoj stanici Bihać  $P_B$  u stupcu (2); srednji godišnji protoci Klokota u profilu Klokot  $Q_{sr}$  u stupcu (4) te njihove sumarne vrijednosti po pojedinim godinama:  $\Sigma P_B$  u stupcu (3) i  $\Sigma Q_{sr}$  u stupcu (5).

**Tablica 4.4** Sumarne godišnje oborine na meteorološkoj stanici Bihać  $\Sigma P_B$  i sumarni srednji godišnji protoci Klokota u profilu Klokot  $\Sigma Q_{sr}$  u razdobljima (2006.-2010.) i (2014.-2010)

Godina	$P_B$ (mm)	$\Sigma P_B$ (mm)	$Q$ (m <sup>3</sup> /s)	$\Sigma Q$ (m <sup>3</sup> /s)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2006	1218	1218	14.6	14.6
2007	1331	2549	12.2	26.8
2008	1267	3816	15.3	42.1
2009	1299	5115	14.6	56.7
2010	1836	6951	<b>21.0</b>	77.7*
2014	1934	1934	23.3	23.3
2013	1496	3430	18.8	42.1
2012	1358	4788	12.2	54.3
2011	886	5674	9.21	63.5
2010	1836	7510	<b>22.0</b>	85.5*

\*\*vrijednosti očitane sa slika 4.7 i 4.8.

Na slikama 4.7 i 4.8 grafički su prikazane dvostruke sumarne količine godišnjih oborina sa meteorološke stanice Bihać  $\Sigma P_B$  i dvostruke sumarne količine srednjih protoka Klokota u profilu Klokot  $\Sigma Q_{sr}$ . Na slici 4.7 nadopunjavanje se provodi od 2006. do 2010. godine, a na slici 4.8 od 2014. do 2010. godine. Na osnovi grafičkoga prikaza na slici 4.8 srednji protok Klokota

u profilu Klokot u 2010. godini je:  $Q_{sr1} = 21,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , a na osnovi grafičkoga prikaza na slici 4.9 je:  $Q_{sr2} = 22,0 \text{ m}^3/\text{s}$  – pa je za srednji protok u 2010. godini usvojena srednja vrijednost:  $Q_{sr} = 21,5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

(Napominje se da se vrlo sličan rezultat dobije za slučaj dvostrukih sumarnih količina srednjih godišnjih protoka Sane u profilu Sanski Most i Klokota u profilu Klokot – s kojim Klokot ima nešto slabiji korelacijski odnos nego s godišnjim oborinama u Bihaću. U tome su slučaju srednji protoci Klokota u 2010. godini:  $Q'_{1} = 20,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $Q'_{2} = 21,1 \text{ m}^3/\text{s}$ , odnosno srednja vrijednost je  $Q' = 20,6 \text{ m}^3/\text{s}$ .)

Za hidrološku stanicu Klokot na Klokotu u Hidrološkom godišnjaku FMZ-a iz 2005. godine, nizovi srednjih dnevnih vodostaja i protoka počinju od 19. 3. 2005. godine. Prema tome nedostaju protoci za malo manje od dva i pol mjeseca – slično kao i za 2010. godinu. Ocijenjeno je da i u ovome slučaju ima smisla nadopuniti niz iz razdoblja (2006.-2014.) i s vrijednosti za 2005. godinu također na osnovi dvostrukih sumarnih količina godišnjih oborina u Bihaću  $\Sigma P_B$  i srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot  $\Sigma Q$ . Proračunski podaci su u tablici 4.5, a grafički prikaz je na slici 4.9.

Zakonitost veze na slici 4.9 definirana je izrazom:

$$\Sigma Q = 0,01125 \cdot \Sigma P_B + 0,332 \quad r = 1,00$$

Veza  $\Sigma Q = f(\Sigma P_B)$  čvršća od također vrlo čvrste veze  $Q = f(Q_{SM})$ , ali se nju nije moglo koristiti za produljivanje niza srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot za razdoblje (2001.-2004.) jer za to razdoblje nema podataka za meteorološku stanicu Bihać.

**Tablica 4.5** Sumarne godišnje oborine na meteorološkoj stanici Bihać  $\Sigma P_B$  i sumarni srednji godišnji protoci Klokota u profilu Klokot u razdoblju (2005.-2014)  $\Sigma Q$

Godina	$P_B$ (mm)	$\Sigma P_B$ (mm)	$Q$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	$\Sigma Q$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2014	1934	1934	23.3	23.3
2013	1496	3430	18.8	42.1
2012	1358	4788	12.2	54.3
2011	886	5674	9.21	63.5
2010	1839	7513	21.5*	85.0
2009	1299	8812	14.6	99.6
2008	1267	10 079	15.3	114.9
2007	1331	11 410	12.2	127.1
2006	1218	12 628	14.6	141.7
2005.	1547	14 175	<b>18.0*</b>	159.7*

\* nadopunjene vrijednosti

Nakon provedenoga nadopunjavanja niz srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot iz razdoblja (2005.-2014.) prikazan je, zajedno s količinama godišnjih oborina u Bihaću, u tablici 4.7; kronološki u stupcu (4), a po veličini u stupcu (5). Duljina niza provjerena je na osnovi veličini pogreške koeficijenta varijacije  $\sigma_{cv}$  prema formuli Kricky-Menkela:

$$\sigma_{cv} = \frac{c_v}{\sqrt{2 \cdot (n - 1)}} \cdot \sqrt{1 + 3c_v^2}$$

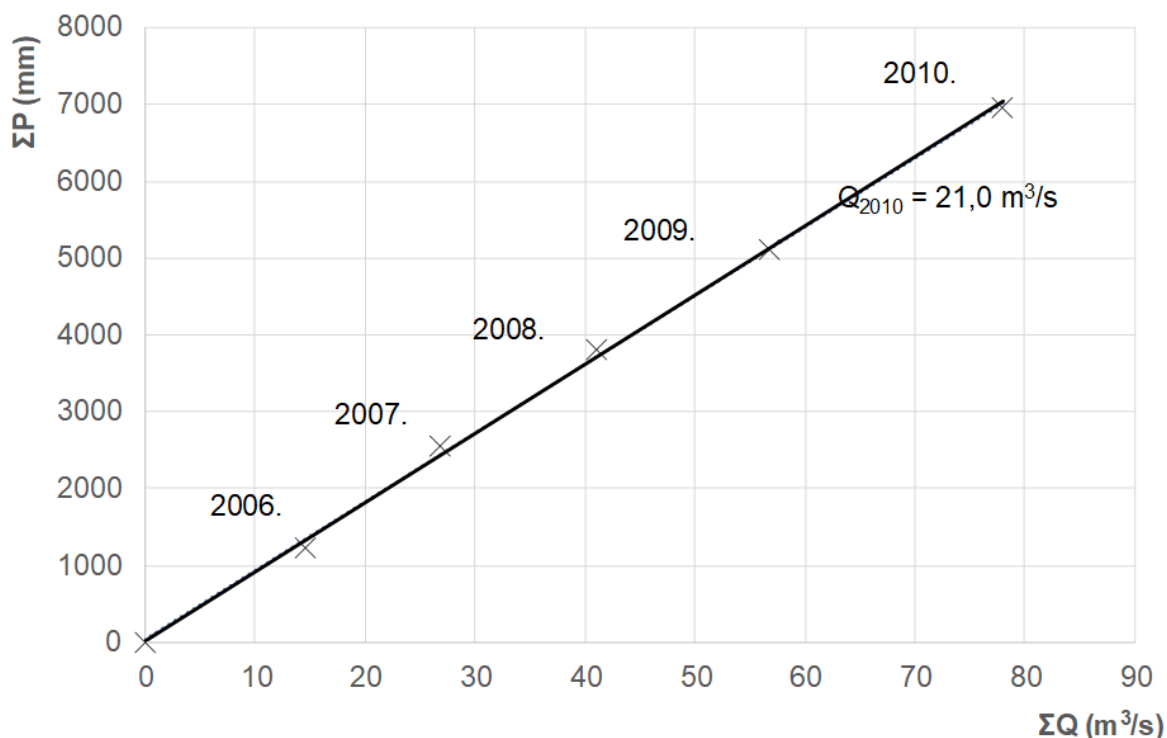
gdje je  $c_v$  koeficijent varijacije, a  $n$  broj članova niza. Ukoliko je:  $\sigma_{cv} \leq \sigma_{cv}^0 = 0,10$ , niz se može smatrati dovoljno dugim za korištenje. U literaturi se minimalni brojevi godina koje se preporuča za hidrološke obrade nizova srednjih godišnjih protoka međusobno vrlo razlikuju: od 10 godina (Jevđević, V.: *Hidrologija I dio*, J. Černi, Beograd, 1956.) do 30 godina (Srebrenović, D.: *Primijenjena hidrologija*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1986.). U konkretnome slučaju vodotoka Klokot niz srednjih godišnjih protoka iz razdoblja (2005.-2014.) prihvaćen je za daljnju obradu, uz pretpostavku da takav, razmjerno kratak niz, ne pripada ni sušnome, a ni vlažnom dijelu znatno duljega razdoblja.

Kako je već rečeno, općenito statistički niz od svega deset podataka je vrlo kratak. Zbog toga se nastojalo, tamo gdje je to moguće, produljiti pojedine nizove. To se u slučaju Klokota prvenstveno odnosi na srednje i maksimalne godišnje protoke. S obzirom da je otjecanje vodotoka Klokot pod snažnim utjecajem krškoga podzemlja u zaleđu izvora to ima određeni utjecaj na veličine protoka – veći minimalni protoci, a manji maksimalni protoci – nego kod vodotoka sa samo površinskim otjecanjem.

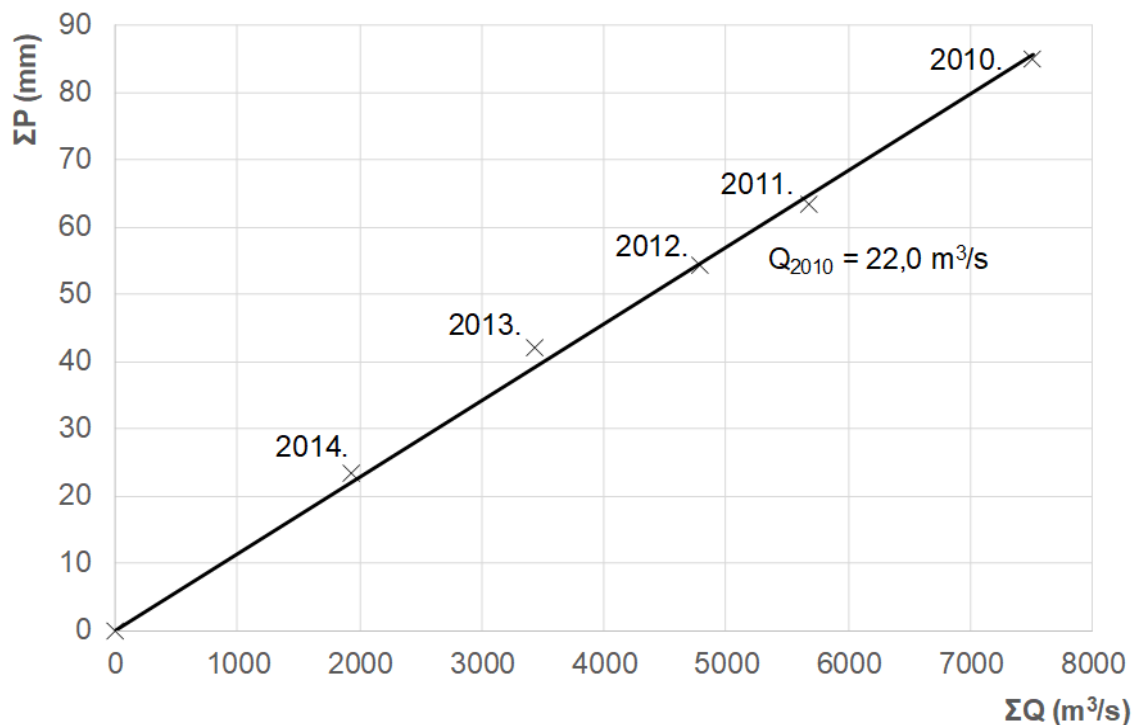
Pritom se napominje da za razdoblje (2001.-2004.) moguće provesti nadopunjavanje samo za veličine srednjih godišnjih protoka (tablica 4.7), a ne i za srednje mjesečne i srednje dnevne vrijednosti.

Odnos između srednjih godišnjih protoka Sane u profilu Sanski most  $Q_{SM}$  i Klokota u profilu Klokot  $Q$ , na osnovi podataka iz razdoblja (2005.-2014.) definiran je izrazom:

$$Q = 0.542 \cdot Q_{SM}^{0.810} \quad r = 0.95 \quad n = 10$$



**Slika 4.7** Dvostruke sumarne količine srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot  $\Sigma Q$  i godišnjih oborina na meteorološkoj stanici Bihać  $\Sigma P_B$  u razdoblju (2006.-2010.)



**Slika 4.8** Dvostruke sumarne količine srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot  $\Sigma Q$  i godišnjih oborina na meteorološkoj stanici Bihać  $\Sigma P_B$  u razdoblju (2014-2010.)



**Slika 4.9** Dvostruke sumarne količine srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot  $\Sigma Q$  i godišnjih oborina na meteorološkoj stanici Bihać  $\Sigma P_B$  u razdoblju (2005.-2014.)

U tablici 4.6 prikazane su godišnje količine oborina zabilježene na meteorološkoj stanici Bihać u razdoblju (2005.-2014.). U tablici 4.6 godine su u stupcu (1), godišnje količine oborine  $P_B$ ,

kronološki su u stupcu (2), a poredane po veličini u stupcu (3). U stupcu (4) je vjerojatnost pojavljivanja  $p$  definirana na osnovi izraza N. N. Čegodajeva:

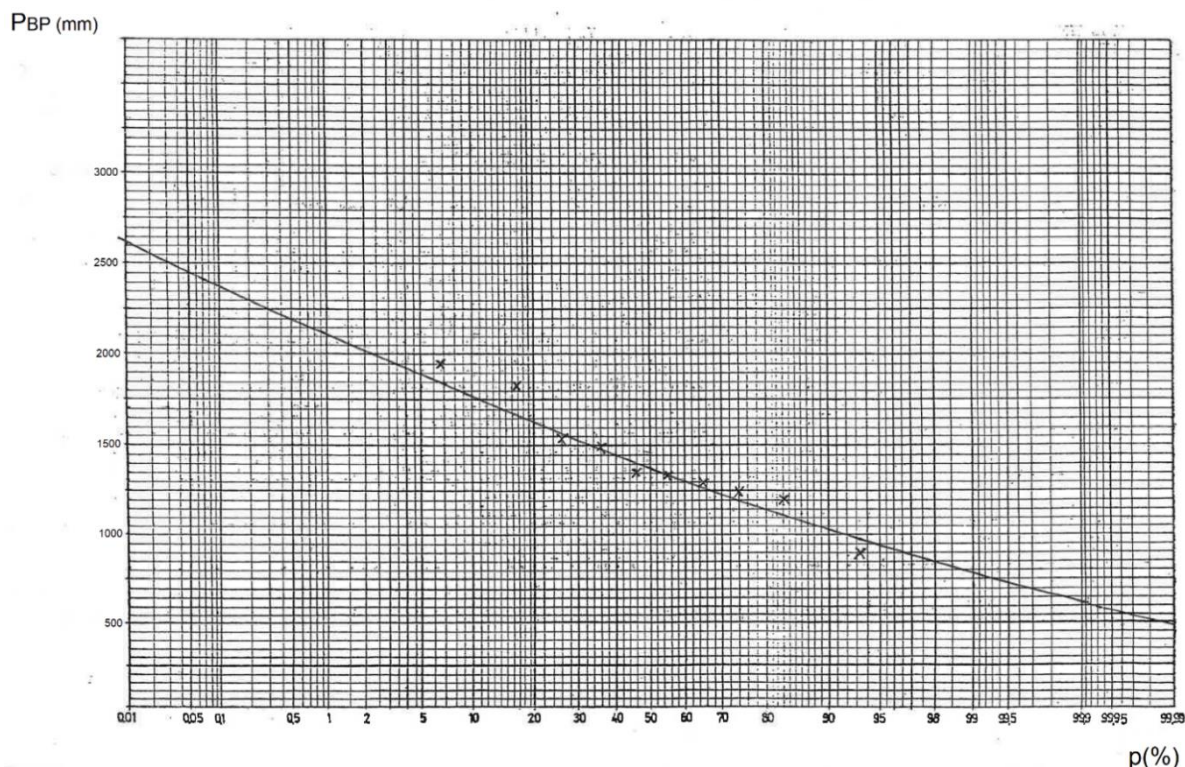
$$p = \frac{m - 0,3}{n + 0,4}$$

gdje je  $m$  broj  $m$ -toga člana niza, a  $n$  broj članova niza. Razmatrani niz je kratak ( $n = 10$ ), ali su varijacije slabo izražene ( $c_v = 0,20$ ) pa je, prema usvojenome kriteriju ( $\sigma_{cv} \leq 0,10$ ), dovoljno dug za primjenu metoda matematičke statistike. Na slici 4.10 prikazana je teorijska krivulja raspodjele (Pearson 3) zajedno s ulaznim proračunskim podacima. Količine godišnjih oborina zabilježenih na meteorološkoj stanici Bihać različitih povratnih razdoblja  $P_{Bp}$ , zajedno s karakterističnim protocima – srednjim  $Q_p$ , maksimalnim  $Q_{maxp}$  i minimalnim godišnjim  $Q_{minp}$  – su u tablici 4.11 (poglavlje 4.3.4.).

**Tablica 4.6** Godišnje oborine na meteorološkoj stanici Bihać  $P_B$  u razdoblju (2005.-2014.)

Godina	Kronološki $P_B$ ( $m^3/s$ )	Po veličini $P_B$ ( $m^3/s$ )	$p$ (%)
(1)	(2)	(3)	(4)
2005	1547	1934	6.73
2006	1218	1839	16.3
2007	1331	1547	26.0
2008	1267	1496	35.6
2009	1299	1358	45.2
2010	1839	1331	54.8
2011	886	1299	64.6
2012	1358	1267	74.0
2013	1496	1218	83.7
2014	1934	886	93.3
$P_{Bav}$	1417		
$\sigma$	289		
$c_v$	0.20		
$c_s$	0.21		
$\sigma_{cv}$	0.050	$n = 10$	

\* nadopunjene vrijednosti



**Slika 4.10** Količine godišnjih oborina različitih povratnih razdoblja na meteorološkoj stanici Bihać  $P_{BP}$  (raspodjela Pearson 3)  $P_{Bsr} = 1417 \text{ mm}$ ;  $c_v = 0,20$ ;  $c_s = 0,21$

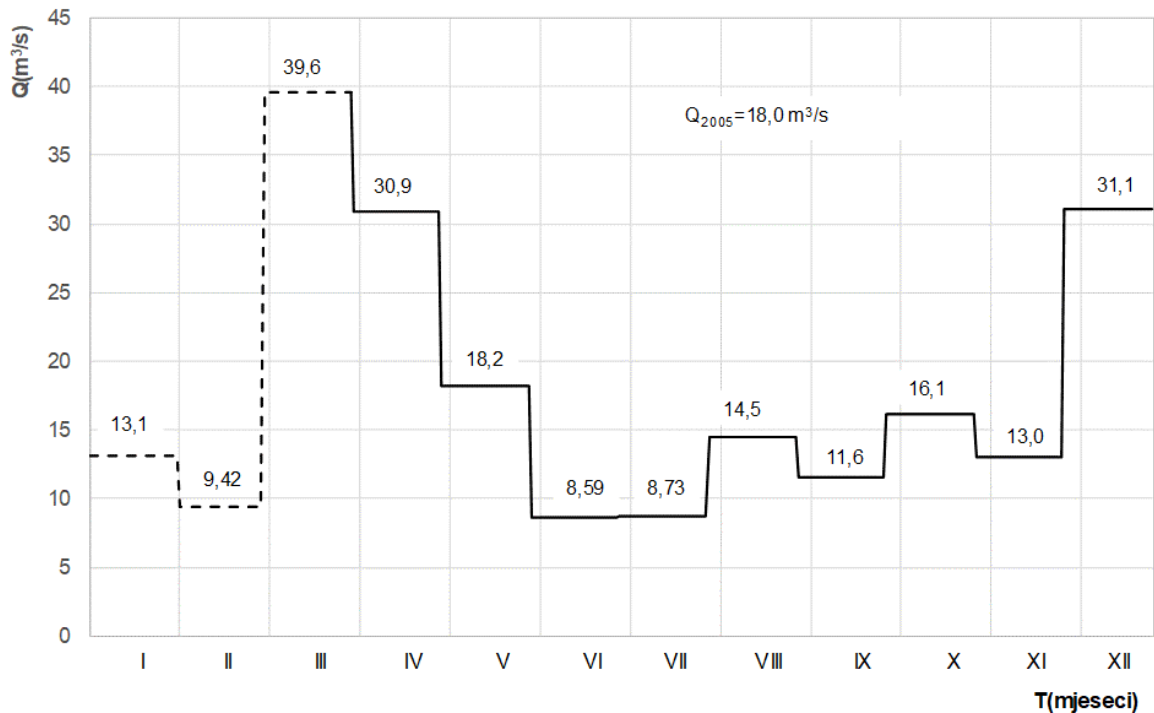
U tablici 4.7 su vrijednosti srednjih mjesečnih  $Q_{mj}$  i srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot  $Q$  u razdoblju (2005.-2014.). Na osnovi podataka iz tablice 4.7 konstruirani su hidrogrami srednjih mjesečnih protoka Klokota u profilu Klokot u razdoblju (2005.-2014.) koji su prikazani na slikama 4.11 – 4.20. Nadopunjavanja za prva tri mjeseca u godinama 2005. i 2010. provedena su proporcionalno veličinama srednjih mjesečnih protoka Sane u profilu Sanski Most.

**Tablica 4.7** Srednji mjesečni  $Q_{sr}$  i srednji godišnji protoci  $Q$  Klokota u profilu Klokot u razdoblju (2005.-2014.) – nadopunjene vrijednosti definirane su na proporcionalno protocima Sane u profilu Sanski Most

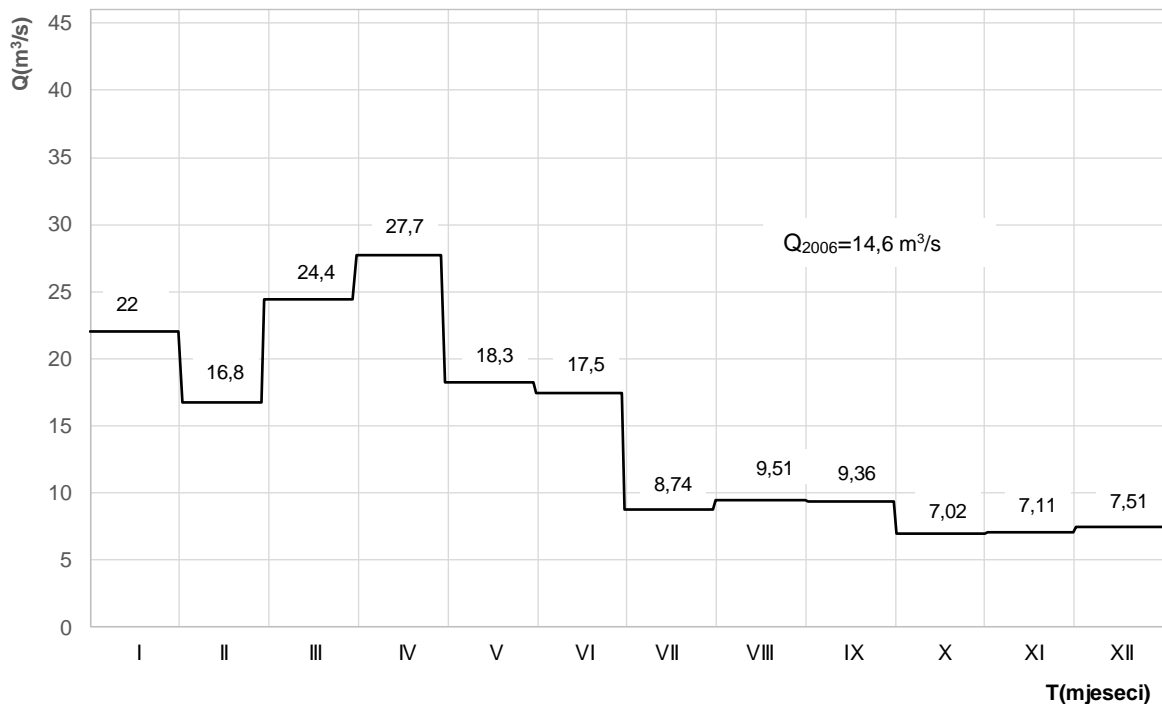
Go-dina	$Q_{mj}$ (m <sup>3</sup> /s)												$Q$ (m <sup>3</sup> /s)
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
2005	13.1*	9.42*	39.6*	30.9	18.2	8.59	8.73	14.5	11.6	16.1	13.0	31.1	18.0*
2006	22.0	16.8	24.4	27.7	18.3	17.5	8.74	9.51	9.36	7.02	7.11	7.51	14.6
2007	13.8	15.4	18.7	12.6	8.98	8.84	4.20	4.16	11.2	13.9	18.5	16.5	12.2
2008	18.0	12.0	20.6	25.7	14.4	12.6	8.51	6.49	7.32	8.64	16.7	32.9	15.3
2009	21.6	26.6	19.7	22.8	12.7	9.60	8.28	4.91	4.09	6.98	13.7	25.2	14.6
2010	42.3*	28.4*	30.4*	22.6	19.6	17.8	9.27	7.29	13.1	12.0	23.7	32.0	21.5*
2011	15.0	12.7	14.4	12.4	9.61	8.38	5.80	5.02	4.29	6.04	4.06	12.9	9.21
2012	8.98	5.98	12.4	18.6	18.6	8.90	5.40	3.89	8.08	7.34	19.3	28.7	12.2
2013	30.7	22.1	38.2	34.6	13.9	15.1	7.50	5.96	5.56	9.73	29.4	13.8	18.8
2014	15.3	36.7	24.5	24.4	33.0	11.6	13.9	15.5	37.6	20.7	26.3	21.8	23.3
$Q_{av}$	20.1	18.6	24.3	23.2	17.3	11.9	8.03	7.72	11.2	10.9	17.2	22.2	16.0
$Q_{max}$	42.3*	36.7	39.6*	34.6	33.0	17.8	13.9	15.5	37.6	20.7	26.3	32.9	23.3
$Q_{min}$	8.98	5.98	12.4	12.4	9.61	8.38	4.20	3.89	4.09	6.04	4.06	7.51	9.21
$\sigma$	9.36	9.14	8.78	6.84	6.37	3.59	2.53	3.96	9.27	4.54	7.65	8.64	4.18
$c_v$	0.47	0.49	0.36	0.29	0.37	0.30	0.32	0.51	0.83	0.42	0.45	0.39	0.26
$c_s$	1.22	0.54	0.52	-0.17	1.07	0.64	0.73	1.02	2.18	0.91	-0.12	-0.26	0.26
$\sigma_{cv}$	0.14	0.15	<b>0.10</b>	<b>0.08</b>	<b>0.10</b>	<b>0.08</b>	<b>0.08</b>	0.16	0.34	0.12	0.13	0.11	<b>0.07</b>

\* nadopunjene vrijednosti

Grafički prikazi srednjih mjesečnih protoka  $Q_{mj}$  u razdoblju (2005.-2014.) na slikama 4.11- 4.20 međusobno se po pojedinim godinama značajno razlikuju. To je potvrđeno i veličinama koeficijenta varijacije  $c_v$  i asimetrije  $c_s$  u tablici 4.7. Osim kod godišnjih vrijednosti  $Q$  (14. stupac tablice 4.7) u svega pet mjeseci (od ožujka do srpnja) vrijednosti pogreške koeficijenta varijacije  $\sigma_{cv} \leq 0,10$ . Pokazana je velika varijabilnost srednjih mjesečnih protoka  $Q_{mj}$  i njihovi su nizovi prekatki za primjenu metoda matematičke statistike.

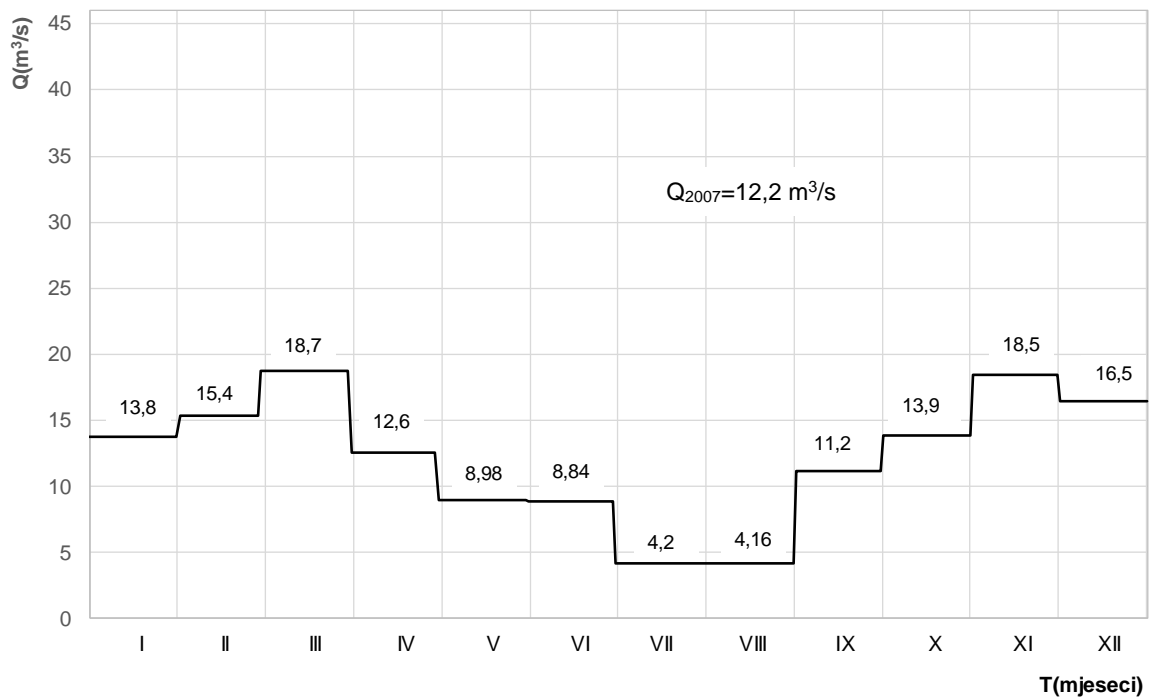


**Slika 4.11:** Hidrogram srednjih mjesečnih protoka Klokota u profilu Klokot u 2005. godini

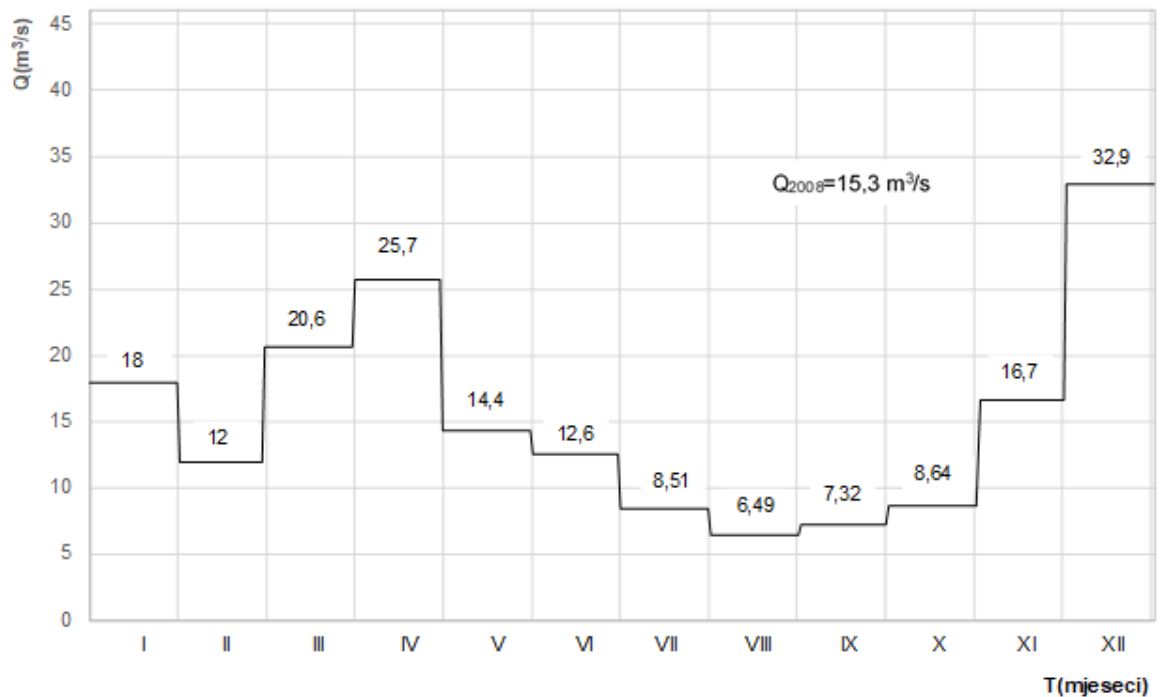


**Slika 4.12:** Hidrogram srednjih mjesečnih protoka Klokota u profilu Klokot u 2006. godini

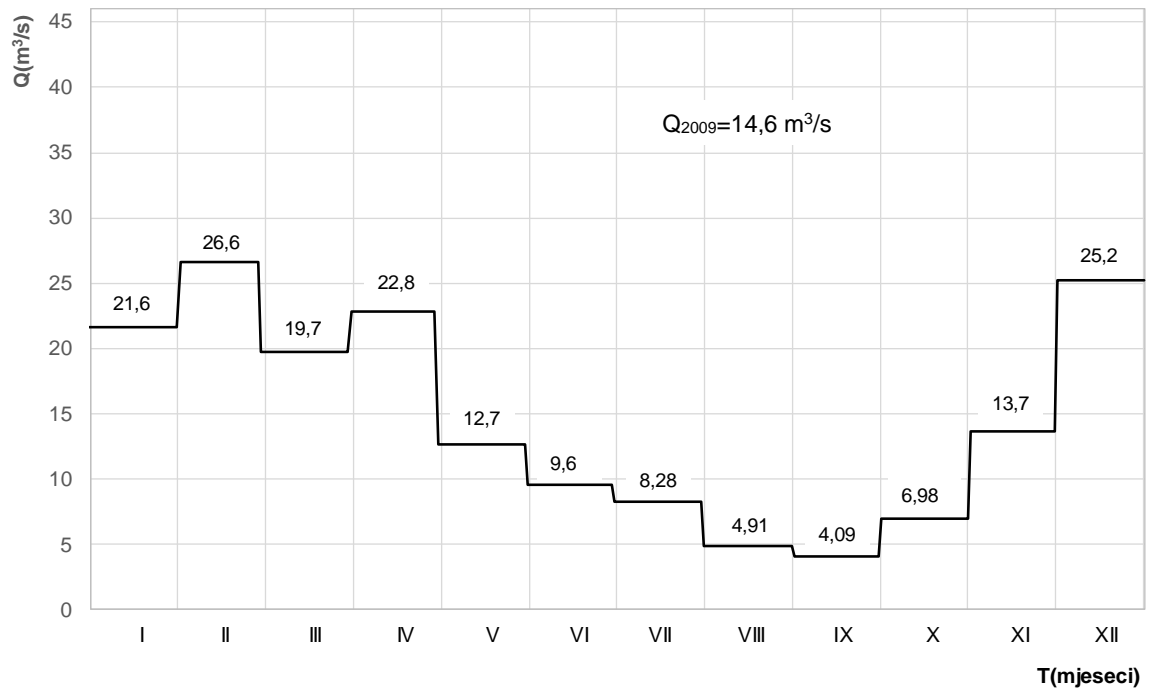




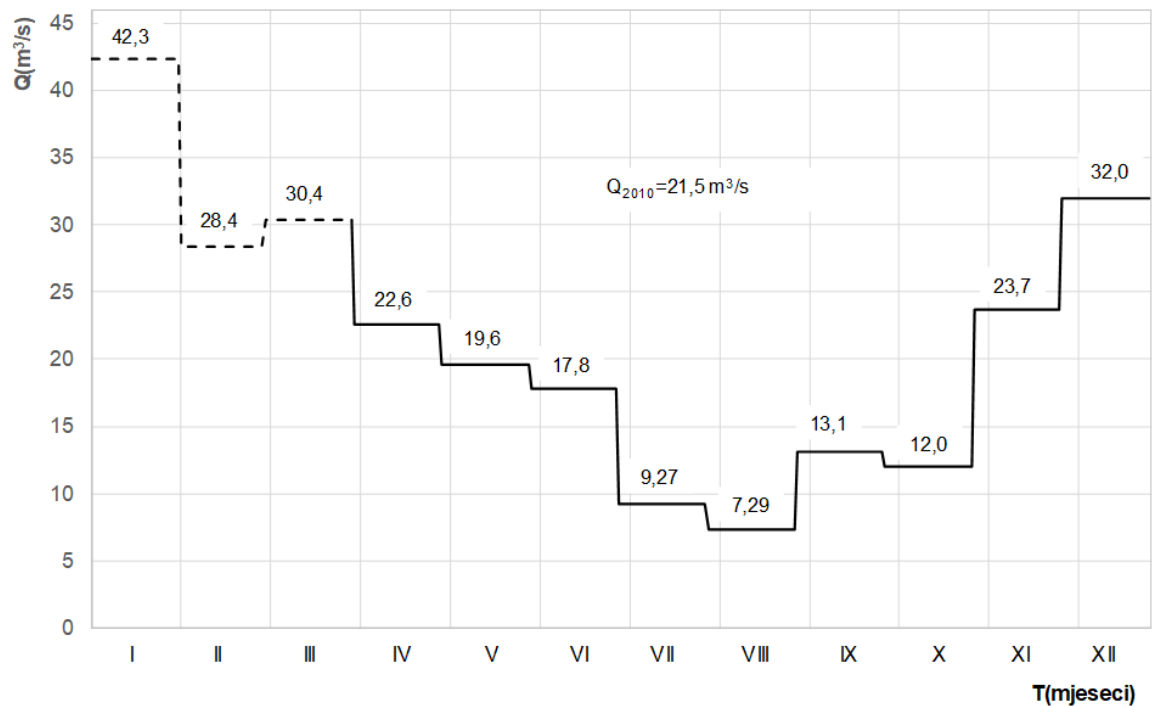
**Slika 4.13:** Hidrogram srednjih mjesečnih protoka Klokota u profilu Klokot u 2007. godini



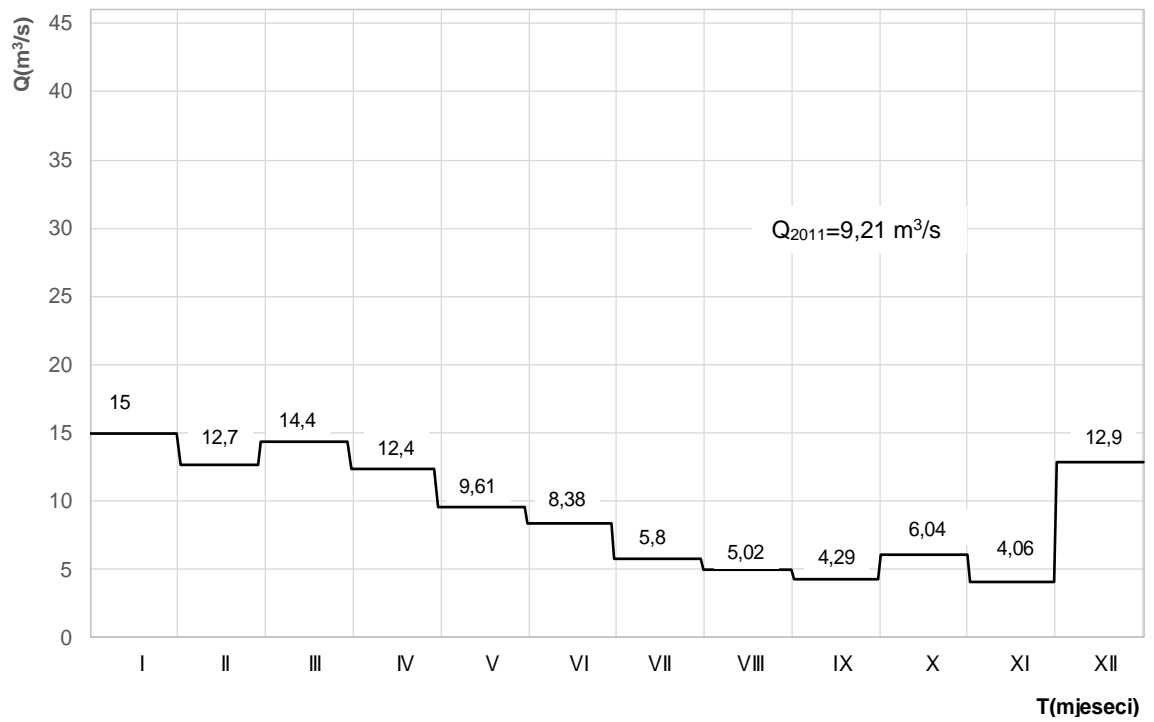
**Slika 4.14** Hidrogram srednjih mjesečnih protoka Klokota u profilu Klokot u 2008. godini – približno srednja godina razdoblja (2005.-2014.)



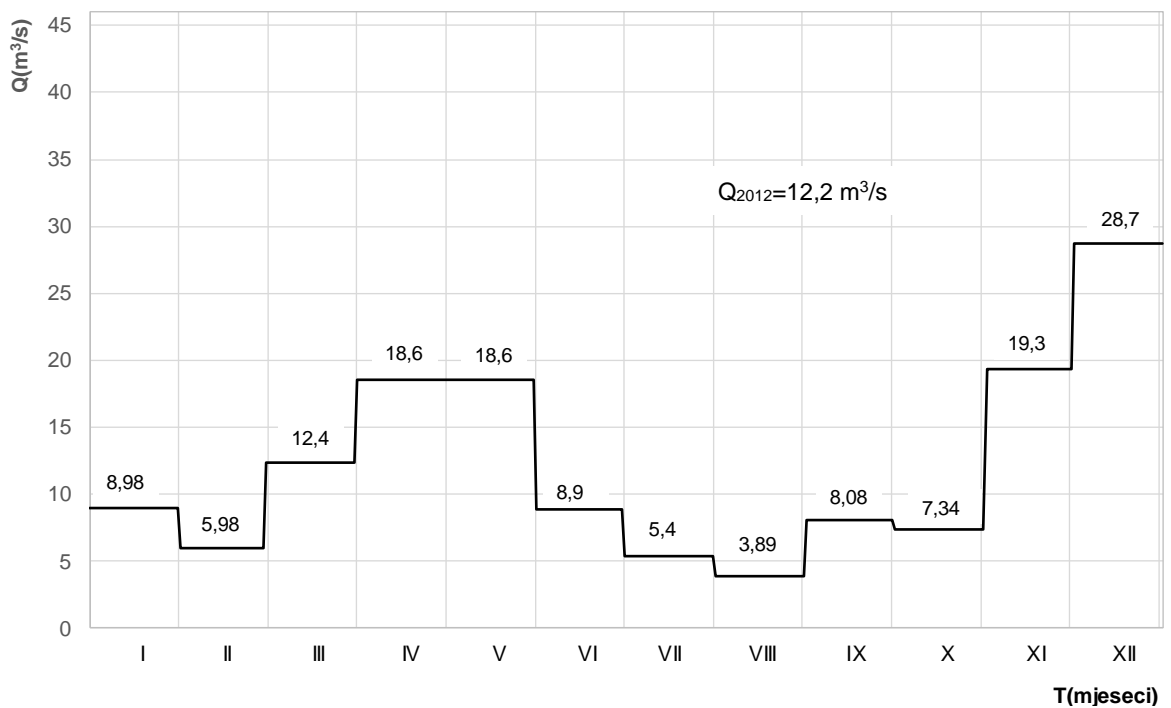
Slika 4.15 Hidrogram srednjih mjesečnih protoka Klokota u profilu Klokot u 2009. godini



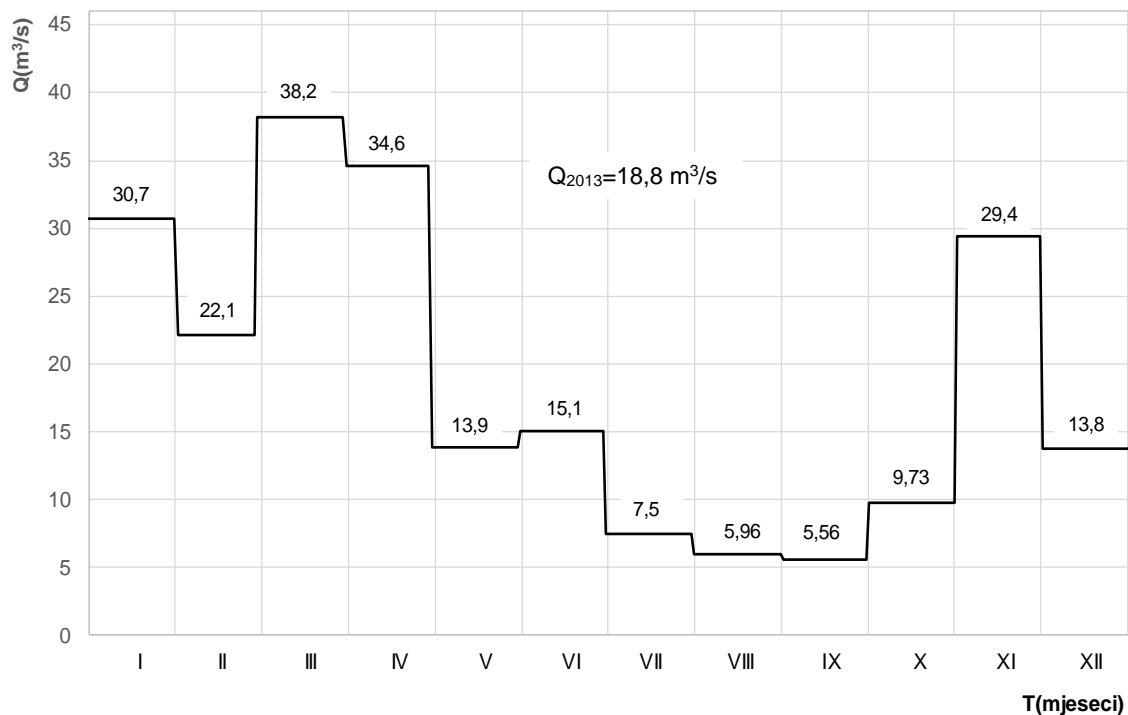
Slika 4.16 Hidrogram srednjih mjesečnih protoka Klokota u profilu Klokot u 2010. godini



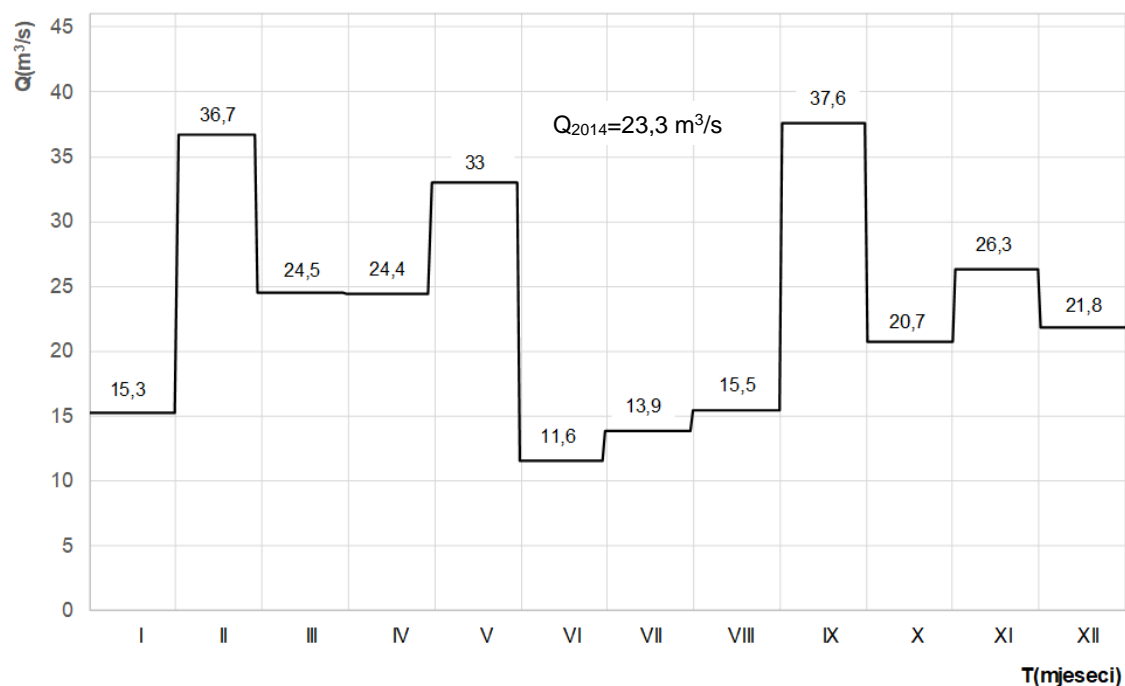
**Slika 4.17:** Hidrogram srednjih mjesečnih protoka Klokota u profilu Klokot u 2011. godini – sušna godina u razdoblju (2005.-2014.)



**Slika 4.18:** Hidrogram srednjih mjesečnih protoka Klokota u profilu Klokot u 2012. godini

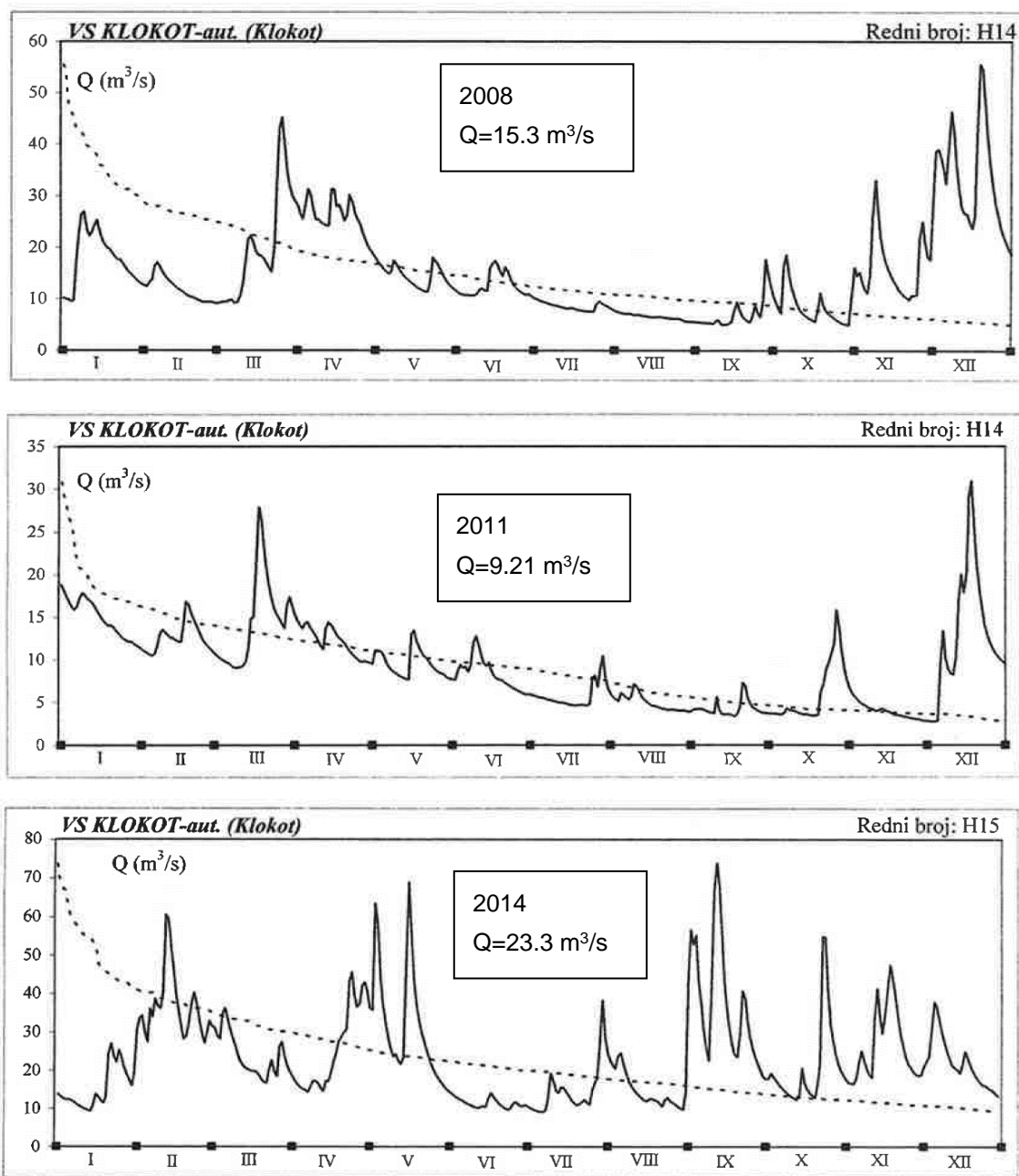


**Slika 4.19:** Hidrogram srednjih mjesečnih protoka Klokota u profilu Klokot u 2013. godini



**Slika 4.20** Hidrogram srednjih mjesečnih protoka Klokota u profilu Klokot u 2014. godini – vlažna godina u razdoblju (2005.-2014.)

Na osnovi veličina srednjih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot iz razdoblja (2005.-2014.) u stupcu (14) tablice 4.7 izdvojene su karakteristične godine: približno srednja 2008. godina ( $Q = 15,3 \text{ m}^3/\text{s}$ ); sušna 2011. ( $Q = 9,21 \text{ m}^3/\text{s}$ ) i vlažna 2014. ( $Q = 23,3 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Za navedene godine su na slici 4.21 prikazani su hidrogrami srednjih dnevnih protoka i krivulje trajanja srednjih dnevnih protoka.



**Slika 4.21** Hidrogrami i krivulje trajanja srednjih dnevnih protoka Klokota u profilu Klokot u karakterističnim godinama: približno srednjoj 2008., sušnoj 2011. i vlažnoj 2014. – preuzeto iz Hidroloških godišnjaka FMZ-a BiH za 2008., 2011. i 2014. godinu

U tablici 4.8 su srednji godišnji protoci Klokota u profilu Klokot u razdoblju (2001.-2014.). Srednji godišnji protoci u prve četiri godine (2001.-2004.) definirani su na osnovi izvedenoga izraza  $Q = 0,542 \cdot Q_{SM}^{0,810}$ .

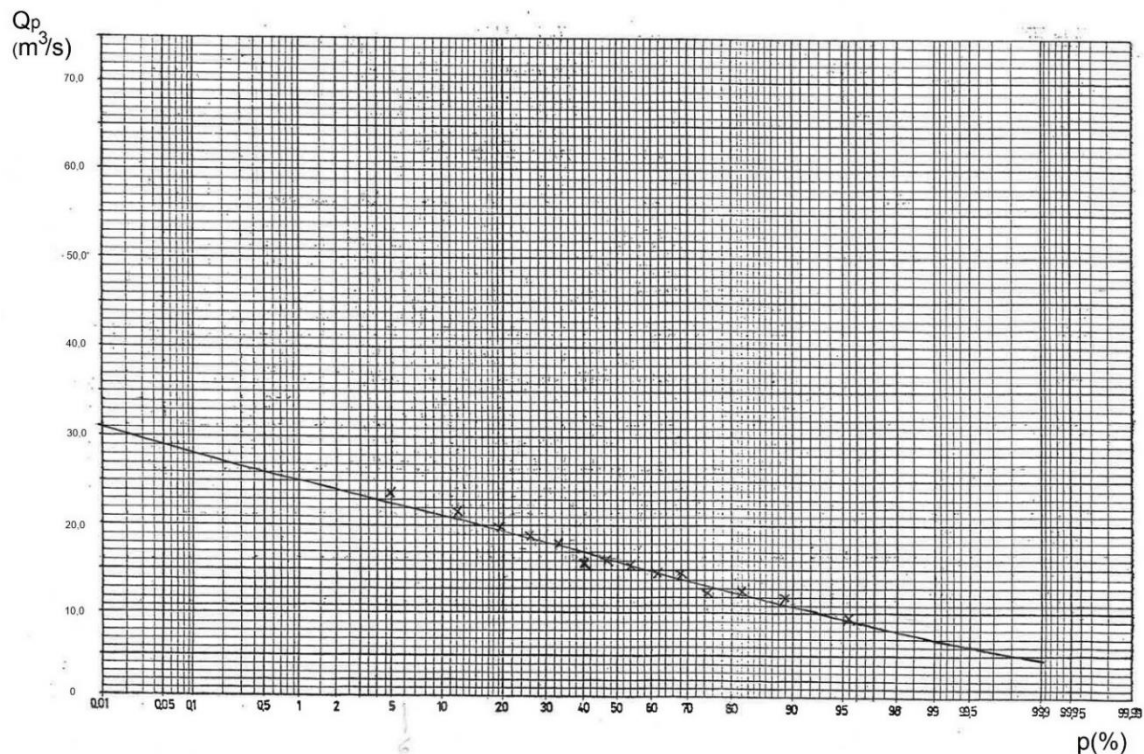
Na osnovi podataka iz tablice 4.8 definirani su srednji godišnji protoci Klokota u profilu Klokot različitih povratnih razdoblja  $Q_p$  prema raspodjeli Pearson 3. Njihove su vrijednosti u tablici 4.11, a grafički prikaz je na slici 4.22.

**Tablica 4.8:** Srednji godišnji protoci Sane u profilu Sanski Most  $Q_{SM}$  i Klokota u profilu Klokot  $Q$  u razdoblju (2001.-2014.)

Godina	$Q_{SM}$ (m <sup>3</sup> /s)	Kronološki $Q$ (m <sup>3</sup> /s)	Po veličini $Q$ (m <sup>3</sup> /s)	$p$ (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2001	65.1	15.9**	23.3	4.86
2002	77.6	18.4**	21.5*	11.8
2003	44.8	11.8**	19.3**	18.8
2004	82.2	19.3**	18.8	25.7
2005	73.5	18.0*	18.4**	32.6
2006	69.4	14.6	18.0*	39.6
2007	49.5	12.2	15.9**	46.5
2008	63.4	15.3	15.3	53.5
2009	62.8	14.6	14.6	60.4
2010	90.6	21.5*	14.6	67.4
2011	31.6	9.21	12.2	74.3
2012	49.0	12.2	12.2	81.2
2013	61.7	18.8	11.8**	88.2
2014	101	23.3	9.21	95.24
$Q_{sr}$	65.9	16.1		
$\sigma$	18.0	3.86		
$c_v$	0.27	0.24		
$c_s$	0.07	0.10		
$\sigma_{cv}$	0.058	0.051	$n = 14$	

\*nadopunjeno na osnovi dvostrukih sumarnih količina (tablica 4.5)

\*\* nadopunjeno na osnovi izraza izvedenoga na osnovi dvostrukih sumarnih količina:  $Q = 0,542 \cdot Q_{SM}^{0,810}$



**Slika 4.22:** Srednji godišnji protoci različitih povratnih razdoblja Klokota u profilu Klokot  $Q_p$  (raspodjela Pearson 3)  $Q_{sr} = 16,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $c_v = 0,24$ ;  $c_s = 0,10$

#### 4.6.3.2 Maksimalni godišnji protoci

Kod niza maksimalnih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot nedostaju maksimalni protoci u siječnju, veljači i ožujku 2005. i 2010. godine, kada limnigraf Klokot nije radio. Sudeći po podacima ostalih hidroloških stanica na slivu Une tada su bili zabilježeni najveći protoci u tim godinama. Zbog toga je provedeno nadopunjavanje na osnovi nelinearne korelacijske veze oblika:  $y = a \cdot x^b$ .

Odnos između maksimalnih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot i odgovarajućih maksimalnih godišnjih protoka Une u profilu Bihać nije se moglo razmatrati jer nema vrijednosti protoka Une u profilu Bihać. U ostalim obližnjim hidrološkim profilima (Martin Brod, Kulen Vakuf i Kralje na Uni te Ključ na Sani) nema dovoljno podataka. Hidrološka stanica sa sličnim režimom otjecanja bila je jedino Sanski Most na Sani (slike 4.3 i 4.4). U tablici 4.9 su datumi pojavljivanja maksimalnih godišnjih protoka Sane u profilu Sanski Most u stupcu (1), a Klokota u profilu Klokot u stupcu (3), maksimalni godišnji protoci Sane u profilu Sanski Most  $Q_{maxSM}$  su u stupcu (2) i Klokota u profilu Klokot  $Q_{max}$ , kronološki u stupcu (4) i poredani po veličini u stupcu (5). U stupcu (6) je vjerojatnost pojavljivanja  $p$  definirana izrazom N. N. Čegodajeva.

Unutar prva tri mjeseca u 2010. godini se je na cijelome slivu Une pojavila maksimalna velika voda, koja na Klokotu nije zabilježena. Zbog toga su ispitani korelacijski odnosi maksimalnih godišnjih protoka Sane u profilu Sanski Most  $Q_{maxSM}$  i maksimalnih godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot  $Q_{max}$ . Na osnovi pet istovremeno zabilježenih maksimalnih godišnjih protoka (označenih masnim slovima u tablici 4.9), definiran je čvrst odnos:

$$Q_{max} = 1,907 \cdot Q_{maxSM}^{0,564} \quad r = 0,96 \quad n = 5$$

**Tablica 4.9:** Maksimalni godišnji protoci Sane u profilu Sanski Most  $Q_{maxSM}$  i Klokota u profilu Klokot  $Q_{max}$  u razdoblju (2001.-2014.)

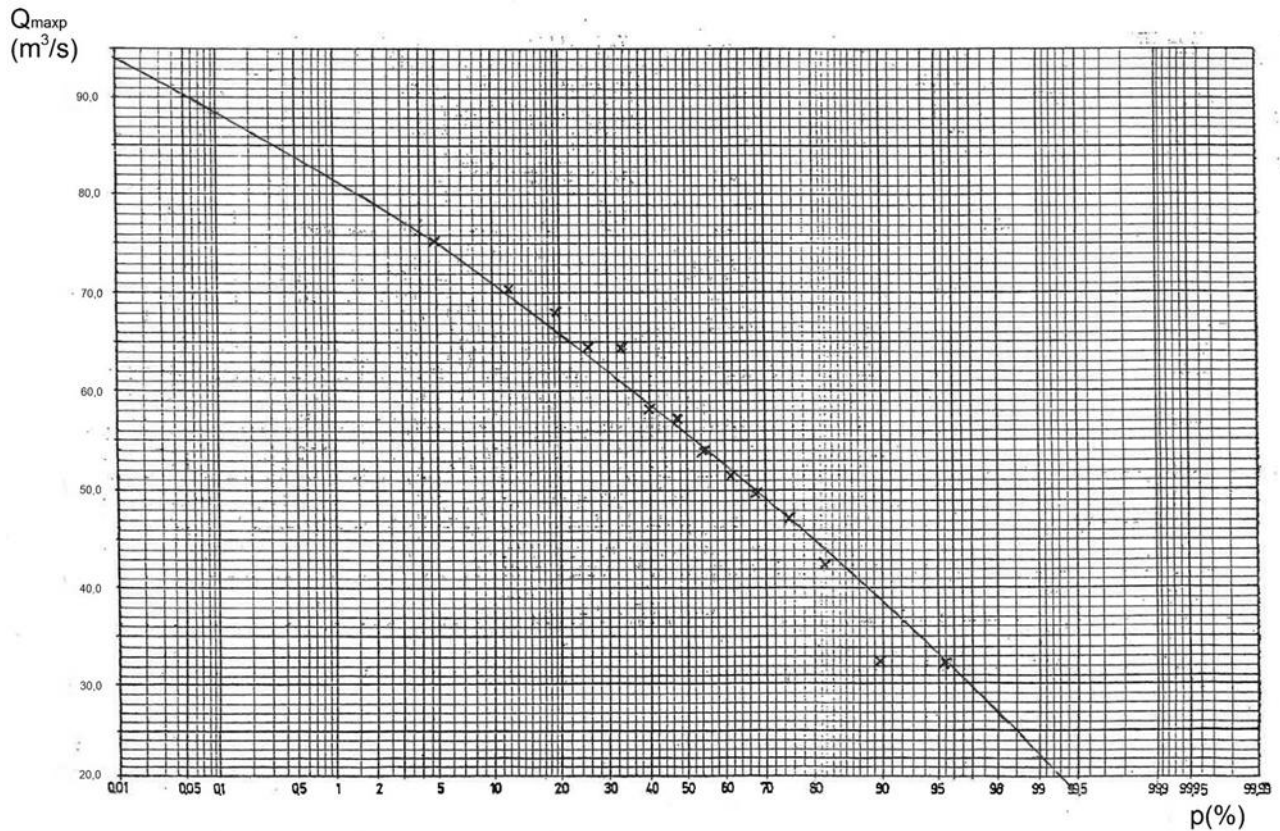
Datum	$Q_{max SM}$ (m <sup>3</sup> /s)	Datum	Kronološki $Q_{max}$ (m <sup>3</sup> /s)	Po veličini $Q_{max}$ (m <sup>3</sup> /s)	$\rho$ (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
4/ 3/ 2001	374		53.9*	75.1	4.86
24/ 9/ 2002	427		58.1*	70.3	11.8
3/ 11/ 2003	249		42.8*	68.0	18.8
12/ 4/ 2004	517		64.7*	64.7*	25.7
<b>7/ 12/ 2005</b>	466	<b>7/ 12/ 2005</b>	68.0	64.5*	32.6
23/ 3/ 2006	461	3/ 1/ 2006	47.3	58.1*	39.6
<b>2/ 11/ 2007</b>	133	<b>2/ 11/ 2007</b>	32.2	57.3	46.5
<b>18/ 12/ 2008</b>	422	<b>18/ 12/ 2008</b>	57.3	53.9*	53.5
<b>24/ 12/ 2009</b>	414	<b>26/ 12/ 2009</b>	51.4	51.4	60.4
9/ 1/ 2010	494		64.5*	49.5	67.4
<b>13/ 12/ 2011</b>	174	<b>18/ 12/ 2011</b>	32.3	47.3	74.3
17/ 5/ 2012	491	26/ 4/ 2012	49.5	42.8*	81.2
3/ 4/ 2013	318	22/ 12/ 2013	70.3	32.3	88.2
16/ 5/ 2014	672	13/ 9/ 2014	75.1	32.2	95.24
$Q_{maxSMsr}$	401	$Q_{maxsr}$	54.8		
$\sigma$	138	$\sigma$	12.8		
$c_v$	0.34	$c_v$	0.23		
$c_s$	-0.31	$c_s$	-0.31		
$\sigma_{cv}$	0.08	$\sigma_{cv}$	0.05		

\* nadopunjeno na osnovi izraza:  $Q_{max} = 1,907 \cdot Q_{maxSM}^{0,564}$

Činjenica je da je vrlo malo raspoloživih podataka – iz svega osam godina zajedničkoga rada hidroloških stanica Sanski Most i Klokot. Od toga se samo u pet slučajeva,  $n = 5$ , može uzeti u obzir da su se ti događaji dogodili istovremeno ili da su bili u istom pojavljivanju velike vode. Međutim njihova korelacijska veza je vrlo čvrsta:  $r = 0,96$ , pa se izvedena zakonitost ocjenjuje prihvatljivom. U 2010. godini od 5. siječnja do 30. travnja hidrološka stanica Klokot nije radila, a na cijelome slivu Une su tada zabilježeni najveći godišnji dotoci. Zbog toga je pretpostavljeno da je tada i na slivu Klokota najveći dotok – koji je onda definiran na osnovi izraza navedenoga ispod tablice 4.9.



Na osnovi podataka iz tablice 4.9 definirani su maksimalni godišnji protoci različitih povratnih razdoblja Klokota u profilu Klokot  $Q_{maxp}$  prema raspodjeli Pearson 3. Njihove su vrijednosti u tablici 4.11, a grafički je prikaz na slici 4.23.



**Slika 4.23:** Maksimalni godišnji protoci različitih povratnih razdoblja Klokota u profilu Klokot  $Q_{maxp}$  (raspodjela Pearson 3)  $Q_{maxsr} = 54,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $c_v = 0,23$ ;  $c_s = - 031$

#### 4.6.3.3 Minimalni godišnji protoci

U raspoloživom 10-godišnjem nizu dnevnih protoka Klokota u profilu Klokot iz razdoblja (2005.-2014.) u dvije godine: 2015. i 2010. nedostaju protoci u prva tri mjeseca. Međutim u to vrijeme nisu na obližnjim vodotocima zabilježeni minimalni protoci, a u tim se mjesecima ni inače se ne pojavljuju male vode. S obzirom na to za 2005. i 2010. godinu, niz minimalnih godišnjih protoka je nadopunjen minimalnim protocima iz sušnoga razdoblja, koji su bili zabilježeni u kolovozu 2005. i u rujnu 2010.

Minimalni godišnji protoci Klokota u profilu Klokot  $Q_{min}$  su u tablici 4.10: datumi pojavljivanja u stupcu (1), minimalni godišnji protoci  $Q_{min}$  kronološkim redom u stupcu (2), po veličini u stupcu (3) i vjerojatnost pojavljivanja prema N. N. Čegodajevu u stupcu (4).

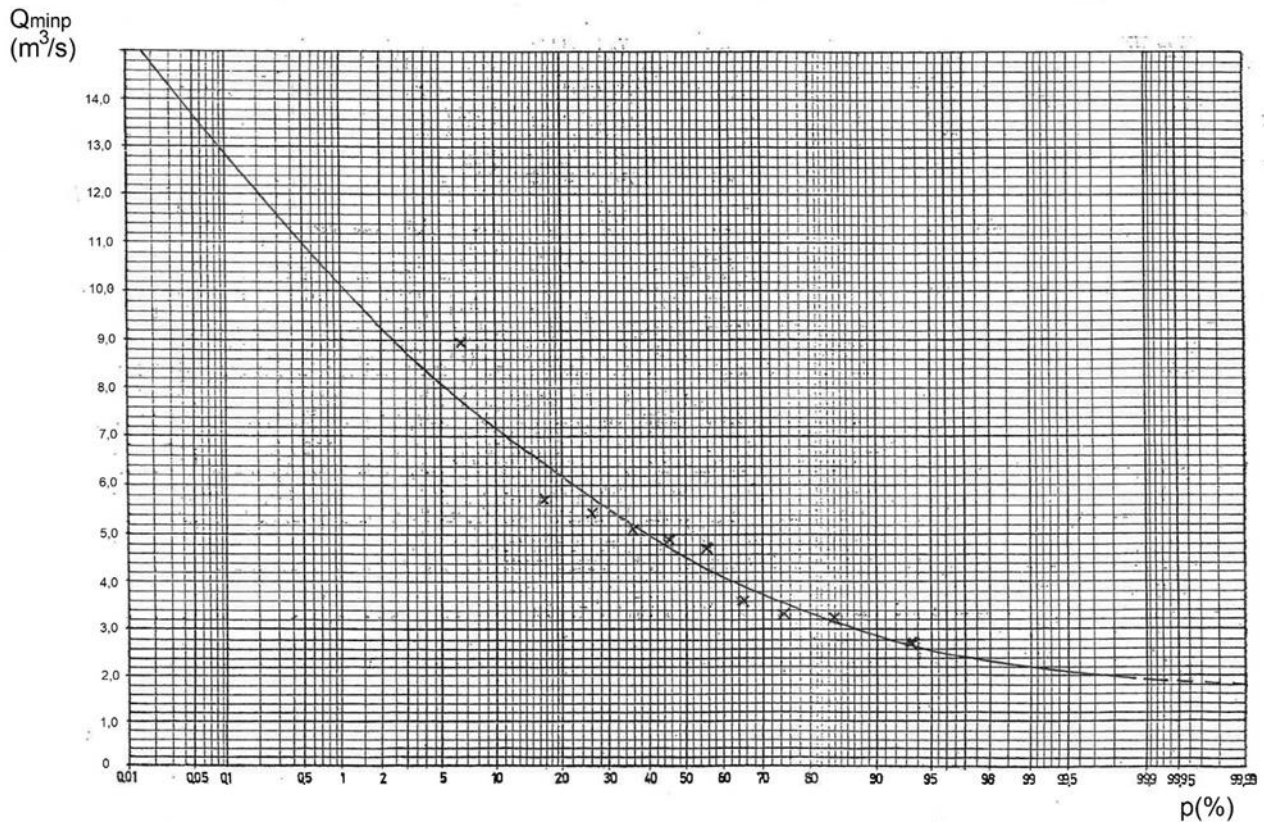
**Tablica 4.10:** Minimalni godišnji protoci Klokota u profilu Klokot  $Q_{min}$  u razdoblju (2005.-2014.)

Datum	Kronološki $Q_{min}$ (m <sup>3</sup> /s)	Po veličini $Q_{min}$ (m <sup>3</sup> /s)	$p$ (%)
(1)	(2)	(3)	(4)
3/ 8/ 2005	5.43	8.95	6.73
12/ 11/ 2006	5.11	5.77	16.3
8/ 8/ 2007	3.33	5.43	26.0
30/ 10/ 2008	4.92	5.11	35.6
10/ 10/ 2009	3.25	4.92	45.2
8/ 9/ 2010	5.77	4.79	54.8
2/ 12/ 2011	<b>2.73</b>	3.58.	64.6
11/ 9/ 2012	3.58	3.33	74.0
29/ 9/ 2013	4.79	3.25	83.7
8/ 7/ 2014	8.95	2.73	93.3
$Q_{minav}$	4.79		
$\sigma$	1.70		
$c_v$	0.36		
$c_s$	1.14		
$\sigma_{cv}$	0.099	$n = 10$	

Minimalni godišnji protoci Klokota u profilu Klokot različitih povratnih razdoblja  $Q_{minp}$  su u stupcu (5) tablice 4.11, a teorijska krivulja raspodjele, definirana na osnovi funkcije raspodjele Pearson 3, zajedno s ulaznim proračunskim podacima, je na slici 4.24.

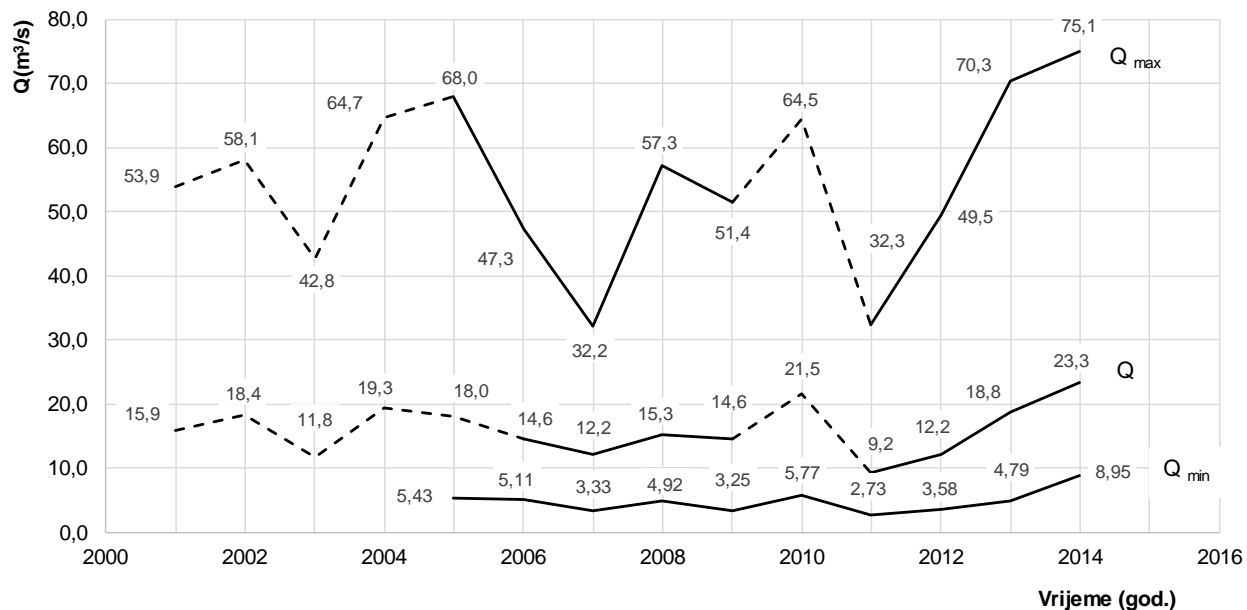
Prema usvojenome kriteriju ( $\sigma_{cv} = 0,099 < \sigma_{cv}^0 = 0,10$ ) niz od svega 10 članova minimalnih godišnjih protoka je dovoljno dug za primjenu metoda matematičke statistike. Međutim redovito je kod nizova minimalnih godišnjih protoka, zbog mogućega utjecaja jednoga – ekstremnog podatka – na veličinu koeficijenta asimetrije, potrebno da su nizovi podataka znatno duži (barem 70 godina). Zbog toga rezultat statističke obrade, u ovome slučaju, treba shvatiti orijentacijski.

**Slika 4.24** Minimalni godišnji protoci različitih povratnih razdoblja Klokota u profilu Klokot  $Q_{minp}$  (raspodjela Pearson 3)  $Q_{minsr} = 4,79 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $c_v = 0,36$ ;  $c_s = 1,14$



#### 4.6.3.4 Zaključni osvrt

Nakon provedenih nadopunjavanja u prethodnim poglavljima daje se na slici 4.25 prikaz maksimalnih  $Q_{max}$ , srednjih  $Q$  i minimalnih  $Q_{min}$  godišnjih protoka Klokota u profilu Klokot u razdoblju (2001.-2014.). Na slici 4.27 protoci dobiveni na osnovi nadopunjavanja označeni su isprekidanom linijom. Unutar razdoblja (2005.-2014.) vrijednosti srednjih dnevnih protoka kretale su se u rasponu od  $Q_{min} = 2,73 \text{ m}^3/\text{s}$  (2. 12. 2011.) do  $Q_{max} = 75,1 \text{ m}^3/\text{s}$  (13. 9. 2014.). Maksimalni godišnji protoci u razdoblju (2001.-2014.) su u rasponu:  $Q_{max} = 32,2 - 75,1 \text{ m}^3/\text{s}$ , srednji godišnji protoci u razdoblju (2001.-2014.) su u rasponu:  $Q = 9,20 - 23,3 \text{ m}^3/\text{s}$ , a minimalni godišnji protoci u razdoblju (2005.-2014.) su u rasponu:  $Q_{min} = 2,73 - 8,95 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**Slika 4.27** Maksimalni  $Q_{max}$ , srednji  $Q$  i minimalni  $Q_{min}$  godišnji protoci Klokota u profilu Klokot u razdoblju (2001.-2014.)

U tablici 4.11, slijedi pregled vrijednosti godišnjih količina oborina različitih povratnih razdoblja na meteorološkoj stanici Bihać  $P_{Bp}$  u stupcu (2) te srednjih godišnjih protoka  $Q_p$  u stupcu (3), maksimalnih godišnjih protoka  $Q_{maxp}$  u stupcu (4) i minimalnih godišnjih protoka  $Q_{minp}$  u stupcu (5) različitih povratnih razdoblja Klokota u profilu Klokot. Prema provedenom testu A. N. Kolmogorova primijenjena raspodjela Pearson 3 dobro se prilagođava podacima na osnovi kojih je definirana (u svim je slučajevima  $D_N < D_0$ ).

Grafički prikaz krivulje raspodjele godišnjih količina oborina sa stanice Bihać  $P_{Bp}$  je na slici 4.10. Za hidrološku stanicu Klokot na Klokotu grafički su prikazi krivulja raspodjele: srednjih godišnjih protoka  $Q_p$  na slici 4.22, maksimalnih godišnjih protoka  $Q_{maxp}$  na slici 4.23, a minimalnih godišnjih protoka  $Q_{minp}$  na slici 4.24.

**Tablica 4.12:** Godišnje količine oborina različitih povratnih razdoblja na meteorološkoj stanici Bihać  $P_{Bp}$  te srednji godišnji protoci  $Q_p$ , maksimalni godišnji protoci  $Q_{maxp}$  i minimalni godišnji protoci  $Q_{minp}$  različitih povratnih razdoblja Klokota u profilu Klokot

Vjerojatnost pojavljivanja $p$ (god.)	$P_{Bp}$ (mm)	$Q_p$ (m³/s)	$Q_{maxp}$ (m³/s)	$Q_{minp}$ (m³/s)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
10,000	2596	30.8	94.0	-
1000	2375	28.3	88.5	1.91
100	2117	25.2	81.3	2.08
50	2029	24.1	79.3	2.38
25	1930	23.1	74.5	2.54
10	1785	21.1	70.4	2.89
5	1652	19.4	65.5	3.32
2	1417	16.1	55.6	4.45
$n$	10	14	14	10
$D_N$	$0.13 < D_0 = 0.41$	$0.12 < D_0 = 0.35$	$0.10 < D_0 = 0.35$	$0.11 < D_0 = 0.41$

Na kraju se daje osvrt na veličinu utjecajnoga sliva Klokota do hidrološkoga profila Klokot i iznosi:  $A = 951,5 \text{ km}^2$ . Unutar značajnoga dijela te površine dolazi do prelijevanja vode u podzemlju i u druge utjecajne slivove na razmjerno velikoj površini, ovisno o vodostajima u podzemlju. Prema tome hidrogeološka razvodnica nije fiksna i voda u Klokot ne dolazi uvijek iz istoga dijela podzemlja. Za sliv Une – prema podacima iz ranijih obrada – utjecajni koeficijent je:  $c_u = 0,63$ , a za sliv Klokota bi njegova vrijednost bila znatno manja. Pritom treba imati na umu da je Klokot dominantan izvor vode u cijelom nizu izvora razmatranoga područja, a dio vode koji istječe na Privilici i ostalim, znatno manjim izvorima, procjenjuje se na 3,0 – 5,0 % količina koje dolaze na Klokot. Uz pretpostavku da je količina oborine na meteorološkoj stanici Bihać mjerodavna za cijeli utjecajni sliv Klokota i ako se u obzir uzme cijela površina utjecajnoga sliva veličina prosječnoga utjecajnog koeficijenta bila bi:

$$c = \frac{Q \cdot T}{A \cdot P} = \frac{16,0 \cdot 31,54 \cdot 10^6}{951,5 \cdot 10^6 \cdot 1417 \cdot 10^{-3}} = 0,37$$

gdje je  $Q$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) srednji protok,  $T$  (s) broj sekundi u godini,  $A$  ( $\text{km}^2$ ) veličina sliva i  $P$  (mm) prosječna godišnja oborina. Napominje se da je na osnovi karte izohijeta prosječnih godišnjih količina oborina iz razdoblja (1969.-1978.) za slivove Kupe, Une i Save iz elaborata: *Meteorološke oborinske podloge za projekt „Katastar malih vodnih snaga“*, Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske, Zagreb, 1984., ocijenjeno da je za razmatrani utjecajni sliv Klokota prihvatljivo usvojiti količine prosječnih godišnjih oborina zabilježenih na meteorološkoj stanici Bihać.

Za vlažnu 2014. godinu bilo bi:

$$c_{vl} = \frac{23,3 \cdot 31,54 \cdot 10^6}{951,5 \cdot 10^6 \cdot 1934 \cdot 10^{-3}} = 0,40$$

a za sušnu 2011. godinu:

$$c_{su} = \frac{9,21 \cdot 31,54 \cdot 10^6}{951,5 \cdot 10^6 \cdot 886 \cdot 10^{-3}} = 0,35$$

Ovako niske vrijednosti utjecajnih koeficijenata izrazito odstupaju od vrijednosti utjecajnoga koeficijenta za sliv Une:  $c_u = 0,63$ . Također nisu u skladu ni s vrijednosti utjecajnoga koeficijenta iz elaborata iz 2004. godine u kojem je veličina utjecajnoga sliva:  $F = 686,5 \text{ km}^2$ , a utjecajni koeficijent:  $c' = 0,50$ . Međutim, rezultati svih do sada provedenih hidrogeoloških istraživanja, opisani i obrazloženi u poglavlju 4.5. *Definiranje sliva*, pokazuju da svakako treba respektirati ustanovljene značajne bifurkacije u utjecajnome slivu Klokota i ostalih izvora u razmatranome području i usvojiti veličinu utjecajnoga sliva:  $A = 951,5 \text{ km}^2$ .

Općenito kod velikih slivova, a takav je utjecajni sliv Klokota, u otjecanju vrlo rijetko sudjeluje cijela površina sliva. Po svojoj definiciji utjecajni koeficijent je odnos efektivne oborine i oborine koja padne na sliv i pritom se u svim slučajevima – pa tako i kod Klokota – u obzir uzima površina cijeloga sliva. Značajne bifurkacije u slivu Klokota razlog su niskim vrijednostima utjecajnih koeficijenata, a činjenica je da su na osnovi rezultata hidrogeoloških istraživačkih radova definirana i područja s kojih voda ne mora redovito dolaziti na Klokot, nego odlazi u druge vodotoke. Kada bi se to zanemarilo i „forsirano“ smanjilo utjecajni sliv Klokota na veličinu prema utjecajnome koeficijentu  $c = 0,63$ , utjecaj dijela sliva na otjecanje vode bilo bi zanemaren i taj bi dio sliva ostao izvan primjene mjera zaštite od zagađenja. Na taj bi se način pogodovalo povremenim dolascima vode u Klokot s nezaštićenih područje podložnih opasnim zagađenjima.

#### 4.7 PRIJEDLOG GRANICA ZONA SANITARNE ZAŠTITE

Prijedlog zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot i Privilica napravljen je prema Prijedlogu pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti u graničnom području Bosne i Hercegovine i Republike Hrvatske. Navedenim se dokumentom propisuju uvjeti za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda u krškom vodonosniku u pograničnim područjima Bosne i Hercegovine i Republike Hrvatske koja se koriste za javnu vodoopskrbu, mjere i ograničenja koja se u njima provode, te rokovi i postupak donošenja odluka o zaštiti izvorišta.

Hidrogeološki uvjeti tečenja, odnosno glavni drenažni smjerovi toka podzemnih voda u krškim vodonosnicima su uvjetovani litološkim svojstvima stijena i naslaga, strukturno-tektonskim odnosima kao i stupnjem razvoja okršenosti u slivnom području. Krške izvorske i ponorne zone najčešće su povezane, pa stoga kod određivanja zona sanitarne zaštite koristimo pojam prividne brzine podzemnog toka između ponora i izvora. Osim ovog značajni utjecaj na brzinu pozemnog tečenja imaju i hidrološki uvjeti, odnosno dinamika u podzemlju, ovisna o vremenu u kojem se trasiranje provodi. Prividne brzine podzemnog tečenja dobivene su trasiranjima i koriste se u kombinaciji s ostalim hidrogeološkim elementima krških slivova za određivanje granica zona u kojima se predlaže primijeniti odgovarajuće mjere sanitarne zaštite.

Zone sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika sa pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti su:

- zona ograničene zaštite – IV. zona,
- zona ograničenja i kontrole – III. zona,
- zona strogih ograničenja – II. zona i
- zona strogog režima zaštite – I. zona.

Zone sanitarne zaštite krških vodonosnika u graničnom području BiH i Hrvatske određuju se prema kriterijima navedenim u slijedećoj tablici 1:

:

**Tablica 1:** Kriteriji za određivanje zona sanitarne zaštite kršnih vodonosnika

	<b>ZAŠTITNE ZONE</b>	<b>TOK PODZEMNE VODE PREMA OBJEKTIMA CRPILIŠTA</b>	<b>PRIVIDNA BRZINA PODZEMNE VODE U cm/s</b>	<b>POTREBNE HIDROGEOLOŠKE PODLOGE</b>
ZONA STROGOG REŽIMA ZAŠTITE I NADZORA	I A	NEPOSREDNO PODRUČJE CRPILIŠTA	MORA BITI OGRAĐENO	MJERILO 1:1.000
	I B	NEPOSREDNI POVRŠINSKI SLIV (površinsko naplavno područje oko izvorišta)	MORA BITI OZNAČENO	MJERILO 1:1.000
ZONA STROGOG OGRANIČENJA I NADZORA	II	24 SATA	ZONA ISTJECANJA SLIVA > 3 cm/s	MJERILO 1:25.000
ZONA OGRANIČENJA I NADZORA	III	1-10 DANA	1-3 cm/s PRETPOSTAVLJENA RETENCIJSKA ZONA	MJERILO 1:50.000
ZONA OGRANIČENJA	IV	10-50 DANA	< 1 cm/s	MJERILO 1:50.000

Na slivu izvora Klokota i Privilica (površina od 951,41 km<sup>2</sup>) izdvojene su četiri zone sanitarne zaštite, prema člancima 15, 16, 17 i 18 Pravilnika, te je kao zasebna cjelina izdvojeno područje Nacionalnog parka Plitvička jezera koje pripada zonama zaštite unutar Nacionalnog parka (prilog 4). Zone unutar Nacionalnog parka su napravljene sukladno Smjernicama za planiranje upravljanja zaštićenim područjima i/ili područjima ekološke mreže.

Na području Nacionalnog parka vrijede zone zaštite uspostavljene unutar navedenog područja. U slučaju sliva Klokota i Privilice navedeno područje, prema kriterijima za zone sanitarne zaštite, pripada u II zonu sanitarne zaštite – ponor Prijeboj i III zonu sanitarne zaštite – ostali dio sliva, međutim za vrijeme dok se navedeno područje tretira kao zaštićeno područje u njemu se primjenjuju zone unutar Nacionalnog parka koje su strože od mjera propisanih unutar II i III zone sanitarne zaštite.

U nastavku je pobliže opisan način uspostavljanja pojedinih zaštitnih zona na slivu izvorišta Klokot i Privilica.

Zone sanitarne zaštite izvora Klokot i Privilica prikazane su na grafičkim priložima od 4 do 4.5

#### 4.7.1 Zona strogog režima zaštite – I zona

Granice zone strogog režima zaštite i nadzora – I. zone propisane su člankom 18. Pravilnika. Granica zone strogog režima zaštite i nadzora (I A zona) obuhvaća nalazište vode (izvorište, kaptazu, crpilište), crpnu stanicu, postrojenje za preradu vode i objekte neophodne za pogon, održavanje i čuvanje crpne stanice. Operator vodovodnog sustava obavezan je ograditi područje I A zaštitne zone izvorišta i istaknuti upozorenje o zabrani neovlaštenog pristupa, te osigurati stalni elektronski i/ili fizički nadzor.

I B zona izvorišta Klokot i Privilica obuhvaća neposredni površinski sliv izvorišta odnosno površinsko naplavno područje oko izvorišta.

I A zaštitna zona prema Pravilniku predstavlja neposredni prostor oko izvorišta Klokota i Privilica. Na prilogu 4.3 prikazane su granice I A zaštitne zone izvora Klokot, te na prilogu 4.4. I A zaštitna zona izvora Privilica.

### **I A zaštitna zona**

Područje 1 A zone sanitarne zaštite izvorišta Klokot obuhvaća površinu od 0,026 km<sup>2</sup>, i u cijelosti se nalazi na području Bosne i Hercegovine. U navedenu površinu pripada parcela k.p. 883/1 i 883/2 k.o. Klokot, na kojoj se nalazi Pumpna stanica Klokot, te pojas uz lijevu obalu rijeke Klokot uzvodno do vodozahvata. Na ovom području koje je trenutno ograđeno nalaze se objekti koje koristi JP „Vodovod“ d.o.o. iz Bihaća.

Granica I A zaštitne zone izvorišta Klokot (Prilog 4.3) proteže se od desne obale rijeke Klokot 80 metara nizvodno od vrela, vodi obodom grebena iznad izvora okružuje izvor sa južne, zapadne, sjeverne i sjeverozapadne strane, potom vodi duž izohipse 220 m n. m. do sjeverne granice parcele k.p. 883 k.o. Klokot, potom se pruža sjevernom, istočnom i južnom granicom parcele k.p. 883 k.o. Klokot, odakle vodi u pravcu zapada u dužini od 16 metara do rijeke Klokot, a zatim u dužini 75 metara uzvodno lijevom obalom rijeke Klokot. Dužina ograde oko ovoga područja je 650 metara.

I A zaštitna zona izvora Privilica (Prilog 4.4) obuhvaća prostor na kojem se nalazi kaptaža i drugi objekti potrebni za zahvat i transport vode iz izvora u vodoopskrbni sustav. U cijelosti se nalazi na području Bosne i Hercegovine

Granica I A zaštitne zone izvorišta Privilica proteže se od mosta na potoku Privilica duž sjeverozapadne granice parcele k.p. 8851 k.o. Bihać - grad, zatim u pravcu jugozapada u dužini 75 metara, odakle vodi u pravcu sjeverozapada u dužini 115 metara, potom u pravcu sjeveroistoka u dužini 80 metara do sjeveroistočne granice parcele k.p. 8853 k.o. Bihać - grad, potom sjeveroistočnom granicom k.p. 8853 k.o. Bihać - grad, te sjeverozapadnom i sjeveroistočnom granicom k.p. 8851 k.o. Bihać - grad do mosta na potoku Privilica. Ukupna površina I A zaštitne zone oko izvorišta Privilica iznosi 0,0067 km<sup>2</sup>, dok je obim ovoga područja 360 m.

Pored izvorišta Klokot i Privilica, I A zaštitnom zonom štiti se i utvrđeni ponor na lokalitetu deponije Vučjak s obzirom da se radi o ponoru sa kojeg voda, (potencijalno zagađenje) vrlo brzo stiže do vodozahvatnih objekata. Mjere zaštite identične su mjerama utvrđenim za I A zaštitnu zonu izvorišta Klokot i Privilica, pa je stoga potrebno zabraniti direktan pristup postavljanjem ograde, na udaljenosti ne manjoj od deset metara od samog ponora.

### **I B zaštitna zona**

Područje I B zaštitne zone izvora Klokot i Privilica proteže se od granice I A zone i obuhvaća neposredni površinski sliv oko izvora, odnosno površinsko naplavno područje oko izvora, te se u cijelosti se nalaze na području Bosne i Hercegovine

Prema navedenom vanjska granica I B zaštitne zone ide od izvora Klokot na sjever padinom iznad izvora Klokot do kote 356 m n. m. na brdu, zatim prema jugu prati izohipsu 350 m n.m. u duljini od 415 m nakon čega sa južne strane zatvara područje jaruge te završava na desnoj obali vodotoka Klokot.

Ukupna površina I B zaštitne zone izvora Klokot je 0,07 km<sup>2</sup>, a duljina obuhvata navedene zone je 837 metara. I B zaštitna zona izvorišta Klokot prikazana je na prilogu 4.3.

Površina I B zone izvora Privilica je 0,08 km<sup>2</sup>, dok je duljina obuhvata 720 metara. Vanjska granica ide od izvora Privilica prema zapadu do izolinije 350 m n. m., prema jugu do izohipse 380 m n.m., te se na istoku zatvara pored izvora Privilica na koti 230 m n.m.

I B zaštitna zona izvorišta Privilica prikazana je na prilogu 4.4.



#### 4.7.2 Zona strogih ograničenja – II zona

II. zona sanitarne zaštite obuhvaća glavne podzemne drenažne smjerove u neposrednom slivu izvorišta, sa mogućim tečenjem kroz pukotinski sustav vodonosnika do zahvata vode u trajanju do 24 sata, odnosno područja sa kojih su utvrđene prividne brzine podzemnih tečenja, u uvjetima velikih voda, veće od 3,0 cm/s, odnosno unutarnji dio klasičnog slivnog područja.

Pri određivanju granice II zone na slivu izvorišta Klokot i Privilica primijenjen je kriterij tečenja kroz vodonosnik do zahvata u trajanju od 24 sata. Navedeni kriterij primijenjen je zbog nepovoljnijih rezultata u odnosu na primjenu kriterija brzine veće od 3 cm/s, čime je II zona okonturena primjenjujući kriterij kojim se dobiva veća sigurnost u zaštiti od potencijalnog zagađenja.

Ako se u granicama IV. ili III. zone nalaze područja sa glavnim točkama prikupljanja i otjecanja vode prema izvorištu (ponori i ponorne zone), takvo će se područje odrediti kao dio II. zone sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika sa pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti.

Ponori i ponorne zone ograđuju se stabilnom ogradom i označavaju kao II. zona. Na slivu izvora Klokot i Privilica kao II. zona sanitarne zaštite okontureni su ponori:

- ponor Prijeboj,
- ponor Koreničke rijeke,
- ponor Vidrovac.

Ovako određeno područje II. zaštitne zone velikom većinom površine se nalazi na teritoriju Bosne i Hercegovine, dok se sva tri zaštitna područja kojima se štite spomenuti ponori nalaze na teritoriji Republike Hrvatske.

Vanjska granica II. Zone zaštite na sjevernom području započinje na teritoriju Bosne i Hercegovine kod kote 351 m n.m. na području Urije, prema zapadu je okonturena do kote 342 m n. m. na području RH kod Debelog luga. Granica zatim skreće prema jugozapadu do područja Željave, te na koti 392 m n. m. kod Odakove pećine prelazi ponovo na teritorij Bosne i Hercegovine. Prema jugu prati obronke Plješivice preko kote 344 m n. m. na obronku Baljevačkog polja, do kote 413 m n. m. na području Žlibe i kote 513 m n. m. kod Grabovog ramena. Zatim preko područja Karolinke ide do kote 615 m n. m. na Vršku, do kote 421 m n. m. na Zavalju. Nakon toga vanjska granica obuhvata II. zaštitne zone ide prema zapadu preko Skočajske drage do Glavice na koti 446 m n. m. Granica završava na području udaljenom oko 320 metara od izvora Privilica.

Gore opisano područje obuhvaća površinu od 26,56 km<sup>2</sup>, od čega se 9,9 % nalazi na području Republike Hrvatske (2,62 km<sup>2</sup>), dok se 90,1 % nalazi na području Bosne i Hercegovine (24,14 km<sup>2</sup>).

**Područje ponora Prijeboj** se u cijelosti nalazi na području Nacionalnog parka Plitvička jezera u Republici Hrvatskoj i obuhvaća površinu od 1,15 km<sup>2</sup>.

Granica je određena tako da je okonturen uzvodni dio vodotoka koji ponire u navedenom ponoru kao što je u obzir uzeta i orografija područja oko ponora. Također uzeto je u obzir područje sa kojega voda u ponornici za tri sata dotječe u ponor. Za brzinu vode u ponornici je procijenjeno 0,25 m/s.

Granica na sjeveru kreće od ceste za Prijeboj, obuhvaća Marasovo vrelo, a prema jugoistoku i jugu ide preko Oljavčevog vrška (786 m n. m.), preko područja Čujica Krčevina do kote 723 m n. m. iznad Mira vrela. Prema zapadu granica preko područja Čujica Krčevina prelazeći kotu 708 m n. m. skreće prema sjeveru do ceste za Prijeboj.

**Područje ponora u Koreničkom polju** obuhvaća površinu od 2,29 km<sup>2</sup> te se nalazi na području Republike Hrvatske.

Granica je određena tako da je okonturen uzvodni dio vodotoka koji ponire u navedenom ponoru kao što je u obzir uzeta i orografija područja oko ponora. Također uzeto je u obzir područje sa kojega voda u ponornici za tri sata dotječe u ponor.

Na sjeverozapadu granica kreće od područja Gradine Koreničke, nakon koje slijedi izoliniju 640 m n. m. do područja Vedrišta. Nakon Vedrišta granica skreće na istok i zaokružuje područje Ponora Koreničkog. Od Ponora Koreničkog prema zapadu ide preko Luga desnom obalom Matice do Gradine Koreničke.

**Područje ponora u Krbavskom polju** obuhvaća površinu od 7,1 km<sup>2</sup>, te se nalazi na području Republike Hrvatske.

Granica je određena tako da je okonturena šira ponorna zona unutar koje su smješteni aktivni ponori koji gravitiraju prema slivu Une. U obzir je uzeta orografija i hidrogeološka građa promatranog terena.

Navedena površina obuhvaća dio Krbavskog polja od mjesta Zecovi na sjeveru, zatim prema sjeveroistoku granica područja II. Zone prati izoliniju 635 m n. m. koja se proteže uz desni rub ceste D1 prema Udbini. Prema istoku zatim granica prati izoliniju 640 m n. m. do naselja Budisavljevići. Od Budisavljevića prema jugu granica i dalje slijedi izoliniju 640 m n. m. do Zalić ponora. Od Zalić ponora prema zapadu granica ide uz desnu obalu Krbavice do područja Vedrog polja. Od Vedrog polja prema sjeveru granica i dalje ide desnom obalom Krbavice do Rosulja.

Ukupna površina II zaštitne zone izvorišta Klokot i Privilica uključujući i područja oko ponora Prijeboj i ponora u Koreničkom i Krbavskom polju iznosi 37,1 km<sup>2</sup>. 64,5 % navedene površine nalazi se u Bosni i Hercegovini (23,94 km<sup>2</sup>) dok se 35,5 % površine nalazi u Republici Hrvatskoj (13,15 km<sup>2</sup>)

II zaštitna zona prikazana je na prilogu 4.2.

#### 4.7.3 Zona ograničenja i kontrole – III zona

III. zona sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika sa pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti obuhvaća dijelove sliva od vanjske granice II zone do granice sa koje je moguće tečenje kroz podzemlje do vodozahvata u razdoblju od 1 do 10 dana u uvjetima velikih voda, odnosno područja sa kojih su utvrđene prividne brzine podzemnih tečenja od 1 do 3 cm/s, odnosno područje koje obuhvaća pretežiti dio slivnog područja.

Područje III zaštitne zone obuhvaća površinu od 842,60 km<sup>2</sup>. Velikom većinom III zaštitna zona se nalazi na teritoriju Republike Hrvatske 92,1 % (776,3 km<sup>2</sup>), dok se na području Bosne i Hercegovine nalazi 7,9 % površine (66, 4 km<sup>2</sup>).

Vanjska granica III zaštitne zone uglavnom prati vanjsku granicu hidrogeološkog sliva izvora Klokot i Privilica, osim na južnom i jugozapadnom dijelu gdje graniči sa IV zaštitnom zonom, te u podnožju Plješivice gdje graniči sa II zonom sanitarne zaštite.

Granica III. Zone započinje na području Bosne i Hercegovine kod Urije na koti 351 m n.m. Na sjeveroistok ide preko područja izvora Arkovca i Brišovca nakon čega prelazi na teritorij Republike Hrvatske kod vrha Jasen (kota 375 m n.m.).

Prema sjeveru granica prelazi Gornji Vaganac, te prateći desnu obalu Korane (Cvetničko selo) ide prema području Čatrnje gdje granica prelazi rijeku Koranu. Granica dalje ide preko Crkvina (409 m n. m.), Deriguza (709 m n. m.) do Pištenice (908 m n.m.) na samom sjeveru sliva. Zatim granica ide prema sjeverozapadu preko Velikog bila (934 m n. m.) i Preka kose (774 m n. m.). Od zapada prema jugozapadu granica ide preko Bačinovaca (1043 m n.m.), Vršaka kod Mileusnića drage do granice s IV. zonom sanitarne zaštite kod Kamenjaka (982 m n. m.).

Od Kamenjaka granica nastavlja preko Fundukovog vrha (983 m n.m.) i Vrela Koreničkog. Kod Slatke vode granica skreće prema sjeveru preko Oštrog Mihaljevca (1048 m n. m.), Plan-dišta (768 m n. m.), Kapele Koreničke do područja II zone zaštite kod ponora Prijeboj. Nakon Prijeboja granica skreće prema sjeveroistoku preko Dražice (642 m n. m.) i Pavetnjaka do Ličkog Petrovog Sela na sjeveru. Nakon Ličkog Petrovog Sela granica ide prema sjeverozapadu preko Zaklopače (599 m n. m.), Rastovače i Gorice (559 m n. m.), gdje prelazi rijeku Koranu kod Koranskog mosta. Granica zatim nastavlja preko Suhe drage (715 m n. m.), M. Manduševca (863 m n. m.) do Gornje.

III zaštitna zona prikazana je na prilogu 4.1

#### 4.7.4 Zona ograničene zaštite – IV zona

Prema članku 15. Pravilnika, IV. zona sanitarne zaštite izvorišta obuhvaća dio slivnog područja izvan III. zone, pa do vanjske granice sliva. U ovom je području prema postojećoj regulativi definirana mogućnost tečenja kroz pukotinsko i pukotinsko-kavernozno podzemlje u uvjetima velikih voda do vodozahvata u razdoblju od:

- 10 do 20 dana za izvorišta iz članka 10. stavka 1. točke 1. ovoga Pravilnika,
- 20 do 40 dana za izvorišta iz članka 10. stavka 1. točke 2. ovoga Pravilnika i
- 40 do 50 dana za izvorišta iz članka 10. stavka 1. točke 3. ovoga Pravilnika.

Iznimno od stavka 1. ovoga članka IV. zona sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika sa pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti može se odrediti tako da obuhvati sliv izvorišta izvan III. zone, na kojem su utvrđene prividne brzine podzemnog tečenja manje od 1 cm/s, kao i ukupno slivno područje koje sudjeluje u obnavljanju voda pripadajućeg izvorišta.

Na promatranom području u IV. zonu sanitarne zaštite izdvojena su područja sliva koja za sada nisu dovoljno istražena u južnom, te jugozapadnom dijelu zajedničkog sliva izvora Klokot i Privilica ukupne površine 71,6 km<sup>2</sup> (7,5% ukupne površine hidrogeološkog sliva Klokota i Privilice). Navedena područja prema hidrogeološkoj građi, tektonici i orografiji odstupaju od karakteristika okolnog područja, te se iako nisu dovoljno istražena mogu izdvojiti kao područja sa kojih nema koncentriranih tokova. Tečenja u podzemlju su zbog svega navedenog spora te je za pretpostaviti da bi vrijeme tečenja bilo duže od vremena propisanog člankom 15. Pravilnika.

Vanjska granica južnog dijela sliva koji je izdvojena kao IV. zona sanitarne zaštite ide od Sertića brda na jugozapadnom dijelu preko Karaule (826 m n. m.), Matića strane (768 m n. m.), Vukovog vrščića (779 m n. m.) do Popuše na jugu.

Vanjska granica jugozapadnog dijela sliva koji je u IV. zoni sanitarne zaštite ide od Čutinovca (1408 m n. m.) na južnijem dijelu zone, preko Plješivice-Čardak (1550 m n. m.), Šmanjkovog bila (1259 m n. m.) do Škorinog vrha (1218 m n. m.) na sjevernom dijelu okonturene zone.

IV zaštitna zona prikazana je na prilogu 4.1

#### 4.7.5 Zone ograničenja na području nacionalnog parka plitvička jezera

Područje Nacionalnog parka Plitvička jezera unutar sliva izvorišta Klokot i Privilica zauzima 218,68 km<sup>2</sup> što iznosi 22,98 % ukupne površine sliva navedenih izvorišta.

Prema dokumentu „*Plan upravljanja Nacionalnim parkom Plitvička jezera 2019. – 2028.*“, u poglavlju 3.6 *Upravljačka zonacija* prikazana je raspodjela zona unutar prostora Nacionalnog parka zajedno sa pripadajućim mjerama zaštite. Navedena Upravljačka zonacija je rađena sukladno Smjernicama za planiranje upravljanja zaštićenim područjima i/ili područjima

ekološke mreže koje predviđaju tri glavne zone, u rasponu od zone gdje nije prisutan gotovo nikakav ljudski utjecaj pa do zone u kojoj prirodni prostor može biti znatno izmijenjen ljudskim utjecajem. Redosljed zona ne implicira vrijednost područja, već odražava potrebe za upravljanjem zaštićenim područjem u svrhu očuvanja specifične bioraznolikosti i georaznolikosti.

Prema spomenutim Smjernicama područje Nacionalnog parka podijeljeno je u tri upravljačke zone:

- Zona I – zona stroge zaštite
- Zona II – zona usmjerene zaštite
- Zona III – zona korištenja.

Prema nacionalnim i međunarodnim standardima za kategoriju nacionalnih parkova, najveći udio površine Parka od 80,7 % je unutar Zone stroge zaštite (Zona I), 17,1 % je unutar Zone usmjerene zaštite (Zona II), najmanji udio od oko 2,2 % je u Zoni korištenja (Zona III).

Ponorno područje Prijeboj je prema Pravilniku o zonama sanitarne zaštite unutar II zone sanitarne zaštite, iako se nalazi unutar granica NP Plitvička jezera i unutar I zone Nacionalnog parka Plitvička jezera. Bitno je naglasiti da su mjere zaštite unutar I zone Nacionalnog parka Plitvička jezera jako stroge, pa tako nisu dopuštene nikakve aktivnosti osim istraživanja, praćenja i nadzora, kao ni nikakve intervencije u prostoru.

Područje Nacionalnog parka Plitvička jezera prikazano je na prilogu 4.

Površine koje pojedine zone sanitarne zaštite obuhvaćaju na slivu Klokota i Privilice na području Republike Hrvatske i Bosne i Hercegovine prikazane su u tablici 2.

**Tablica 2:** površine pojedinih zona sanitarne zaštite na području sliva Klokota i Privilice

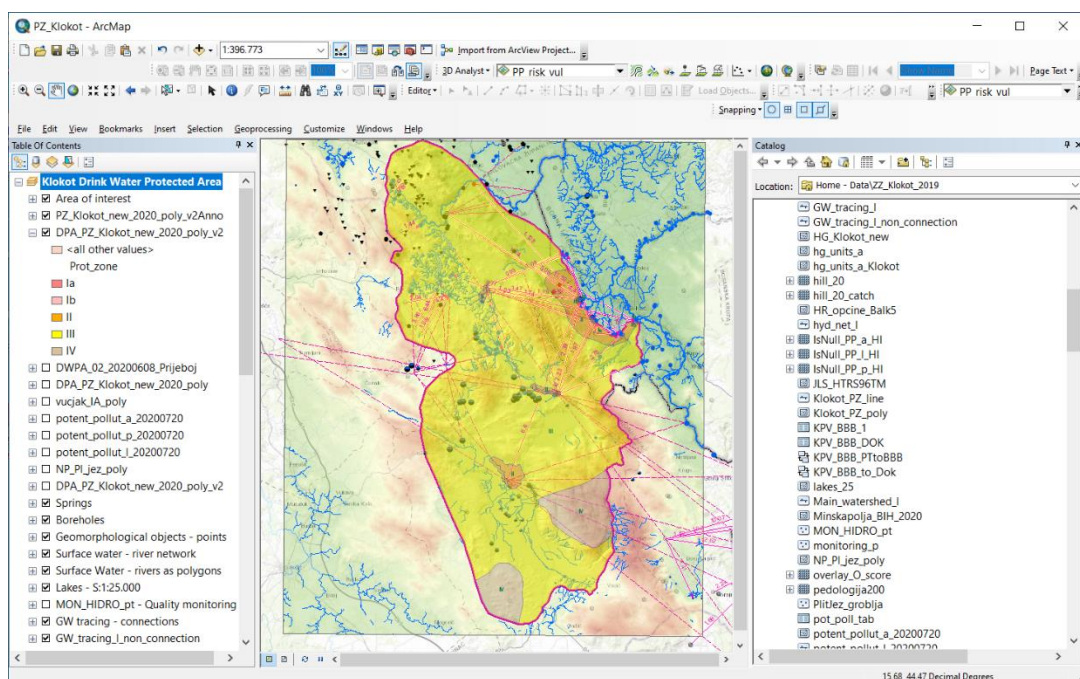
	Zaštitne Zone	Površina pojedine zaštitne zone u odnosu na površinu hidrogeološkog sliva		Površina pojedine zone sanitarne zaštite u Bosni i Hercegovini		Površina pojedine zone sanitarne zaštite u Republici Hrvatskoj	
		(km <sup>2</sup> )	(%)	(km <sup>2</sup> )	(%)	(km <sup>2</sup> )	(%)
ZONA STROGOG REŽIMA ZAŠTITE	I A	0,05	0,01	0,06	100,00	-	-
	I B	0,15	0,02	0,15	100,00	-	-
ZONA STROGIH OGRANIČENJA	II	37,09	3,90	23,94	64,54	13,15	35,46
ZONA OGRANIČENJA I KONTROLE	III	842,60	88,55	66,35	7,87	776,25	92,13
ZONA OGRANIČENE ZAŠTITE	IV	71,60	7,52	-	-	71,60	100,00
NACIONALNI PARK PLITVIČKA JEZERA		218,68	22,98			218,68	100,00
		Ukupna površina hidrogeološkog sliva		Površina hidrogeološkog sliva u Bosni i Hercegovini		Površina hidrogeološkog sliva u Republici Hrvatskoj	
		(km <sup>2</sup> )	(%)	(km <sup>2</sup> )	(%)	(km <sup>2</sup> )	(%)
		951,5	100	90,5	10	861,0	90

## 5 GIS I KARTIRANJE

### 5.1 RADNA GIS BAZA PODATAKA

#### Prikupljanje i obrada podataka

Tijekom početne faze pregledali smo i prikupili dostupne podatke relevantne za ciljeve i provedbu Studije. Svi prikupljeni podaci transformirani su iz različitih formata (Shapefiles, ArcInfo Covarages, Personal Geodatabase, ACAD dwg datoteke) i pohranjeni u radnu File Geodatabase. Za sve prostorne slojeve definiran je MGI Balkans 5 koordinatni sustav MGI\_Balkans\_5 (WKID: 31276 Tijelo: EPSG) i napravljena je kartografsku kompoziciju u obliku ArcGIS MXD datoteke koja je korištena za analizu podataka, usklađivanje atributa i prezentaciju (Slika 5.1).



**Slika 5.1** Prezentacija prikupljenih i proizvedenih podataka pomoću ArcMap-a

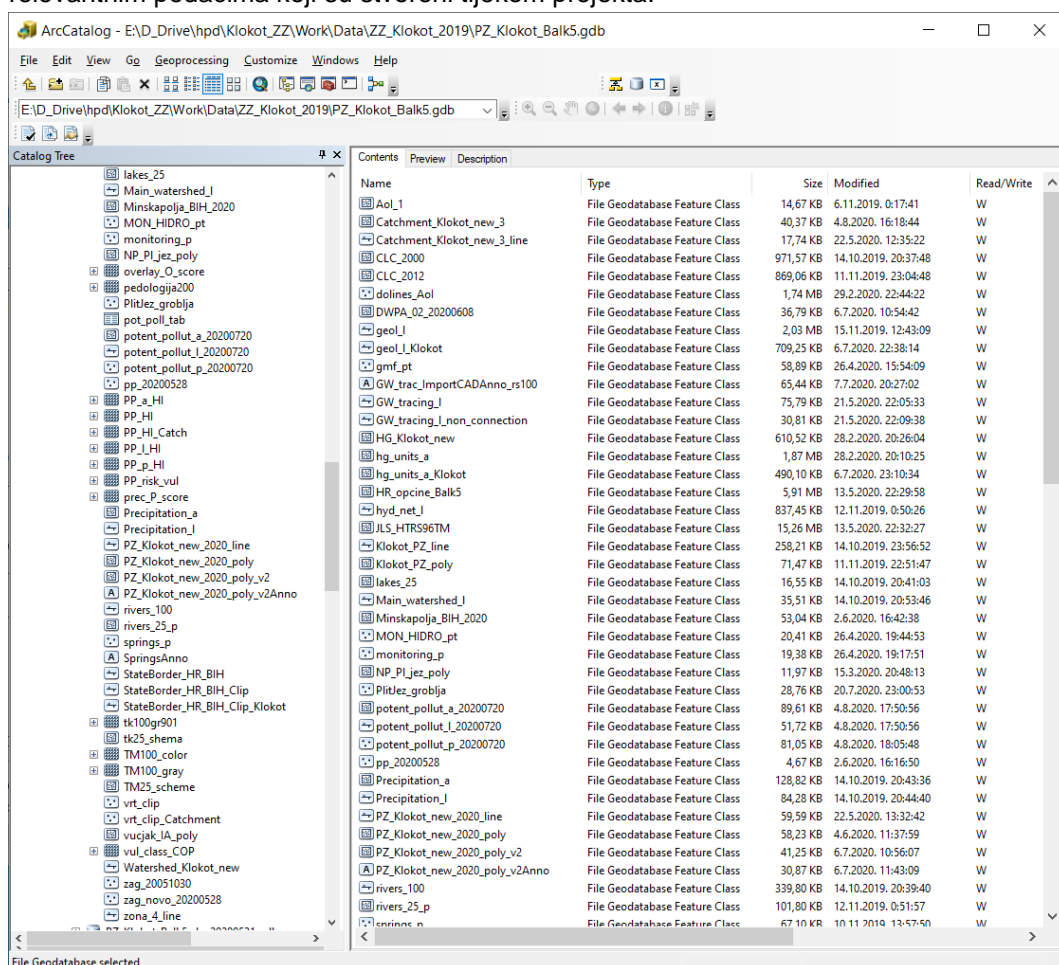
Donja lista pokazuje koji su podaci prikupljeni i obrađeni, te njihove glavne karakteristike:

1. Digitalni model terena - rasterska razlučivost 20 \* 20 m, točnost visine 5-10 m
2. Sjenčani model terena - rasterska razlučivost 20 \* 20 m
3. Postotak nagiba - rezolucija rastera 20 \* 20 m
4. Hidrografska mreža - linije s smjerom toka temeljenim na topo. kartama M 1:25 000
5. Jezera – vode stajačice - poligoni temeljeni na topo. Kartama M 1:25.000
6. Geološke granice i tektonika - linije koje se temelje na geološkim kartama
7. Hidrogeološke jedinice - poligoni temeljeni na geološkim kartama
8. Geomorfološki objekti (jame, špilje, ponori) - točke
9. Izvori - točke
10. Trasiranje podzemnih tokova - podaci o traseru i vezama
11. Opažачke postaje - lokacije i podaci o mjeranju kvalitete vode
12. Centri vrtača (ponikve) - točke na temelju topo. karata M 1:25.000
13. Stupanj okršenosti - rezolucija rasterske gustoće 250 \* 250 m
14. Područje sliva izvora Klokot - poligon

15. Zaštitne zone izvora Klokot - poligoni
16. Glavna vododijelnica Crno more - Jadransko more - linija
17. Izohijete oborina - 30 godina prosjeka 1930-1960
18. Potencijalni izvori onečišćenja - prikazani točkama
19. Potencijalni izvori zagađenja - prikazani crtama
20. Potencijalni izvori zagađenja - predstavljeni poligonima
21. Podaci o korištenju zemljišta - CORINE 2012 - poligoni
22. Shema topografskih karata S. - poligoni
23. Skenirane georeferencirane topografske karte - rasterska rezolucija 8 \* 8 m

Prostorni i pridruženi atributni podaci u gore navedenim slojevima naznačenim brojevima 8, 9, 10, 17, 18 i 19 sadrže podatke koji su kreirani prije više od 10 godina, a tijekom Projekta izvršili smo reviziju i ažuriranje tih prostornih i atributnih podataka. Prikupljeni podaci učitani su u radnu bazu podataka u formi File Geodatabase pod nazivom PZ\_Klokot\_Balk5.gdb (Sl. 2). Treba naglasiti da su učitani podaci u radnoj File Geodatabase zadržali nestandardizirane strukture (atribute polja) kao što su bili u izvornim podacima.

Tijekom Projekta, podaci koji se nalaze u radnoj bazi podataka korišteni su za prostorne analize i prezentaciju rezultata. Sve karte i slike nastale su pomoću GIS alata na temelju prikupljenih i obrađenih podataka. Treba naglasiti da se korištenjem tako organiziranih podataka mogu pratiti svi utjecaji na vrlo jednostavan način, te se mogu izvršiti potrebne promjene, prilagodbe i nadogradnje. Trenutno je baza podataka ispunjena svim ažuriranim relevantnim podacima koji su stvoreni tijekom projekta.



Slika. 5.2 Sadržaj radne File Geodatabase PZ\_Klokot\_Balk5.gdb

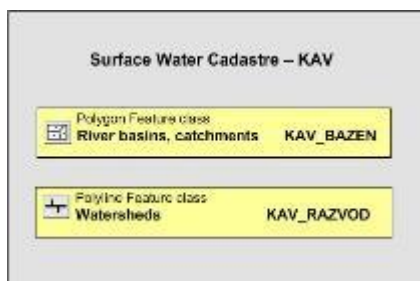
Organizacija i pohrana svih spomenutih podataka zahtijeva definiranje standardizirane strukture baze podataka. Dobro strukturirani podaci preduvjet su za kvalitetnu uporabu u svim predviđenim zadacima, za daljnje praćenje stanja voda u slivu Klokota, te za mogućnost učitavanja i korištenja podataka u Informacijski sustav voda FBiH. Temeljem ovih zahtjeva kreirali smo standardiziranu prostornu bazu podataka za sve tematske slojeve koji će se prenijeti i učitati u višekorisničke baze (SDE Enterprise Geodatabase) Agencija za vode FBiH. Prije učitavanja podataka u standardiziranu bazu podataka, svi prikupljeni podaci su usklađeni, što znači da je provedeno šifriranje slobodnih unosa u tekstualna polja baze podataka prema kodovima kataloških tablica (GDB Domene), prilagođeni su formati postojećih numeričkih tekstualnih polja baze, te su izvršene korekcije topologije prostornih elemenata i definiran im je koordinatni sustav koji koriste Agencije za vode u BiH (MGI Balkan 6).

## 5.2 KREIRANJE STANDARNE GEOBAZE

Model GIS baze podataka u obliku Esri Geodatabase relevantne za pohranu osnovnih podataka i rezultata istraživanja dizajniran je i strukturiran u skladu s EU Direktivom o poplavama, Okvirnom direktivom o vodama (WFD), INSPIRE direktivom, Informacijskim sustavom voda u FBiH i profesionalnim zahtjevima. Na temelju konceptualnog modela izrađen je logički model podataka korištenjem alata računalnog softverskog inženjerstva (CASE) u obliku dijagrama objedinjenog jezika modeliranja (UML). Njegov je program korišten za generiranje svih objekata u geodetskoj bazi relevantnoj za zaštićena područja pitke vode (PA\_D). Za prostorne slojeve definirani su koordinatni sustav i projekcija MGI\_Balkans\_5; WKID: 31275 Autoritet: EPSG; Projekcija: Transverse\_Mercator. U budućnosti će se svi prostorni slojevi moći transformirati iz ovog koordinatnog sustava u bilo koji drugi standardizirani koordinatni sustav. Pri dostavljanju podataka Agencijama za vode FBiH, prostorni podaci će se transformirati u MGI\_Balkans\_6 koji se koriste u Informacijskom sustavu voda FBiH.

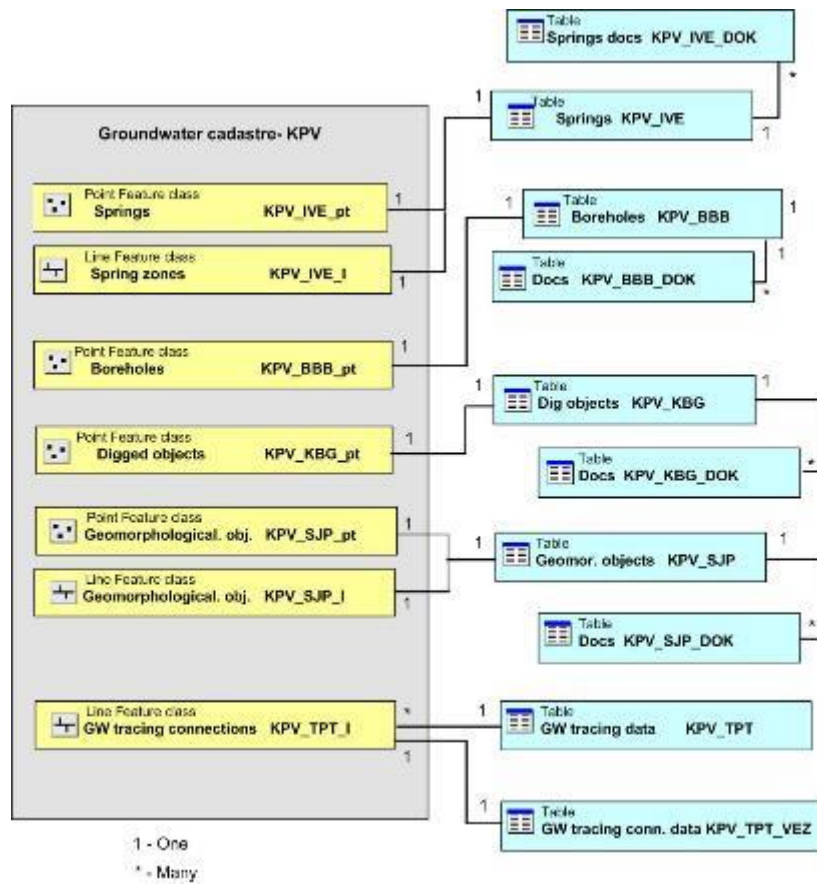
PA\_D Geodatabase sadrži 5 prostornih skupova podataka i 17 prostornih slojeva, 21 tablicu (objektna klasa), 26 relacijskih klasa i 83 domene. Prostorni slojevi smješteni su u skupove podataka, tablice se nalaze izravno u korijenu baze podataka i s relacijskim klasama međusobno su povezane ili povezane s prostornim podacima organiziranim u prostornim slojevima.

Prostorni slojevi i tablice PA\_D Geodatabase hijerarhijski su organizirani i međusobno povezani s relacijskim klasama. Za bolje razumijevanje sadržaja napravljene su pojednostavljene strukturne sheme. Dolje na slikama 8.4 do 8.7 prikazani su svi sastavni dijelovi baze, te relacijski odnosi među njima.

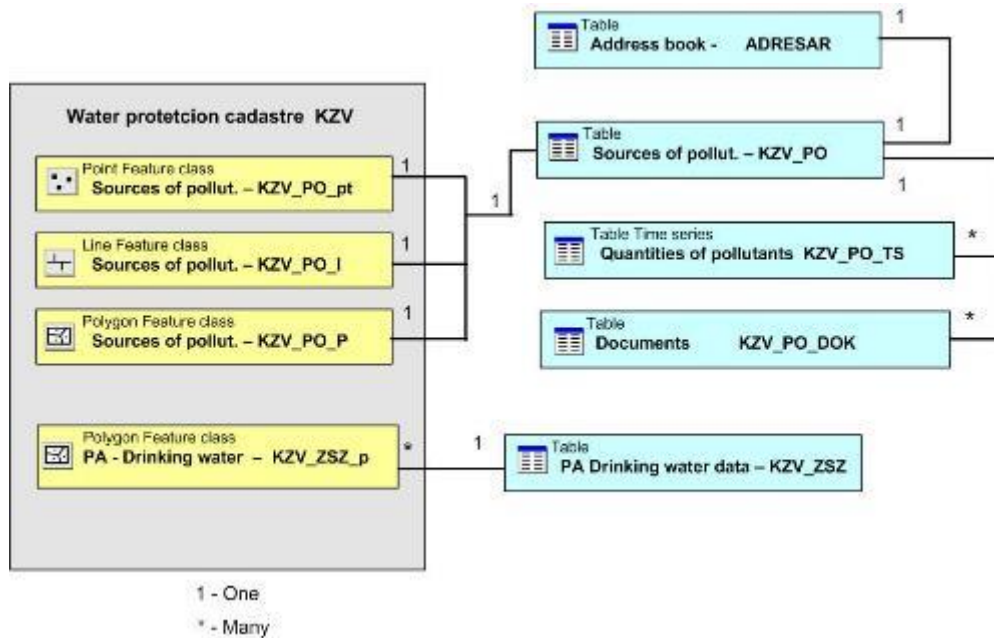


**Slika 5.3.** KAV – Površinske vode



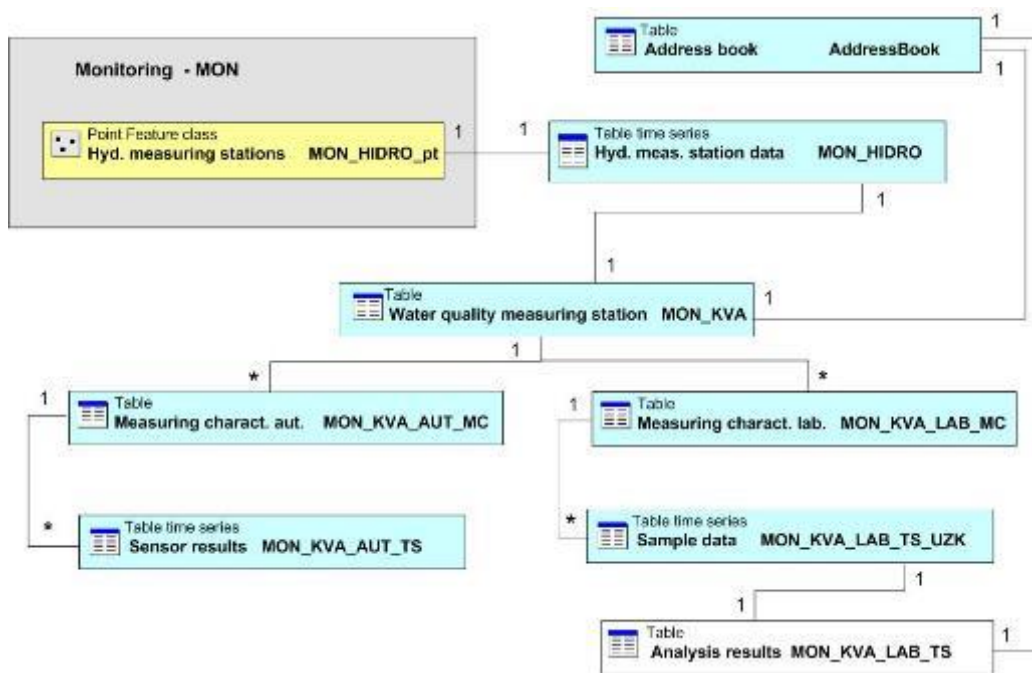


Slika 5.4 – KPV – Podzemne vode



Slika 5.5 KZV – Zaštita voda





Slika 5.6 MON - Opažanja

Sadržaj i struktura kreirane Geodatabase proširivi su i ovise o specifičnim potrebama. Struktura baze podataka nadogradit će se prema potrebi s novim objektima ili će postojeći objekti biti prošireni potrebnim atributima. Također će se baza podataka koristiti za daljnje pohranjivanje analitičkih podataka i za rezultate prostornih i drugih analiza.

## **6 PRAVNI OKVIR**

### **6.1 OSNOVNI PODACI I PREGLED POSTOJEĆIH PRAVNIH AKATA**

Izvorišta Klokot i Privilica su izvorišta sa kojih se većinski snabdijeva stanovništvo grada Bihaća. Kako se radi o izvorištima koji svojim kapacitetom mogu osigurati dugoročnu opskrbu vodom stanovništva, to je zaštita ovih izvorišta od presudne važnost za efikasno funkcioniranje ove zajednice.

Slivno područje spomenutih izvorišta, odnosno njihove zone sanitarne zaštite se nalaze u pograničnoj zoni između Bosne i Hercegovine i Republike Hrvatske, te je za njihovu zaštitu potrebno uspostaviti međudržavnu saradnju i zajednički djelovati kako bi se navedena izvorišta u budućnosti na odgovarajući način dugoročno zaštitila. U svrhu toga neophodno je bilo izvršiti analizu postojećih propisa u dvije države, utvrditi na koji način je propisana uspostava zona sanitarne zaštite, izdvojiti eventualne prednosti i nedostatke, te temeljem toga dati preporuke za unapređenje podzakonske regulative koja bi doprinosila dugoročnoj zaštiti izvorišta Klokot i Privilica.

Shodno tome za potrebe projekta Izrade studije o uspostavljanju prekograničnih zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot i Privilica (Bihać) prikupljeni su relevantni zakonski i podzakonski akti Federacije BiH i Republike Hrvatske, kao i ranije izrađena raspoloživa studijsko-projektna dokumentacija vezana za zaštitu ovog izvorišta vode za piće. Nadalje, Konsultant je obradio i relevantnu međunarodnu regulativu vezanu sa prekogranične vodonosnike, konkretno Konvenciju o zaštiti i korištenju prekograničnih vodotoka i međunarodnih jezera - Konvencija o vodama, kao i rezolucije UN-a broj 66/104, 68/118, 63/124 koja sadrži odredbe zakona o prekograničnim vodonosnicima ("UN Law of transboundary aquifers").

Provedena je analiza prikupljenih dokumenata, izvršena usporedba i definirani nedostaci i prednosti zakonodavnih okvira, te temeljem toga date odgovarajuće preporuke unapređenja trenutne situacije.

### **6.2 PRIJEDLOG ZA IZRADU SUSTAVA ZAŠTITE I METODA ISTRAŽIVANJA ZA ZAŠTITU KRŠKIH VODONOSNIKA U GRANIČNIM PODRUČJIMA RH I BIH**

Dokument prijedlog Sustava zaštite i metode istraživanja za zaštitu krških vodonosnika u graničnim područjima Bosne i Hercegovine i Hrvatske (u daljem tekstu Prijedlog sustava zaštite i metoda istraživanja) je u nacrtnoj verziji dostavljen Konsultantu kao dio projektnog zadatka (ToR-a) za Izradu Studije za uspostavu prekograničnih zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot (Bihać, BiH). Navedeni dokument je proizvod rada međudržavne Komisije za prekogranična područja BiH i RH i nudi dobru osnovu za regulaciju zaštite izvorišta vode za piće u krškim vodonosnicima u graničnim područjima BiH i RH. Sa tehničkog aspekta spomenuti dokument sadrži sve relevantne uvjete i odredbe vezane za određivanje zona sanitarne zaštite, uglavnom preuzete iz Smjernica za provedbu Pravilnika o zaštitnim mjerama i uvjetima za određivanje zona sanitarne zaštite izvora pitke vode Republike Hrvatske (u daljem tekstu: Smjernice). U prilogu prijedloga za izradu Međudržavnog ugovora nalazi se prijedlog Pravilnika o uvjetima utvrđivanja zona sanitarne zaštite izvorišta u krškim vodonosnicima u pograničnom području BiH i RH koji također treba dodatno unaprijediti.

Zadatak Konsultanta je bio da pomogne državama korisnicama projekta (BiH i RH) da unaprijede spomenute dokumente, odnosno da daju preporuke za uspostavu buduće saradnje BiH i RH na zaštiti podzemnih vodotoka koji presijecaju državnu granicu.

### 6.3 PREGLED I ANALIZA POSTOJEĆEG PRAVNOG OKVIRA

(Pogledaj također Prilog 6)

Zaštita izvorišta vode za piće Klokot sa kojeg se većinski opskrbljuje stanovništvo grada Bihaća propisana je važećim zakonskim i pod-zakonskim aktima, međutim zaštita izvorišta nije u potpunosti osigurana na način kako je to propisano.

Jedan od razloga je i taj što se ranije definirane zone sanitarne zaštite izvorišta Klokot nalaze i na teritoriju Republike Hrvatske, odnosno u pograničnom području, te je za provođenje zahtijevanih mjera zaštite izvorišta Klokot potrebno unaprijediti prekograničnu saradnju, kao i zajednički provesti adekvatne mjere zaštite u tim zonama, a sve u skladu sa važećom zakonskom i podzakonskom regulativom u obje države.

U svrhu rješavanja pitanja zaštite izvorišta vode za piće u pograničnom području, Vlade BiH i RH su potpisale Ugovor o uređenju vodnogospodarskih odnosa, sa posebnim naglaskom na prekogranične vodotoke između dviju država.

S druge strane, sama praktična provedba propisanih mjera zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot nije u potpunosti provedena u RH. Upravo iz tog razloga, potrebno je što prije pokrenuti proceduru usklađivanja pravnih akata i uspostaviti mehanizme zaštite izvorišta vode za piće između dvije države.

Konsultant je prikupio svu relevantnu dokumentaciju iz BiH i Hrvatske, što uključuje zakonske i pod-zakonske propise, ostalu vezanu dokumentaciju (elaborate o zaštiti izvorišta, planove upravljanja vodnim područjima, itd.), kao i relevantne EU direktive. Kako je zaštita voda u BiH u nadležnosti njenih entiteta, Konsultant je obradio isključivo regulativu entiteta FBiH koja u području slivnog područja izvorišta Klokot graniči sa R Hrvatskom.

U nastavku je naveden pregled pravnog okvira BiH i Hrvatske.

#### 6.3.1 Zakoni

Zakonodavno-pravni okvir u RH i BiH (FBiH) koji se odnosi na uspostavu zona sanitarne zaštite izvorišta vode za piće obuhvaća sljedeće:

- Zakon o vodama FBiH („Službene novine Federacije Bosne i Hercegovine“, broj: 70/06),
- Zakon o vodama Unsko-sanskog kantona („Službeni glasnik USK-a“ broj: 4/2011),
- Zakon o vodama RH („Narodne novine“ broj: 66/19 na snazi od 18. 7. 2019. godine),
- Zakon o vodnim uslugama RH („Narodne novine“ broj: 66/19 na snazi od 18. 7. 2019. godine).

#### 6.3.2 Podzakonska regulativa

##### Bosna i Hercegovina

- Pravilnik o načinu utvrđivanja uslova za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta vode za javno vodosnabdijevanje stanovništva (Sl. novine FBiH 88/12) ((u daljem tekstu Pravilnik FBiH),
- Odluka o zaštiti izvorišta vode za piće Klokot i Privilica („Službeni glasnik općine Bihać“ broj: 15/2009),
- Odluka o izmjenama i dopunama Odluke o zaštiti izvorišta vode za piće Klokot i Privilica („Službeni glasnik općine Bihać“ broj: 10/12),
- Odluka o zaštiti izvorišta vode za piće Klokot i Privilica („Službeni glasnik grada Bihaća“ broj: 12/19).

## Hrvatska

- Pravilnik o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta (Narodne novine 66/11 i 47/13) (u daljem tekstu Pravilnik RH),
- Smjernice za primjenu Pravilnika o zaštitnim mjerama i uvjetima određivanja zona sanitarne zaštite izvorišta vode za piće.

### 6.3.3 Izdvojena regulativa

- Ugovor između Vlade Republike Hrvatske i Vlade Bosne i Hercegovine o uređenju vodnogospodarskih odnosa
- Uredba o ratifikaciji Ugovora između Vlade Republike Hrvatske i Vlade Bosne i Hercegovine o uređenju vodnogospodarskih odnosa („Službeni list R BiH“ broj: 6/1996),
- Ugovor između Vlade Republike Hrvatske i Vlade Bosne i Hercegovine o uređenju vodnogospodarskih odnosa Klasa: 325-01/96-01/02, ur. broj: 5030114-96-6, (Zagreb, 3. listopada 1996. godine)

### 6.3.4 Rezultati provedene analize postojećih propisa i mjere unapređenja

Konsultant je uradio analizu postojećeg zakonodavno-pravnog okvira koji se odnosi na zaštitu izvorišta Klokot i uspostave zona sanitarne zaštite u prekograničnom području BiH i RH, kao i analizu dokumenta „Prijedlog sustava zaštite i metode istraživanja za zaštitu krških vodonosnika u graničnim područjima BiH i RH“, te je na osnovu provedene analize predložio određena rješenja i mehanizme za realizaciju uspostavljene međudržavne saradnje BiH i RH na zaštiti izvorišta vode za piće u krškim vodonosnicima u pograničnom području dvije države.

Izvršena je obrada i analiza prikupljenih podataka i dokumenata, sa posebnim fokusom na osnovne provedbene akte, Zakone o vodama u FBiH i RH kao krovne propise kojima se regulira zaštita voda, i važeće Pravilnike o uspostavi zona sanitarne zaštite. Tom prilikom Konsultant je definirao najznačajnije prednosti i nedostatke postojeće regulative u obje države.

#### Zakoni

Po pitanju zaštite izvorišta vode za piće u pograničnom području u Zakonu o vodama FBiH regulirana je saradnja sa susjednim državama, ali samo u slučaju kada se izvorišta nalaze na teritoriji FBiH, a zone sanitarne zaštite u drugoj državi. Dakle, kada se radi o suprotnom slučaju, da je izvorište u susjednoj državi, a zone sanitarne zaštite u FBiH, Zakon o vodama FBiH nije regulirao ovaj slučaj.

Postojeća zakonska u RH ima određene nedostatke po pitanju definiranja zona sanitarne zaštite izvorišta vode za piće, što se najbolje može vidjeti kod važećeg Zakon o vodama RH koji u svojim odredbama ne regulira situaciju u kojoj se zone sanitarne zaštite izvorišta vode za piće nalaze na teritoriju Republike Hrvatske i neke druge susjedne države.

#### Podzakonski akti

Najznačajniji nedostaci u podzakonskoj regulativi FBiH odnosno u Pravilniku o načinu utvrđivanja uslova za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta vode za javno vodosnabdijevanje stanovništva FBiH (2012. godina) odnose se na sljedeće:

- provođenje vodoistražnih radova (u Pravilniku nije regulirana obaveza provođenja istih),
- smjernice za primjenu Pravilnika (obaveza izrade nije regulirana u Pravilniku),
- mikrozoniranje (nije regulirano u Pravilniku).

Najznačajniji nedostaci u podzakonskoj regulativi RH odnosno u Pravilniku o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta RH (2011. godina, dopune 2013. godina) odnose se na sljedeće:

- potrebu klasifikacije mjera zaštite i njihovog razdvajanja na „potpune“ zabrane od „uslovnih“.

Usporedba podzakonskih akata i nalazi analize detaljno su opisani u Prilogu 6 ovog dokumenta, pod naslovom „Pregled i analiza postojećeg zakonodavno-pravnog okvira o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta u FBiH i RH“. Radi jednostavnijeg pregleda i boljeg razumijevanja rezultata analize, Konsultant je pripremio tabelarni sažetak rezultata pod naslovom „Pravni okvir – pravna regulativa u vezi sa uspostavom zona sanitarne zaštite u FBiH i RH“, koji se nalazi u dokumentu. Konsultant je izradio i tabelarni sažetak tehničkog aspekta analize propisa i usporedbe pravilnika u dokumentu pod nazivom "Zone sanitarne zaštite: usporedba pravilnika Bosne i Hercegovine i Republike Hrvatske", koji se nalazi u Prilogu 7 ovog dokumenta.

### **Predložena rješenja i mehanizmi zaštite izvorišta krških vodonosnika u graničnim područjima BiH i RH**

Članovi međudržavne komisije RH i BiH su sa ciljem zaštite izvorišta u krškim vodonosnicima u prekograničnim područjima RH i BiH su kroz zajednički rad izradili poseban dokument u formi prijedloga „Sustava zaštite i metode istraživanja za zaštitu krških vodonosnika u graničnim područjima BiH i RH“. Ovaj dokument nudi prijedlog rješenja za unapređenje saradnje kroz usklađivanje postojeće regulative koja se odnosi na zaštitu izvorišta vode za piće u krškim vodonosnicima u prekograničnim područjima BiH i RH.

Dokument sadrži prijedloge prevazilaženja ranije utvrđenih nedostataka u regulativi obje države i uvodi nedostajuće mehanizme za kvalitetnije određivanje slivnih područja izvorišta i njihovih zona sanitarne zaštite (prijedlog posebnog zajedničkog Pravilnika za zaštitu izvorišta u krškim vodonosnicima u prekograničnim područjima i prijedlog definiranja jedinstvene Odluke o zaštiti izvorišta vode za piće).

#### **6.3.5 Kontrola kvalitete vode na izvorištu**

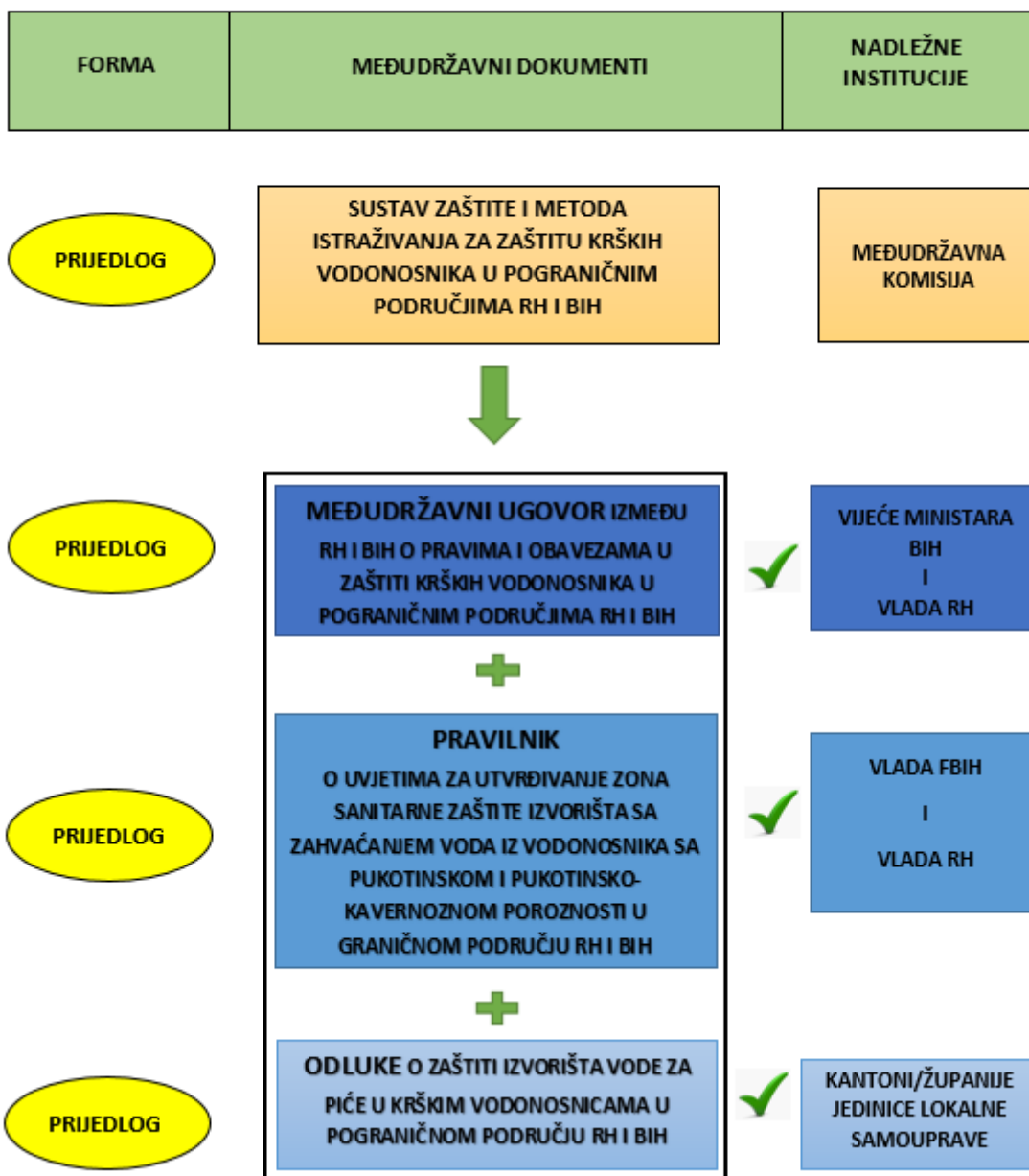
Potrebno je napomenuti da se kvaliteta vode na svim spomenutim izvorištima vode za piće ne provjerava, odnosno ne kontrolira prema važećem Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, jer minimalna učestalost uzimanja uzoraka za redovnu i periodičnu kontrolu ne odgovara spomenutim Pravilnikom propisani i zahtijevani broj uzoraka. Iz tog razloga potrebno je što prije uspostaviti kontrolu kvaliteta vode prema važećim propisima. Navedena unapređenja u zaštiti izvorišta vode za piće i propisanoj kontroli njenog kvaliteta kroz uspostavu zajedničkih mehanizama prijeko su potrebna kako bi se stanovnicima grada Bihaća dugoročno osigurala kvalitetna i zdrava voda za piće.

#### **6.3.6 Izrađeni i unaprjeđeni dokumenti**

Na osnovu provedene analize Konsultant je definirano rješenja i mehanizme za provođenje ključnih principa saradnje na zaštiti izvorišta u krškim vodonosnicima u graničnom području BiH i RH.

Na slici 6.1 prikazan je proces unapređenja pravnog okvira kroz izradu prijedloga međudržavnih dokumenata vezanih za zaštitu izvorišta u krškim vodonosnicima u graničnom području BiH i RH.

**UTVRĐIVANJE ZONA SANITARNE ZAŠTITE IZVORIŠTA SA ZAHVAĆANJEM VODA IZ VODONOSNIKA S PUKOTINSKOM I PUKOTINSKO-KAVERNOZKOM POROZNOSTI U GRANIČNOM PODRUČJU BIH I RH**



**Slika 6.1:** Proces izrade međudržavnih dokumenata

Konsultant je dao preporuke za pripremu potrebnih međudržavnih dokumenata za unapređenje postojećeg pravnog okvira u vezi definiranja slivnih područja i uspostavljanja zona sanitarne zaštite izvorišta vode u kraškim vodonosnicima u pograničnom području BiH i RH. Predloženi su sljedeći međudržavni dokumenti:

- Prijedlog za izradu Sustava zaštite i metode istraživanja za zaštitu krških vodonosnika u graničnim područjima BiH i RH (unaprijeđeni prijedlog sa preporukama),
- Prijedlog za izradu Međudržavnog Ugovora između Vijeća ministara BiH i Vlade RH o pravima i obavezama u zaštiti krških vodonosnika u graničnim područjima BiH i RH,
- Prijedlog za izradu Pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika sa pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom

poroznosti u graničnom području BiH i RH kao sastavnog dijela Međudržavnog Ugovora,

- Prijedlog za izradu Odluke o zaštiti izvorišta vode za piće (Odluka o zaštiti izvorišta vode za piće u krškim vodonosnicima u graničnim područjima BiH i RH).

#### 6.4 ZAKLJUČCI I PREPORUKE

(također Priloge 9, 10, 11 i 12)

Uzimajući u obzir prethodno navedeno, Konsultant je dokument prijedloga „Sustava zaštite i metode istraživanja za zaštitu krških vodonosnika u graničnim područjima Bosne i Hercegovine i Hrvatske“ iskoristio kao osnov za davanje prijedloga zajedničke regulative za uspostavu zona sanitarne zaštite i zaštitu izvorišta vode za piće u krškim vodonosnicima u prekograničnim područjima.

Na osnovu spomenutog dokumenta Konsultant je izradio međudržavni Ugovor između Vijeća ministara Bosne i Hercegovine i Vlade Republike Hrvatske o pravima i obavezama u zaštiti krških vodonosnika u graničnim područjima BiH i RH.

Navedeni Ugovor trebaju usvojiti Vlade obje države kao međudržavni ugovor/sporazum (po istom principu po kojem je usvojen i međunarodni Ugovor između Vlada RH i BiH o uređenju vodnogospodarskih odnosa iz 1996. godine). Primjenom ovog Ugovora isključivo bi se i samo reguliralo uspostavljanje zona sanitarne zaštite izvorišta vode za piće u krškim vodonosnicima u graničnim područjima RH i BiH. Za sve ostale unutardržavne vodotoke i izvorišta vode za piće koristilo bi se postojeće zakonodavstvo jedne ili druge države. Prijedlog međudržavnog Ugovora nalazi se u Prilogu 12.

Spomenuti prijedlog Ugovora u sebi, kao prilog i njegov sastavni dio, sadrži prijedlog zajedničkog Pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika sa pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti u graničnom području BiH i RH koji između ostalog, regulira i postupak donošenja zajedničke (jedinствене) Odluke o zaštiti krških izvorišta u graničnim područjima BiH i RH, te time ispunjava sve relevantne zahtjeve i postavljene kriterije za uspostavu sveobuhvatne i efikasne zajedničke regulative za definiranje zona sanitarne zaštite i mjere zaštite izvorišta vode za piće u krškim vodonosnicima u prekograničnim područjima BiH i RH.

Konsultant je temeljem urađene analize i datih preporuka dao prijedlog za izradu zajedničkog Pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika sa pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti u graničnom području BiH i RH (u daljem tekstu: zajednički Pravilnik). Prijedlog za izradu zajedničkog Pravilnika je prilog, i kao takav, sastavni dio prijedloga međudržavnog Ugovora između Vijeća ministara Bosne i Hercegovine i Vlade Republike Hrvatske, ali je za potrebe izrade Studije zaštite izvorišta Klokot prikazan odvojeno u Prilogu 9 radi boljeg pregleda i lakšeg razumijevanja procesa njegove izrade.

Kao osnovu za prijedlog izrade zajedničkog Pravilnika Konsultant je iskoristio dijelove postojećeg Pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta RH obzirom da isti sadrži određene odredbe za koje je Konsultant utvrdio da su potrebne u zajedničkom Pravilniku kao što su na primjer: regulirano provođenje vodoistražnih radova i mikrozoniranje. Iz Pravilnika FBiH u zajednički Pravilnik unesene su odredbe koje se odnose na potrebu klasifikacije mjera zaštite i njihovog razdvajanja na „potpune“ zabrane od „uslovnih“, odnosno popis aktivnosti i razine ograničenja njihove primjene po pojedinim zonama sanitarne zaštite.

U narednom koraku Konsultant je dao preporuke za dodatno unapređenje prijedloga „Sustava zaštite i metoda istraživanja za zaštitu krških vodonosnika u graničnim područjima Bosne i Hercegovine i Hrvatske“ u skladu sa prijedlogom izrade zajedničkog međudržavnog

Pravilnika, kao i u skladu sa unapređenjima baziranim na analizi postojećih propisa i definiranim nedostacima i prednostima regulative u BiH (FBiH) i RH. Ovaj dokument se nalazi u Prilogu 10.

Temeljem prijedloga zajedničkog Pravilnika Konsultant je pripremio prijedlog za izradu Odluke o zaštiti izvorišta vode za piće (Odluka o zaštiti izvorišta vode za piće u krškim vodonosnicima u graničnim područjima BiH i RH), kao akta kojim se, kroz jedinstvenu (zajedničku) regulaciju uspostavljanje zona sanitarne zaštite i mjera zaštite, definira zaštita izvorišta vode za piće u kraškim vodonosnicima u graničnim područjima BiH i RH. Odluka o zaštiti izvorišta za piće nalazi se u Prilogu 11.

Predloženim rješenjima uspostavljaju se zajednički mehanizmi i obaveze za obje države kojim će pitanje zaštite izvorišta krških vodonosnika u graničnom području rješavati bez bilo kakvih dodatnih (posebnih) intervencija u njihovom postojećem zakonodavstvu.

U međudržavnom Ugovoru su definirane uloge i odgovornosti nadležnih institucija za provođenja samog Ugovora, nadležnosti za provođenje predloženih mjera zaštite izvorišta sa obje strane granice, te stvaranje pretpostavki za neometan i funkcionalan rad međudržavne komisije koja bi trebala biti odgovorna za nadgledanje i poduzimanje mjera unaprjeđenja ukoliko se Ugovorom (i njegovim prilogom) definirane mjere zaštite ne poštuju.

Predloženo rješenje predstavlja dobar primjer u nastojanju obje države da trajno riješe pitanje zaštite izvorišta u kraškim vodonosnicima u pograničnom području i može biti iskoristivo po pitanju zaštite svih drugih izvorišta u prekograničnom području BiH i RH.



## 7 KVALITETA VODE IZVORA NA IZVORIŠTU KLOKOT

U svrhu realizacije projekta „Izrada studije za uspostavu prekograničnih zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot (Bihać)“ Konsultant je prikupio velik broj izvještaja (rezultata) redovnih (osnovnih) i periodičnih analiza kvaliteta vode izvorišta Klokot u periodu od 2004. do 2020. godine, koje su za potrebe JP „Vodovod“ Bihać izradili Zavod za javno zdravstvo Unsko-sanskog kantona (ZJZUSK), Zavod za javno zdravstvo Kantona Sarajevo (HZJKS), kao i izvještaje (rezultate) koje je u nekoliko navrata izradio Hrvatski zavod za javno zdravstvo iz Zagreba (HZJZ). Pored toga, Konsultant je u saradnji sa ovlaštenim laboratorijama (ZJZUSK i HZJZ) tokom perioda implementacije projekta u nekoliko navrata organizirao uzorkovanje vode na samom izvorištu Klokot, ali i na nekoliko ponora u njegovom slivnom području te pribavio laboratorijske izvještaje o kvaliteti vode za više od 100 parametara. Svi izvještaji (rezultati) koje su provele ovlaštene (certificirane) laboratorije iz obje države odnose se na fizičko-kemijske i mikrobiološke analize kvaliteta vode, osnovne, periodične i proširene. Periodičnom analizom se vrši uzorkovanje i analiza sirove vode na samom izvorištu Klokot, dok se uzorkovanje vode za osnovnu analizu vode provodi u pumpnoj stanici Klokot nakon dezinficiranja hlorom.

Konsultant je u periodu od januara do jula 2020. godine na samom izvorištu Klokot instalirao posebno sondu (Aquaprobe 2000) za automatsko mjerenje 10 parametara kvaliteta vode i uspostavio privremeni projektni monitoring kvaliteta vode, a sve izvještaje (rezultate) o redovnom praćenju kvaliteta vode arhivirao u posebnu bazu podataka.

Dodatne podatke o kvaliteti vode na nekoliko ponora u slivnom području izvorišta Klokot Konsultant je prikupio korištenjem mobilne sonde (quaprobe 2000) koja također mjeri 10 parametara kvaliteta vode i sve prikupljene podatke također arhivirao u posebnu bazu podataka.

Dodatno, Hrvatske vode su Konsultantu ustupile izvještaje (rezultate) kvaliteta vode uzete iz dvije bušotine koje su izbušene na samoj granici RH i BiH na području bivšeg vojnog aerodroma „Željava“. Svi prikupljeni izvještaji (rezultati) nalaze se u prilogu Studije za uspostavu prekograničnih zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot.

Prikupljene izvještaje (rezultate) kvaliteta vode u slivu izvorišta Klokot Konsultant je obradio i detaljno analizirao. Ukupno je obrađeno i analizirano 516 izvještaja (rezultata) fizičko-kemijske analize kvaliteta vode i 474 izvještaja (rezultata) mikrobiološke analize kvaliteta vode od čega je 399 izvještaja (rezultata) osnovne, a 75 izvještaja (rezultata) periodične analize kvaliteta vode na izvorištu Klokot. Potrebno je napomenuti, da u proteklih nekoliko godina JP „Vodovod“ Bihać fizičko-kemijske i mikrobiološke analize provodi u prosjeku 2 puta mjesečno što se smatra više nego nedovoljnim za izvorište koje snabdijeva preko 50.000 stanovnika grada Bihaća.

Provedene fizičko-kemijske analize uzoraka vode uzetih sa izvorišta Klokot tokom izvođenja ovog projekta zaštite ukazuju da se radi o vodi koja prema ispitivanim parametrima u većem broju slučajeva zadovoljava uslove propisane Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće („Službeni glasnik BiH“, broj 40/10, 43/10 i 30/12), međutim dosta analiziranih uzoraka u posljednjih 5 godina pokazuje trend pogoršanja kvalitete vode na samom izvorištu.

Obradom i analizom **fizičko-hemijskih** parametara kvaliteta vode zapažena su sljedeća odstupanja od maksimalno dozvoljenih koncentracija u vodi za piće:

- značajno i učestalo povećanje vrijednosti parametra mutnoće,
- povremena povećanja vrijednosti koje pokazuju povećanje potrošnje kisika i
- povremeno povećanje koncentracije amonijaka iznad maksimalno dozvoljenih vrijednosti u vodi u svega nekoliko slučajeva.

Kada se u razmatranje uzmu sve provedene fizičko-kemijske analize kvaliteta vode na izvorištu Klokot može se zaključiti da je glavni razlog neispravnosti vode u skoro 100% slučajeva povećanje mutnoće iznad maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK = 1,0 NTU).

Obradom i analizom **mikrobioloških** parametara kvaliteta vode zapažena su sljedeća odstupanja od maksimalno dozvoljenih vrijednosti u vodi za piće:

- značajna i učestala prisutnost Koliformnih bakterija,
- značajna i učestala prisutnost bakterije Escherichie Coli,
- značajna i učestala prisutnost bakterije Enterococ (fekalni streptokok)
- prisutnost bakterije Clostridium perfringens.

Kada se u razmatranje uzmu sve provedene mikrobiološke analize kvaliteta vode na izvorištu Klokot može se zaključiti da zbog povećanog broja i vrste nedozvoljenih bakterija 100% provedenih periodičnih analiza kvaliteta vode nije odgovaralo odredbama važećeg Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće u FBiH. Pored toga, odredbama istog Pravilnika nije odgovaralo 11% provedenih osnovnih analiza kvaliteta vode zbog povećanog broja i vrste nedozvoljenih bakterija što znači da ni tretman dezinfekcije hlorom u tim slučajevima nije uspio eliminirati sve prisutne bakterije.

Detaljni pregledi izvršenih analiza su dati u nastavku.

## 7.1 ANALIZA REZULTATA FIZIČKO-HEMIJSKE ANALIZE

U okviru fizičko-hemijske analize kvaliteta vode obrađeno je 11-14 parametara osnovne tj. 20-22 parametra periodične analize, gdje je utvrđeno da su za parametre mutnoće, hemijske potrošnje kisika i amonijaka koncentracije u određenim periodima bila iznad maksimalno dopuštene koncentracije. Također su prikupljeni rezultati proširenih analiza kvaliteta vode koje su obuhvatile 45 dodatnih parametara. Od ukupno 517 analiziranih uzoraka njih 123 (23,84 %) nisu odgovarali odredbama Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće zbog jednog ili više fizičko-kemijskih parametara čije vrijednosti su prelazile maksimalno dozvoljene koncentracije u (Slika 7.1).

**Osnovne** analize kvaliteta vode obuhvatile su slijedeće parametre: temperatura, boja, miris, ukus, rezidualni hlor, mutnoća (tretirana površinska voda), mutnoća (za ostale vrste vode), pH, EC –elektrolitička provodljivost, kloridi, utrošak  $\text{KMnO}_4$ , permangantni index, amonijak, nitrati, nitriti, kalcij.

**Osnovne** analize provedene setom multiprobe sonde (Aquaread sonda 2000):

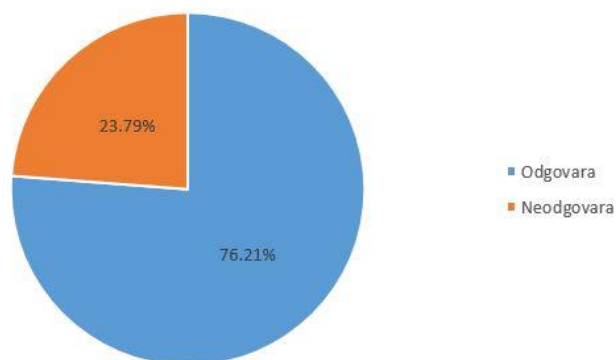
- Fiksno instalirane na izvorištu Klokot koja je svakodnevno u određenim vremenskim intervalima vršila uzorkovanje vode (online), a obuhvaćeni su sljedeći parametri: temperatura, otopljeni kisik, pH, EC – elektrolitička provodljivost, oksido redukcionni potencijal, pritisak, mutnoća, amonijak, nitrati, kloridi, amonijum, salinitet, otpornost, TDS, dubinu i barometarski pritisak.
- Povremeno uzorkovanje vode na lokacijama u Hrvatskoj ( Rastovača, Korenički ponor i Prijeboj ponor) gdje su također obuhvaćeni sljedeći parametri: temperatura, otopljeni kisik, pH, EC – elektrolitička provodljivost, oksido redukcionni potencijal, pritisak, mutnoća, amonijak, nitrati, kloridi, amonijum, salinitet, otpornost, TDS, dubinu i barometarski pritisak.

**Periodične** analize kvaliteta vode obuhvatile su slijedeće parametre: temperatura, boja, miris, ukus, rezidualni hlor, mutnoća (tretirana površinska voda), mutnoća (za ostale vrste vode), pH, EC – elektrolitička provodljivost, kloridi, utrošak  $\text{KMnO}_4$ , permangantni index, amonijak, nitrati, nitriti, kalcij, magnezij, ukupna tvrdoća vode, sulfati, željezo, mangan, krom, fosfati,  $\text{HCO}_3^-$ .

**Proširene** analize kvaliteta vode obuhvatile su slijedeće parametre:

- Fosfati, ukupni fosfor, ukupni dušik, natrij, kalij, cijanidi, fenoli, mineralna ulja, detergents – anionski, benzo(g,h,i)perilen, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, benzo(b)fluoranten, fluoranten, indeno(1,2,3-cd)piren, THM –ukupni, kloroform, bromoform, bromdiklormetan, dibromdiklormetan, suma tetrakloreten i trikloreten, tetrakloreten, trikloreten, 1,2-dikloreten, ugljikovodici.
- Aluminij (Al), krom (Cr), nikal (Ni), bakar (Cu), cink (Zn), arsen (As), kadmij (Cd), živa (Hg), olovo (Pb).
- Odjel za pesticide (Organoklorni pesticidi, aldrin, p,p-DDD, p,p-DDE, o,p-DDT, p,p-DDT, dieldrin, endrin, HCB, HCH alfa, HCH beta, HCH gama (Lindan), HCH delta, heptaklor, heptaklorepoksid-egzo, heptaklorepoksid-endo, poliklorirani bifenili (PCB)

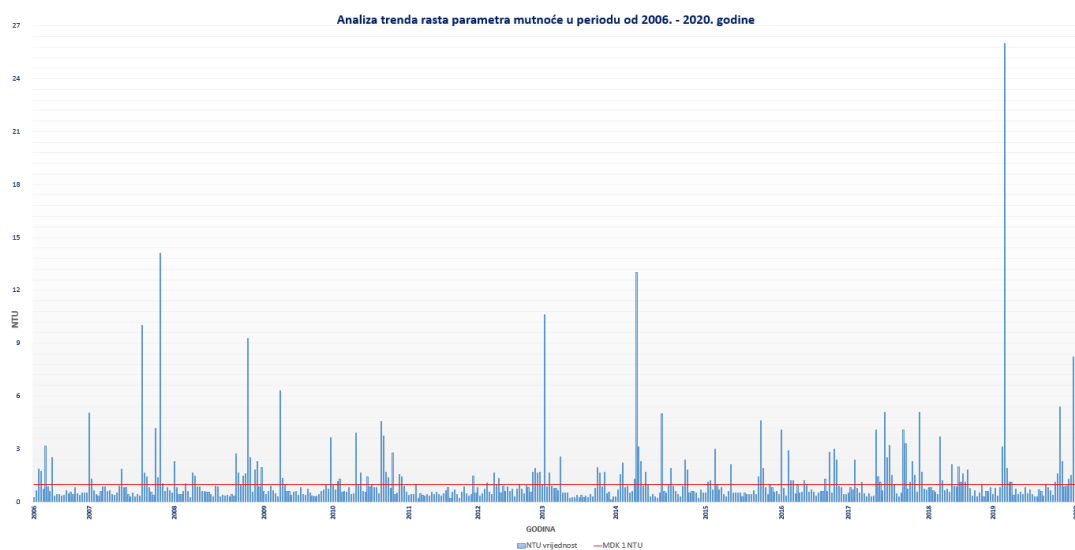
Rezultati analiza fizičko-hemijskih parametara



**Slika 7.1:** Ukupna ispravnost / neispravnost uzorka vode sa izvorišta Klokot u periodu od 2004. do 2020. godine analizirano fizičko-hemijskim tehnikama i metodama

### 7.1.1 Učestalo povećanje mutnoće u vodi na izvorištu Klokot

Od fizičko-hemijskih parametara najčešće povišene koncentracije iznad MDK su parametri mutnoće, pronađeni u 114 uzoraka u periodu od 2006. do 2020. godine Prilogu 13. Rezultati fizičko hemijske analize za parametre povišene koncentracije iznad MDK se nalaze u Prilogu 14.



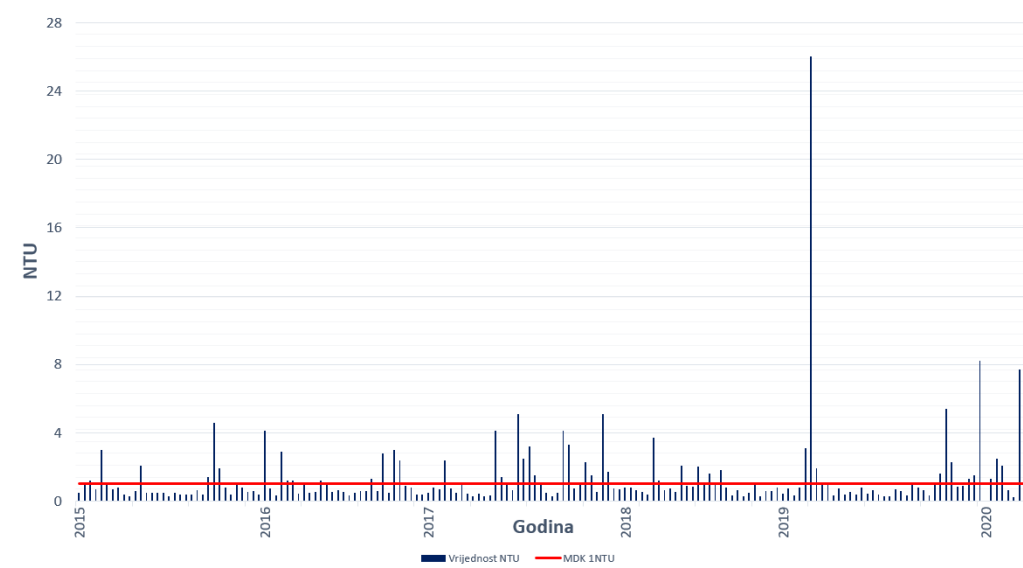
**Slika 7.2** Varijacije sadržaja mutnoće u periodu od 2006. do 2020. godine u usporedbi sa MDK vrijednostima

Analize kvaliteta vode na izvorištu Klokot su pokazale da je povećanje parametra mutnoće

iznad maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK) evidentirano u najvećoj mjeri u proljeće (kombinacija kiša i otapanja snijega) i u jesen (dugotrajne kiše većeg intenziteta). Analizirajući trend porasta mutnoće u vodi tokom kalendarske godine ustanovljeno je da do povišene koncentracije mutnoće najčešće dolazi u proljeće i jesen, kada je uslijed obilnih padavina u zaleđu izvorišta povećano i prihranjivanje izvorišta Klokot. Također primjetna je povišena koncentracija mutnoće i u rano proljeće posebno u vrijeme otapanja snježnog pokrivača dolaskom ljepšeg vremena kao i učestalih oborina karakterističnih za ovaj period.

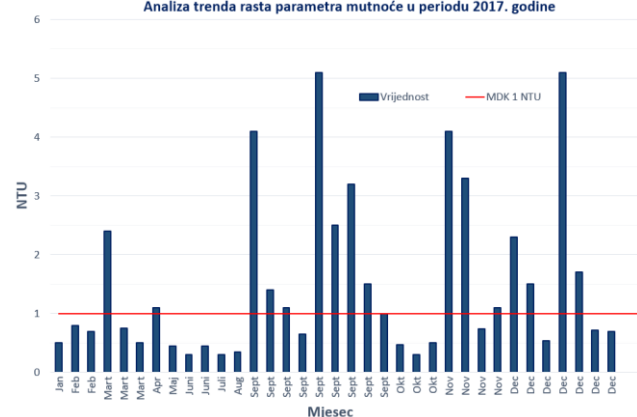
U razmatranome razdoblju (27. 3. 2006. - 21. 5. 2019. godine) pojava značajnog povećanja mutnoće vode povezana je sa pojavom značajnih padavina na slivnom području izvorištu Klokot, odnosno sa povećanjem količine vode (protoka) koja ističe na samom izvorištu (Slika 7.2). Za vrijeme pojave velike vode 16. 5. 2019. godine kod protoka  $Q = 67,1 \text{ m}^3/\text{s}$  parametar mutnoće je dosegno maksimalnu vrijednost:  $M_{\max} = 26 \text{ NTU}$ .

Analiza trenda rasta parametra mutnoće u periodu od 2016. - 2020. godine



Slika 7.3 Varijacije sadržaja mutnoće u periodu od 2015. do 2020. godine u usporedbi sa MDK vrijednostima

Analiza trenda rasta parametra mutnoće u periodu 2017. godine



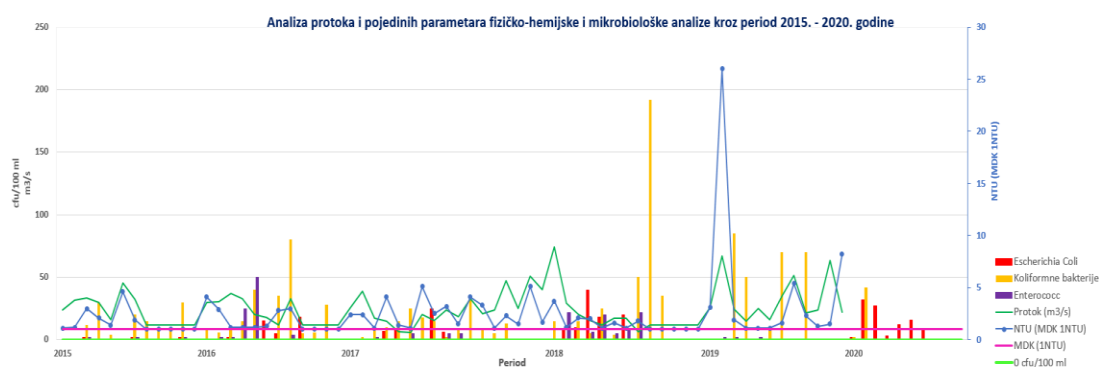
Slika 7.4: Varijacije sadržaja mutnoće u periodu od januara do decembra 2017. godine u usporedbi sa MDK vrijednostima

Iz mjerenja provedenih u razdoblju od skoro 15 godina vidljivo je da do izvora Klokot dolazi određena količina suspendiranih i koloidnih čestica koji ovisno od veličine protoka vode, relativno često uzrokuje zamućenja iznad maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK). U razdoblju mjerenja (27. 3. 2006. - 21. 5. 2020. godine) je ustanovljeno da je mutnoća vode na

izvorištu Klokot od ukupno 517 uzorkovanja 114 puta premašila granicu od 1,0 NTU (22%), a 20 puta granicu od 4,0 NTU (4%). Od toga u zadnje tri i pol godine (1. 1. 2017. - 21. 5. 2020. godine) granica od 1,0 NTU premašena je 36 puta, a granica od 4,0 NTU čak 8 puta što ukazuje na trend pogoršanja kvaliteta vode na izvorištu Klokot u posljednjih nekoliko godina. Povećanje mutnoće značajno iznad MDK (26,0 NTU) zabilježeno je 14. 5. 2019. godine u periodu velikih padavina i poplava koje su pogodile cijelo područje zapadnog Balkana. Prema tome, učestalija pojava mutnoće, odnosno veće količine dispergiranih suspendiranih i koloidnih čestica u vodi iznad maksimalno dozvoljenih koncentracija ukazuje da se prilike na slivnom području izvorišta Klokot pogoršavaju. Pogoršanja mogu biti posljedica prirodnih procesa poput utjecaja klime na učestalost i količinu oborina u slivnom području ili antropogenih faktora poput deforestacije, izgradnje šumskih puteva i promjene načina korištenja pojedinih površina u slivnom području, odnosno ispiranjima površinskih slojeva tla i sedimentata sa krških polja itd. Bez obzira na uzrok, pojava zamućenja na izvorima u kršu Dinarida se na slivnim područjima teško može kontrolirati.

Ove se pojave ne mogu spriječiti odgovarajućim zahvatima u slivnom području. U pukotinskom sustavu u kršu, koji je djelomično ispunjen sitnozrnim sedimentima (dimenzija sitnozrnog pijeska i praha), sedimentima dimenzija gline i manjih koloidnih čestica, redovito dolazi do iznošenja i/ili taloženja sedimentata na izvorima, ovisno o hidrološkim prilikama. Kada su brzine tečenja veće sediment se prenosi do mjesta gdje se smanjenjem brzina taloži, a zatim u nekim drugim uvjetima tečenja ponovno pokrene, te dođe do njegovog ispiranja, odnosno iznošenja iz podzemlja.

Zbog vrlo česte pojave zamućenja u odnosu na broj uzoraka koja značajno remeti redovito snabdijevanje pitkom vodom, potrebno je predložiti odgovarajuće mjere unapređenja kvalitete vode na samom zahvatu na izvorištu Klokot. Kod zamućene vode na suspendirane koloidne (lebdeće) čestice mogu se sorbirati bakterije, kao i brojni drugi anorganski i organski onečišćivači, te one na taj način sprečavaju da se spomenute bakterije uklone iz vode putem dezinfekcije hlorom, jer hlor na njih ne može efikasno djelovati.



**Slika 7.5:** Varijacije protoka i pojedinih parametara fizičko-hemijskih i mikrobioloških parametara u razdoblju od 2015. do 2020. godine na izvoru Klokot

Iz tog razloga u posljednjih 15 godina, vrlo često, u periodima značajnog povećanja mutnoće u vodi koja se distribuira korisnicima usluga, predstavnici JP "Vodovod" Bihać putem sredstava javnog oglašavanja svojim korisnicima usluga savjetuju prokuhavanje vode prije njene upotrebe u domaćinstvu.

Shodno svemu navedenom u narednom periodu na izvorištu Klokot potrebno je uspostaviti redovni i kontinuirani monitoring kvaliteta vode, te prema njegovim rezultatima definirati ključne ulazne parametre za odabir tehnologije (metode taloženja, filtracije, dezinfekcije i sl.) prečišćavanja pitke vode na budućem postrojenju.

Od ostalih analiziranih parametara, u nekoliko navrata u periodu 2007. -2009. godina evidentiran je nešto povećani sadržaj amonijaka u vodi iznad 0,1 mg NH<sub>4</sub>/l (0,285/0,182/0,153), međutim ipak ispod MDK koja prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće iznosi 0,5 mg NH<sub>4</sub>/l. Koncentracija amonijaka značajno iznad MDK (0,773 mgNH<sub>4</sub>/l) zabilježena je 14. 5. 2019. godine u periodu velikih padavina i poplava koje su pogodile cijelo područje zapadnog Balkana.

Također je u periodu od 2004. do 2008. godine evidentirano značajnije povećanje utroška KMnO<sub>4</sub> iznad MDK (5,0 mg/l O<sub>2</sub>), odnosno evidentirane su vrijednosti od 6,95/5,37/5,06/6,90 mg/l O<sub>2</sub>. Iz navedenog se može zaključiti da je u tom periodu povremeno dolazilo do zagađenja vode organskim tvarima (spojevima). Najveći utrošak KMnO<sub>4</sub> značajno iznad MDK (8,85 mg/l O<sub>2</sub>) zabilježen je 14. 5. 2019. godine u periodu velikih padavina i poplava koje su pogodile cijelo područje zapadnog Balkana.

U posljednjih 10 godina nije zabilježeno prisustvo amonijaka u vodi ili povećan utrošak KMnO<sub>4</sub> osim u navedenom slučaju od 14. 5. 2019. godine kada su i vrijednosti mutnoće značajno prelazile maksimalno dozvoljene koncentracije.

Pored obrade i analize osnovnih i periodičnih analiza kvaliteta vode koje je provodio JP „Vodovod“ Bihać i Zavod za javno zdravstvo Unsko-sanskog kantona, Konsultant je tokom implementacije projektnih aktivnosti dva puta analizirao kvalitetu vode na izvorištu Klokot u saradnji sa Hrvatskim zavodom za javno zdravstvo iz Zagreba (RH). Ovom analizom je ispitano 45 parametara iz grupa aromatskih ugljikovodika, pesticida, fenola, PCB-a, metala i metaloida, te ostalih parametara. Rezultati izvršenih analiza su pokazali da koncentracije svih ispitanih parametara ne prelaze vrijednosti maksimalno dopuštenih koncentracija, odnosno da je voda prihvatljiva za ljudsku upotrebu. Rezultati izvršenih analiza su pokazali da koncentracije svih ispitanih parametara ne prelaze vrijednosti maksimalno dopuštenih koncentracija, ali da su prisutni u vodi u manjim koncentracijama (HZJZ Zagreb).

**Tabela 7.1:** Rezultati proširene analize HZJZ na lokaciji Klokot

ANALIZA KVALITETA VODE NA IZVORIŠTU KLOKOT							
Skupina osnovnih fizičko-hemijskih parametara							
PARAMETRI ISPITIVANJA			KLOKOT				
Datum			02.12.2010.	28.9.2011.	20.9.2017	28.1.2020	24.6.2020
Naziv	Mj. jedinica	MDK	Rezultati				
Temperatura	°C	8 - 12	14,0	15,9			10.4
Boja	Bez	Bez	Bez	Bez		Bez	Bez
Miris	Bez	Bez	Bez	Bez		Bez	Bez
Ukus	Bez	Bez	Bez	Bez		Bez	Bez
Mutnoća (neprečišćena)	NTU			0.42		0.33	
Rezidualni hlor	mg/l		Sirova v.	Sirova v.	Sirova v.	Sirova v.	Sirova v.
pH vrijednost(25°C)	pH jed.	6.5-9.5	7.12	7.35		7.2 (22.5 °C)	7.71
Elektrovodljivost(25°C)	µS/cm	2500	359 (14°C)	320 (15.9°C)		447 (22.6°C)	359
TDS	mg/l	10					323.58
Tvrdoća ukupna	°nj					13	
Isparni ostatak	mg/l		226	202		245	174.3
Utrošak KMnO <sub>4</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	5	1.791	1.023		3.29	
Amonijak	mgNH <sub>4</sub> /l	0.5	0.112	0.115		0.042	0.01
Nitrati	mgNO <sub>3</sub> /l	50	1.11	2.664		2.65	3.13
Nitriti	mgNO <sub>2</sub> /l	0.5	0.0003	0.0003		0	4.87
Fluoridi	mg/l	1.5					

## Izrada Studije za uspostavu prekograničnih zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot

Kloridi	mg/l	250	14.49	13.49		2.84	
Sulfati	mg/l	200	5.82	11.9		5.18	
Magnezij	mg/l	-	24.8	20.33		27.4	
Kalcij	mg/l	-	103	108		66.4	
Mangan	µg/l	50		0		0	
Željezo	µg/l	200	0.01507	11.25		0	
Krom	µg/l	50	0.005	0		0.05	
<b>Odjel za kontrolu zdravstvene ispravnosti voda i vodoopskrbu</b>							
<b>PARAMETRI ISPITIVANJA</b>				<b>KLOKOT</b>			
<b>Naziv parametra</b>	<b>Mj. jedinica</b>	<b>*MDK</b>					
Fosfati	µg/L P	300	0.005			< 20	123 ± 32
Ukupni fosfor	mg/L P	-				< 0.05	0.14 ± 0.04
Ukupni dušik	mg/L N	-				0.9 +/- 0.1	0.9 ± 0.1
Natrij (Na)	mg/L Na <sup>+</sup>	200				2 +/- 0.2	1.9 ± 0.2
Kalij	mg/l	12					
Cijanidi	µg/L CN <sup>-</sup>	50	< 30			< 30	<30
Fenoli	µg/L	-	<1	<1		< 5	<5
Mineralna ulja	µg/L		5.6				
Detergenti -anionski	µg/L	200				< 50	<50
Benzo(g,h,i)perilen	µg/l	<0.1	< 0.005	< 0.005			
Benzo(k)fluoranten	µg/l	<0.1	< 0.005	< 0.005			
Benzo(a)piren	µg/l	< 0.01	< 0.005	< 0.005			
Benzo(b)fluoranten	µg/l	<0.1	< 0.005	< 0.005			
Fluoranten	µg/l	<0.1	< 0.005	< 0.005			
Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/l	<0.1	<0.005	<0.005			
THM -ukupni	µg/L	100				< 0.1	<0.1
Kloroform	µg/L	-				< 0.1	<0.1
Bromoform	µg/L	-				< 0.1	<0.1
Bromdiklormetan	µg/L	-				< 0.1	<0.1
Dibromklormetan	µg/L	-				< 0.1	<0.1
Suma tetrakloreten i trikloreten	µg/L	10				< 0.1	<0.1
Tetrakloreten	µg/L	10				< 0.1	<0.1
Trikloreten	µg/L	10				< 0.1	<0.1
1,2-dikloreten	µg/L	3				< 0.1	<0.1
Ugljikovodici	µg/L	50		< 2		< 5	<5
<b>Odsjek za metale i metaloide</b>							
<b>PARAMETRI ISPITIVANJA</b>				<b>KLOKOT</b>			
<b>Naziv parametra</b>	<b>Mj. jedinica</b>	<b>*MDK</b>	<b>Rezultat</b>				
Aluminij (Al)	µg/L	200	16.7			8.66 +/- 0.66	6.62 ± 0.24
Krom (Cr)	µg/L	50				0.145 +/- 0.03	0.158 ± 0.014
Nikal (Ni)	µg/L	20	< 2	< 2		< 0.24	<0.25
Bakar (Cu)	mg/L	2	< 6.7	1.9		0.00044 +/- 0.00003	<0.0001

Cink (Zn)	µg/L	3	< 1	< 2		< 0.6	2.34 ± 0.11
Arsen (As)	µg/L	10	< 1	< 1		< 0.06	0.096 ± 0.005
Kadmij (Cd)	µg/L	5	< 2	< 2		< 0.03	<0.03
Živa (Hg)	µg/L	1	< 0.3	< 0.3		< 0.03	0.427 ± 0.035
Olovo (Pb)	µg/L	10	< 3	< 3		< 0.05	<0.05
<b>Odsjek za pesticide</b>							
<b>PARAMETRI ISPITIVANJA</b>				<b>KLOKOT</b>			
Naziv parametra	Mj. jedinica	*MDK	Rezultat				
Organoklorni pesticidi	µg/L	0.5			< 0.5	< 0.5	<0.5
Aldrin	µg/L	0.03	< 0.01		< 0.01	< 0.01	<0.01
p,p-DDD	µg/L	0.1				< 0.01	<0.01
p,p-DDE	µg/L	0.1				< 0.01	<0.01
o,p-DDT	µg/L	0.1				<0.03	<0.03
p,p-DDT	µg/L	0.1				<0.03	<0.03
Dieldrin	µg/L	0.03	< 0.01		< 0.01	< 0.02	<0.02
Endrin	µg/L	0.1	< 0.01		< 0.01	< 0.03	<0.03
HCB	µg/L	0.1	< 0.01		< 0.01	< 0.03	<0.03
HCH alfa	µg/L	0.1	< 0.01		< 0.01	< 0.03	<0.03
HCH beta	µg/L	0.1	< 0.01		< 0.01	< 0.02	<0.02
HCH gama (Lindan)	µg/L	0.1	< 0.01		< 0.01	< 0.01	<0.01
HCH delta	µg/L	0.1	< 0.01		< 0.01	< 0.01	<0.01
Heptaklor	µg/L	0.03	< 0.01		< 0.01	< 0.03	<0.03
Heptaklorepksid-egzo	µg/L	0.03	< 0.01		< 0.01	< 0.03	<0.03
Heptaklorepksid-endo	µg/L	0.03	< 0.01		< 0.01	< 0.03	<0.03
Poliklorirani bifenili (PCB)	µg/L	0.5	< 0.01		< 0.01	< 0.01	<0.01

### 7.1.2 Fizičko-kemijska analiza kvaliteta vode izvorišta Klokot uspostavljenim monitoringom sa fiksno instaliranom multiprobe sondom

Na samom izvorištu Klokot Konsultant je na duži period 15. 1. 2020 godine instalirao multiprobe-sondu (fiksna instalacija) sa mjerenjem na izvorištu Klokot i mogućnošću "on line" prikupljanja analiziranih parametara, odnosno kvalitete vode. Analizom ispitanih parametara ustanovljeno je da koncentracije parametara ne prelaze maksimalno dozvoljene vrijednosti, definirane Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće. Vrijednosti maksimalno i minimalno zabilježenih koncentracija u periodu od polovine januara do kraja jula 2020. godine, sa izuzetkom perioda kad je sonda bila na servisu u periodu marta i aprila, su prikazani u narednoj tabeli.



**Tabela 7.2:** Maksimalne i minimalne vrijednosti koncentracije parametara analiza sprovedenih sa multiprobe sondom

Analiza		Fizičko-hemijska		
Tip	Muliprobe (Aquaread sonda 2000)			
Datum	Januar - Februar, Maj - Jul			
Rezultati				
Parametri	Jedinica	MDK	Min	Max
Temperatura	°C	8 - 12	8.8	12
Otopljeni kisik	mg/l	-	1.07	11.98
Otopljeni kisik	%	-	93.9	105.3
EC Provodljivost	µS/cm	-	331	884
pH	pH jed.	6,5 - 9,5	7.42	7.9
pH u milliVoltima	mV	-	-54.9	-40.8
Oksido rdukc.potencijal	mV	-	72.2	372.6
Pritisak	mb	-	1070	1473
AUX1:Mutnoća	NTU	1	0	0.8
AUX2:Amonijak	mgNH <sub>4</sub> /l	0.5	0	0.02
AUX3:Kloridi	mgNO <sub>3</sub> /l	250	0.28	4.25
AUX4:Nitrati	mgNO <sub>2</sub> /l	50	0	6.63
AUX7:Amonijum	mgNH <sub>3</sub> /l	-	0	0
EC Provodljivost	µS/cm	-	465.16	1219.38
EC Provodljivost	µS/cm	2500	410.12	1077.44
Otpomost	ppt	-	1131.22	3021.15
Salinitet	ppt	-	0.22	0.61
TDS	mg/l	-	302.35	792.6
Dubina	m	-	0.8	1.54
Barometarski pritisak	mb	-	974.49	1021.74

### 7.1.3 Analiza kvaliteta vode u pijezometrima (bušotinama) na lokaciji aerodroma Željava"

Početkom 2020. godine na zahtjev Hrvatskih voda u svrhu provođenja istražnih bušenja i uspostave državnog monitoringa izvedene su dvije bušotine (pijezometra) na lokaciji aerodroma Željava neposredno uz državnu granicu između RH i BiH. Obje bušotine su izvedene u neposrednom zaleđu izvorišta Klokot, nalaze se na koti 345 m n.m. (PCB-1) i 346 m n.m. (PCB-2), a obje su dubine 250 m. Po završetku bušenja uzeti su uzorci podzemne vode iz svake od bušotina i dostavljeni u Glavni vodnogospodarski laboratorij Hrvatskih voda u Zagrebu gdje su urađene detaljne analize. Analiziran je velik broj fizičko-kemijskih parametara međutim niti za jedan od tih parametara nije zabilježena koncentracija veća od MDK. Shodno tome može se zaključiti da kvaliteta podzemnih voda u ovom dijelu slivnog područja izvorišta Klokot odgovara važećem Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće u FBiH. Pored toga, voda uzorkovana u ovim bušotinama ima vrlo slične karakteristike vode uzorkovane u istom mjesecu na izvorištu Klokot. U narednoj tabeli dat je pregled svih analiziranih parametara sa vrijednostima rezultata ispitivanja.

**Tabela 7.3.** Rezultati proširene analize HZJZ na lokaciji bušotina PCB1 i PCB2

ANALIZA KVALITETA VODE BUŠOTINAMA NA LOKACIJI AERODROMA "ŽELJAVA"				
Datum				02.2020.
SKUPINA OSNOVNIH FIZIČKO-HEMIJSKIH PARAMETARA				
Lokacija			PCB1	PCB2
Naziv	Mj. jedinica	MDK	Rezultati	
pH vrijednost (25°C)	pH jed.	6.5-9.5	7.8	7.8
Elektrovodljivost (25°C)	µS/cm	2500	394	281

## Izrada Studije za uspostavu prekograničnih zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot

TDS	mg/l		264	188
Alkalitet	mgCaCO <sub>3</sub> /l		216	228
Tvrdoća ukupna	°nj		234	259
HCO <sub>3</sub>	mg/l	-	285	315
Ukupna sušen suspendirana krutina	mg/l	10	10	9
KPK-Mn	mgO <sub>2</sub> /l	5	2.1	0.8
BPK <sub>5</sub>	mg/l	25	1.3	<0.5
Amonijak	mgNH <sub>4</sub> /l	0.5	<0.008	<0.008
Nitrati	mgNO <sub>3</sub> /l	50	0.511	0.0451
Nitriti	mgNO <sub>2</sub> /l	0.5	0.0022	<0.002
Ukupni dušik	mgN/l	-	2	0.216
Orto fosfati	mgP/l	0.3	0.0103	0.0102
Ukupni fosfor	mgP/l	-	0.0219	0.0139
Fluoridi	mg/l	1.5	0.0142	0.0083
Kalij	mg/l	12	0.911	0.822
Natrij	mg/l	200	1.76	1.22
Kloridi	mg/l	250	0.704	0.608
Sulfati	mg/l	200	1.95	2.92
Magnezij	mg/l	-	12.1	24.7
Kalcij	mg/l	-	73.6	63.1
Ukupni organski ugljik	mg/l	-	1.38	0.48
Ukupni otopljeni organski ugljik	mg/l	-	1.22	0.62
Mangan	µg/l	50	13.7	12.7
Željezo	µg/l	200	1.24	2.4
Arsen	µg/l	10	0.313	0.517
Olovo	µg/l	10	0.0564	0.0834
Nikal	µg/l	20	1.09	1.1
Krom	µg/l	50	1.14	0.08
Kadmij	µg/l	5	0.0179	0.0142
Cink	µg/l	3000	337	145
Bakar	µg/l	2000	0.87	0.977
Živa	µg/l	1	<0.01	<0.01
<b>SKUPINA LAKOHLAPLJIVIH AROMATSKIH UGLJIKOVODIKA</b>				
<b>Lokacija</b>			<b>PCB1</b>	<b>PCB2</b>
<b>Naziv</b>	<b>Mj. jedinica</b>	<b>MDK</b>	<b>Rezultati</b>	
Heksaklorbutadien	µg/l		<0.037	<0.037
1,3,5 - triklorbenzen	µg/l		<0.124	<0.124
1,2,4 - triklorbenzen	µg/l		<0.116	<0.116
1,2,3 - triklorbenzen	µg/l		<0.107	<0.107
Para-ksilen	µg/l		<0.121	<0.121
Orto-ksilen	µg/l		<0.136	<0.136
Meta-ksilen	µg/l		<0.11	<0.11
Benzen	µg/l	1	<0.156	<0.156
Toluen	µg/l		<0.137	<0.137

Diklormetan	µg/l		<5.69	<5.69
1,2,-dikloretan	µg/l	3	<0.286	<0.286
Tetrakloretilen	µg/l		<0.162	<0.162
Trikloretalen	µg/l		<0.149	<0.149
Tetraklorugljik	µg/l		<0.125	<0.125
1,1,1 trikloretan	µg/l		<0.231	<0.231
Kloroform	µg/l		<0.161	<0.161
<b>SKUPINA POSTOJANIH ORGANSKIH TVARI - DIOKSINI I FURANI(POPS)</b>				
<b>Lokacija</b>			<b>PCB1</b>	<b>PCB2</b>
<b>Naziv</b>	<b>Mj. jedinica</b>	<b>MDK</b>	<b>Rezultati</b>	
1,2,3,4,6,7,8,9-O8CDF	µg/l		<0.000008	<0.000008
1,2,3,4,7,8,9-H7CDF	µg/l		<0.000012	<0.000012
1,2,3,4,6,7,8-H7CDF	µg/l		<0.000012	<0.000012
2,3,4,6,7,8-H6CDF	µg/l		<0.000005	<0.000005
1,2,3,7,8,9-H6CDF	µg/l		<0.000005	<0.000005
1,2,3,6,7,8-H6CDF	µg/l		<0.000005	<0.000005
1,2,3,4,7,8-H6CDF	µg/l		<0.000005	<0.000005
2,3,4,7,8-P5CDF	µg/l		<0.000004	<0.000004
1,2,3,7,8-P5CDF	µg/l		<0.000005	<0.000005
2,3,7,8-T4CDF	µg/l		<0.000004	<0.000004
1,2,3,4,6,7,8,9-O8CDD	µg/l		<0.000001	<0.000001
1,2,3,4,6,7,8-H7CDD	µg/l		<0.000002	<0.000002
1,2,3,7,8,9-H6CDD	µg/l		<0.000005	<0.000005
1,2,3,6,7,8-H6CDD	µg/l		<0.000006	<0.000006
1,2,3,4,7,8-H6CDD	µg/l		<0.000005	<0.000005
1,2,3,7,8-P5CDD	µg/l		<0.000006	<0.000006
2,3,7,8-T4CDD	µg/l		<0.000006	<0.000006
<b>SKUPINA POLICIKLIČKIH AROMATSKIH UGLJIKOVODIKA</b>				
<b>Lokacija</b>			<b>PCB1</b>	<b>PCB2</b>
<b>Naziv</b>	<b>Mj. jedinica</b>	<b>MDK</b>	<b>Rezultati</b>	
Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/l	-	<0.00047	<0.00047
Benzo(g,h,i)perilen	µg/l	-	<0.0002	<0.0002
Benzo(k)fluoranten	µg/l	-	<0.0004	<0.0004
Benzo(a)piren	µg/l	0.01	<0.00041	<0.00041
Benzo(b)fluoranten	µg/l	-	<0.00187	<0.00187
Fluoranten	µg/l		<0.00026	<0.00026
Naftalen	µg/l		0.000785	<0.00045
Antracen	µg/l		<0.001	<0.001
<b>SKUPINA PESTICIDA</b>				
<b>Lokacija</b>			<b>PCB1</b>	<b>PCB2</b>
<b>Naziv</b>	<b>Mj. jedinica</b>	<b>MDK</b>	<b>Rezultati</b>	
Trifluralin	µg/l	0.10	<0.0004	<0.0004

## Izrada Studije za uspostavu prekograničnih zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot

Pentaklorbenzen	µg/l	0.10	<0.0011	<0.0011
Alaklor	µg/l	0.10	<0.00039	<0.00039
Pentaklorfenol	µg/l	0.10	<0.00037	<0.00037
Klorfenvinfos	µg/l	0.10	<0.00071	<0.00071
Klorpirifos	µg/l	0.10	<0.00056	<0.00056
Izodrin	µg/l	0.10	<0.00059	<0.00059
Beta endosulfan	µg/l	0.10	<0.00498	<0.00498
Alfa endosulfan	µg/l	0.10	<0.00029	<0.00029
Dieldrin	µg/l	0.03	<0.00036	<0.00036
Aldrin	µg/l	0.03	<0.00112	<0.00112
Izodrin	µg/l	0.10		<0.00059
Heptaklorepoksid	µg/l	0.03	<0.00019	<0.00019
Heptaklor	µg/l	0.03	<0.0002	<0.0002
beta HCH	µg/l	0.10	<0.00113	<0.00113
Endrin	µg/l	0.10	<0.00066	<0.00066
α HCH	µg/l	0.10	0.00496	<0.0014
HCB	µg/l	0.10	<0.00202	<0.00202
op DDT	µg/l	0.10	0.000274	<0.00025
4,4-DDD	µg/l	0.10	<0.00145	<0.00145
4,4-DDE	µg/l	0.10	<0.00114	<0.00114
pp DDT	µg/l	0.10	<0.00046	<0.00046
delta HCH	µg/l	0.10	<0.0007	<0.0007
Lindan y HCH	µg/l	0.10	<0.00091	<0.00091
Diklorvos	µg/l	0.10	<0.00082	<0.00082
Dikofol	µg/l	0.10	<0.00034	<0.00034
Simazin	µg/l	0.10	<0.00082	<0.00082
Atrazin	µg/l	0.10	<0.00144	<0.00144
Izoproturon	µg/l	0.10	<0.00051	<0.00051
Diuron	µg/l	0.10	0.00189	<0.00074
Cipermetrin	µg/l	0.11	<0.00016	<0.00016
Cibutrin	µg/l	0.12	0.00122	<0.00049
Bifenoks	µg/l	0.13	<0.00201	<0.00201
Aklonifen	µg/l	0.14	0.0005	<0.00049
Kinoksifen	µg/l	0.15	0.00195	<0.00246
Terbutrin	µg/l	0.16	<0.00139	<0.00139
<b>OSTALO</b>				
<b>Lokacija</b>			PCB1	PCB2
<b>Naziv</b>	<b>Mj.jedinica</b>	<b>MDK</b>	<b>Rezultati</b>	
DEHP (plastifikator)	µg/l		0.169	<0.00472
Oktilfenol (alkil fenoli)	µg/l		<0.0075	<0.0075
Nonilfenol (alkil fenoli)	µg/l		<0.01	<0.01

## 7.1.4 Fizičko-kemijska analiza kvaliteta vode na ponorima i vrtačama u R Hrvatskoj

Proširenom analizom su također ispitivani uzorci vode prikupljeni sa tri lokacije u Hrvatskoj i to Rastovača, Korenički ponor i ponor potoka u Prijeboju, za koje je trasiranjem ustanovljena veza sa Klokotom. Također, analize kvaliteta ovih voda pokazale su da u vodi koja ponire u RH nema prekoračenja maksimalno dozvoljenih koncentracija aromatskih ugljikovodika, pesticida, fenola, PCB-a, metala i metaloide, te ostalih parametara koji su se analizirali, iako su koncentracije ovih materija puno veće nego na izvorištu Klokot.

**Tabela 7.4:** Rezultati proširene analize HZJZ na lokaciji vrtače Rastovača, ponor potoka na Prijeboju, ponor Koreničkog potoka

ANALIZA KVALITETA VODE PONORA I VRTAČA U RH					
Datum		24.06.2020.			
Odjel za kontrolu zdravstvene ispravnosti voda i vodoopskrbu					
Lokacija		Rastovača		Prijeboj	Korenica
Naziv parametra	Mj. jedinica	*MDK	Rezultat		
Fosfati	µg/L P	300	185 ± 48	43 ± 11	51 ± 13
Ukupni fosfor	mg/L P	-	0,20 ± 0,06	<0,05	0,61 ± 0,18
Ukupni dušik	mg/L N	-	<0,5	<0,5	8,8 ± 1,1
Natrij (Na)	mg/L Na <sup>+</sup>	200	2,7 ± 0,2	<1	95 ± 8
Cijanidi	µg/L CN <sup>-</sup>	50	<30	<30	<30
Fenoli	µg/L	-	<5	<5	<5
Detergenti -anionski	µg/L	200	<50	<50	130 ± 17
THM -ukupni	µg/L	100	<0,1	<0,1	46,3 ± 15,8
Kloroform	µg/L	-	<0,1	<0,1	42,4 ± 7,7
Bromoform	µg/L	-	<0,1	<0,1	<0,1
Bromdiklormetan	µg/L	-	<0,1	<0,1	3,4 ± 0,8
Dibromklormetan	µg/L	-	<0,1	<0,1	0,5
Suma tetrakloreten i trikloreten	µg/L	10	<0,1	<0,1	<0,1
Tetrakloreten	µg/L	10	<0,1	<0,1	<0,1
Trikloreten	µg/L	10	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-dikloreten	µg/L	3	<0,1	<0,1	<0,1
Ugljikovodici	µg/L	50	<5	<5	<5
Odsjek za metale i metaloide					
Lokacija		Rastovača		Prijeboj	Korenica
Naziv parametra	Mj. jedinica	*MDK	Rezultat		
Aluminij (Al)	µg/L	200	34,5 ± 1,2	27,1 ± 1,0	7,97 ± 0,29
Krom (Cr)	µg/L	50	<0,14	<0,14	<0,14
Nikal (Ni)	µg/L	20	0,300 ± 0,026	<0,24	4,16 ± 0,36
Bakar (Cu)	mg/L	2	0,0015 ± 0,0001	0,00045 ± 0,00002	0,0066 ± 0,0003
Cink (Zn)	µg/L	3	1,65 ± 0,08	0,722 ± 0,035	9,11 ± 0,44
Arsen (As)	µg/L	10	0,519 ± 0,029	0,263 ± 0,015	0,260 ± 0,015
Kadmij (Cd)	µg/L	5	<0,03	<0,03	<0,03

Živa (Hg)	µg/L	1	0.391 ± 0.032	0.401 ± 0.033	0.611 ± 0.051
Olovo (Pb)	µg/L	10	0.142 ± 0.014	0.180 ± 0.018	0.042 ± 0.004
<b>Odsjek za pesticide</b>					
<b>Lokacija</b>			<b>Rastovača</b>	<b>Prijeboj</b>	<b>Korenica</b>
<b>Naziv parametra</b>	<b>Mj-jedinica</b>	<b>*MDK</b>	<b>Rezultat</b>		
Organoklorirani pesticidi	µg/L	0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Aldrin	µg/L	0.03	<0.01	<0.01	<0.01
p,p-DDD	µg/L	0.1	<0.01	<0.01	<0.01
p,p-DDE	µg/L	0.1	<0.01	<0.01	<0.01
o,p-DDT	µg/L	0.1	<0.03	<0.03	<0.03
p,p-DDT	µg/L	0.1	<0.03	<0.03	<0.03
Dieldrin	µg/L	0.03	<0.02	<0.02	<0.02
Endrin	µg/L	0.1	<0.03	<0.03	<0.03
HCB	µg/L	0.1	<0.03	<0.03	<0.03
HCH alfa	µg/L	0.1	<0.03	<0.03	<0.03
HCH beta	µg/L	0.1	<0.02	<0.02	<0.02
HCH gama (Lindan)	µg/L	0.1	<0.01	<0.01	<0.01
HCH delta	µg/L	0.1	<0.01	<0.01	<0.01
Heptaklor	µg/L	0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Heptaklorepsid-egzo	µg/L	0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Heptaklorepsid-endo	µg/L	0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Poliklorirani bifenili ( PCB)	µg/L	0.5	<0.01	<0.01	<0.01

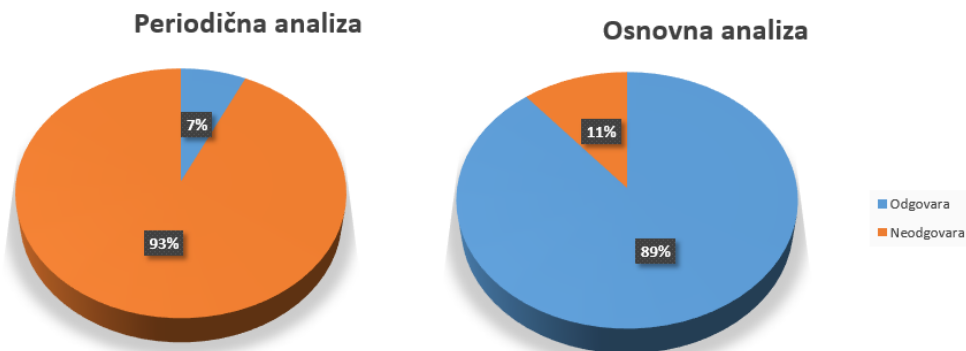
Uz proširenu analizu od strane Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo Konsultant je izvršio terensko ispitivanje kvaliteta vode na gore spomenutim lokacijama u RH korištenjem specijalizirane opreme za mjerenje kvaliteta vode – Aquaprobe sonde. I ove analize su pokazale da su koncentracije mjerenih parametara u maksimalno dozvoljenim koncentracijama.

Međutim, utjecaj na povišene vrijednosti mutnoće, kao i pojavu nitrata i amonijaka u vodi, povećane potrošnje kisika imaju uticaja i antropogeni faktori o kojima će biti više opisano u analizi mikrobioloških parametara.

## 7.2 ANALIZA REZULTATA MIKROBIOLOŠKIH PARAMETARA

U okviru mikrobiološke analize ukupno je analizirano 474 uzorka od čega je 399 uzorka osnovne i 75 periodične analize kvaliteta vode za piće. Utvrđeno je da čak da 93 % ispitanih uzorka periodične analize (70 uzorka) nije odgovaralo odredbama Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće zbog jednog ili više parametara čije su koncentracije bile više od MDK, dok kod osnovnih analiza 11% (52 uzorka) nije odgovaralo MDK vrijednostima spomenutog Pravilnika (Slika 7.6).

### Rezultati mikrobioloških analiza vode

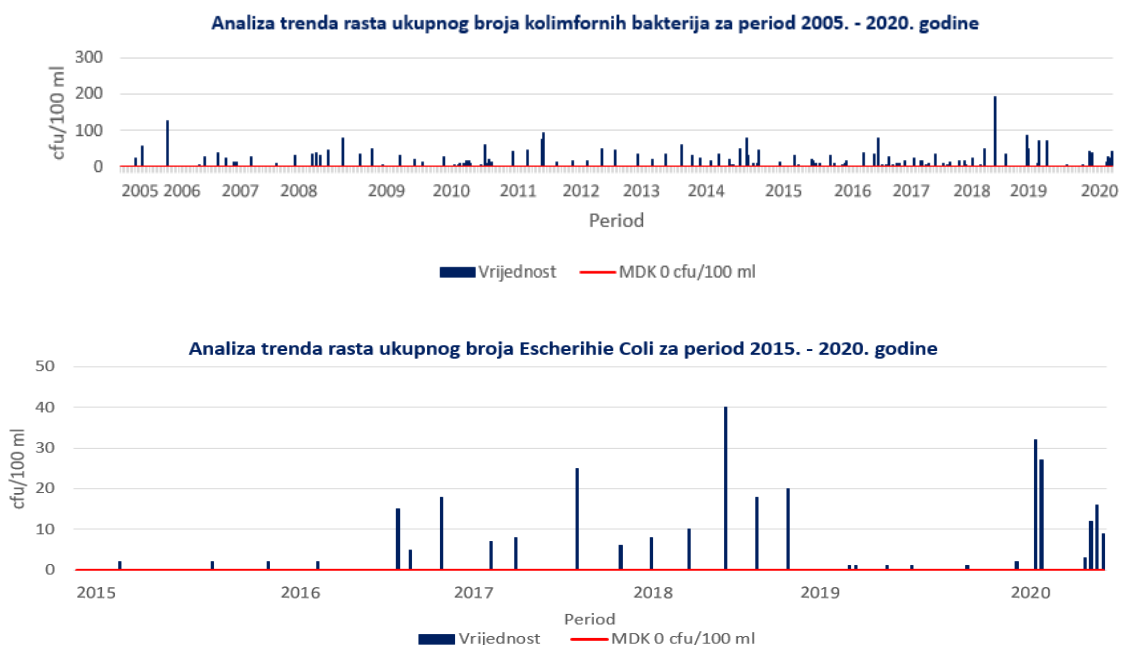


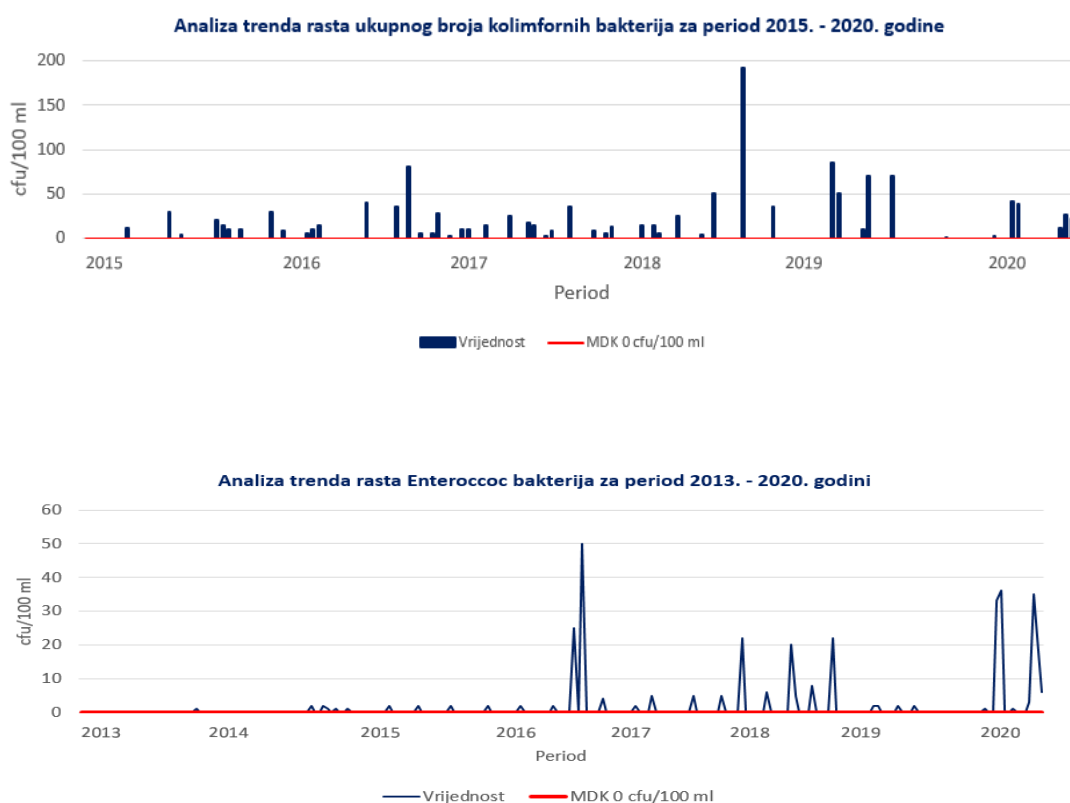
**Slika 7.6** Ukupna ispravnost / neispravnost uzorka vode sa izvorišta Klokot u periodu od 2004. do 2020. godine na osnovu mikrobioloških parametara

#### 7.2.1 Učestala prisutnost nepoželjnih bakterija u vodi

Od ukupno analiziranih 75 uzoraka proširene analize kvaliteta vode u 70 uzoraka evidentirano je prisustvo ukupnih koliformnih bakterija (93%), prisustvo bakterije Escherichie Coli evidentirano je u 55 uzorka vode, odnosno u 73% slučajeva, prisustvo Enterococ-a (fekalnog streptokoka) evidentirano je u 40 slučajeva (53%), a bakterija Clostridium perfringens pronađena je u 2 uzorka (2.7%). Ukupni broj bakterija na 22°C i 37°C pronađen je u 18 uzoraka vode što čini 24 % slučajeva. Prikaz rezultata mikrobioloških analiza se nalazi u za period 2004. do 2020. godina san nalazi u Prilogu 15. Rezultati mikrobiološke analize za parametre povišene koncentracije iznad MDK se nalaze u Prilogu 16.

Interpretacija rezultata je u nastavku.





**Slika 7.7** Varijacije mikrobioloških parametara koji prelaze MDK vrijednosti na izvorištu Klokot od 2005. do 2020. godine

Prema ovim rezultatima (Slika 7.7), sirova voda izvorišta Klokot bakteriološki je zagađena i ne zadovoljava u sanitarno-epidemiološkom smislu. Bakteriološke analize koje se redovno vrše u okviru praćenja kvaliteta vode na izvorištu Klokot od strane JP "Vodovod" Bihać ukazuju na bakteriološku neispravnost vode. Potrebno je naglasiti da se veći broj analiza kvaliteta vode redovno vrše na uzorcima već klorirane vode (uzetih na pumpnoj stanici Klokot odmah nakon dezinfekcije), što nije u skladu sa uslovima iz Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće. Međutim, zabrinjava činjenica da su i u kloriranoj vodi (11% uzoraka) izolirane spomenutim Pravilnikom nedozvoljene bakterije ljudskog porijekla, te da se kloriranjem vode ne postižu potrebni efekti, te da se bakteriološko zagađenje u vodi sa izvorišta Klokot ne može uvijek ukloniti putem dezinfekcije.

Mikroorganizmi (bakterije) u sirovim vodama izvorišta vode za piće najčešće su fekalnog podrijetla (koliformne bakterije), odnosno ljudskog i životinjskog, i potječu od sanitarnih otpadnih voda naselja, te iz nepravilno izgrađenih septičkih jama u područjima gdje se one koriste. Otpadne vode iz domaćinstava dospijevaju u površinske i podzemne vode putem kanizacionih sistema koje te otpadne vode bez prečišćavanja izlijevaju u vodotoke, ponornice ili direktno u vrtače i ponore, dok se fekalije iz nepravilno izgrađenih septičkih (vodopropusno dno) jama direktno upuštaju u podzemne vode. Ukoliko su u fekalijama prisutne i patogene bakterije, virusi i paraziti, oni će zajedno sa koliformnim bakterijama također dospjeti i u površinske i podzemne vode.

Značajno povećanje ljudskih aktivnosti u slivnom području izvorišta Klokot posebno kroz intenziviranje turističkih posjeta NP „Plitvička Jezera“ što je vidljivo kroz ubrzano povećanje broja noćenja na tom području u posljednjih 5 godina, značajno je doprinijelo da se pogorša mikrobiološka kvaliteta vode na izvorištu Klokot.





**Slika 7.8** Varijacije mikrobioloških parametara koji prelaze MDK vrijednosti na izvorištu Klokot u razdoblju od 2015. do 2020. godine

## 7.2.2 Mikrobiološka analiza kvaliteta vode na ponorima i vrtačama u R Hrvatskoj

U junu 2020. godine izvršeno je uzorkovanje vode sa područja vrtače Rastovača, na ispustu privremenog pakelnog uređaja za prečišćavanje otpadnih voda, te na još dvije lokacije Korenički ponor i ponor Prijeboj. Analize kvaliteta vode na ovim lokacijama su pokazale značajno prisustvo bakterija Escherichia Coli, ukupnih koliformnih bakterija, Enterococ-a, kao i ukupnog broja aerobnih bakterija. U nastavku dokumenta se nalazi tabelarni prikaz rezultata provedenih mikrobioloških analiza na ove tri lokacije kao i tabelarni prikaz svih parametara mikrobiološke analize čije su koncentracije bile iznad MDK.

Za uzorke vode prikupljene na tri lokacije u R Hrvatskoj i to u vrtači Rastovača, Koreničkom ponoru i ponoru potoka u Prijeboju, za koje je trasiranjem ustanovljena veza sa izvorištem Klokot, urađena je mikrobiološka analiza kvaliteta vode. Analize kvaliteta pokazale su prisutnost većeg broja bakterija u vodi koja ponire u RH, a završava na izvorištu Klokot.

**Tabela 7.5:** Rezultati mikrobioloških analiza HZJZ na lokaciji vrtače Rastovača, ponor potoka na Prijeboju, ponor Koreničkog potoka

Datum			24. 6. 2020	24. 6. 2020	24. 6. 2020
Vrsta pregleda			mikrobiološka	mikrobiološka	mikrobiološka
Mjerno mjesto			Vrtača Rastovača, nakon prečišćavanja	Ponor potoka na Prijeboju	Ponor Koreničkog potoka
Klorirana voda			Da (izvor)	Ne (izvor)	Otvoreno izvorište
Parametri ispitivanja	MDK	Mj. jedinica	Rezultati	Rezultati	Rezultati
Escherichia Coli	Nisu dozvoljene	cfu/100 ml	2	6	18
Ukupni broj koliformnih bakterija	Nisu dozvoljene	cfu/100 ml	20	45	50
Enterococ	Nisu dozvoljene	cfu/100 ml	3	30	25
Clostridium perfringens	Nisu dozvoljene	cfu/100 ml	-	-	-
Ukupni broj aerobnih mezofilnih bakterija na 22°C	20	cfu/1 ml	9	9	27
Ukupni broj aerobnih mezofilnih bakterija na 37°C	100	cfu/1 ml	0	0	4

### 7.3 NACIONALNI PARK „PLITVIČKA JEZERA“ – UTICAJ NA KVALITETU VODE IZVORIŠTA KLOKOT

Prema provedenim istraživanjima iz 2016. godine NP „Plitvička Jezera“ godišnje je u prosjeku posjetilo 1,3 miliona ljudi. Najveća koncentracija turista na području NP je u vrijeme turističke sezone od aprila do oktobra s tim da od ukupnog broja više od 64% posjetitelja NP posjećuje u mjesecu julu, augustu i septembru. U sezoni broj turista doseže brojku od 15.000 dnevno, a prema izjavama rukovodstva JU NP „Plitvička Jezera“ optimalan broj posjetitelja NP bi trebao biti oko 8.000. Paralelno sa povećanjem broja turista u proteklih 5-7 godina rasla je i potreba za izgradnjom smještajnih i ugostiteljskih objekata. Gradnja hotela i apartmana u privatnoj režiji dodatno je povećala i intenzivirala aktivnosti u slivnom području izvorišta Klokot što se direktno odrazilo i na pogoršanje kvaliteta sirove vode na spomenutom izvorištu. Gradnju smještajnih kapaciteta na žalost nije pratila i pravilna gradnja sistema za prikupljanje i prečišćavanje otpadnih voda, odnosno pravilna gradnja septičkih jama na mjestima gdje ne postoje javni kanalizacioni sistemi.

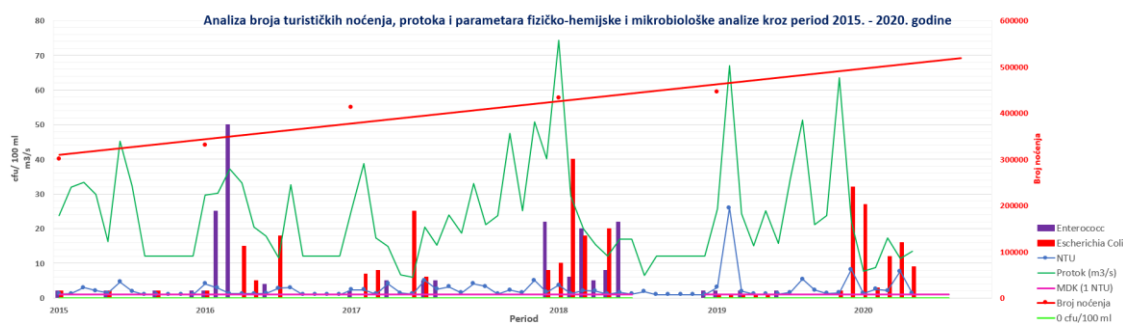
### 7.4 USPOREDBA ANALIZE PROTOKA, POJAVE MUTNOĆE I PRISUTNOSTI BAKTERIJA U VODI IZVORIŠTA KLOKOT

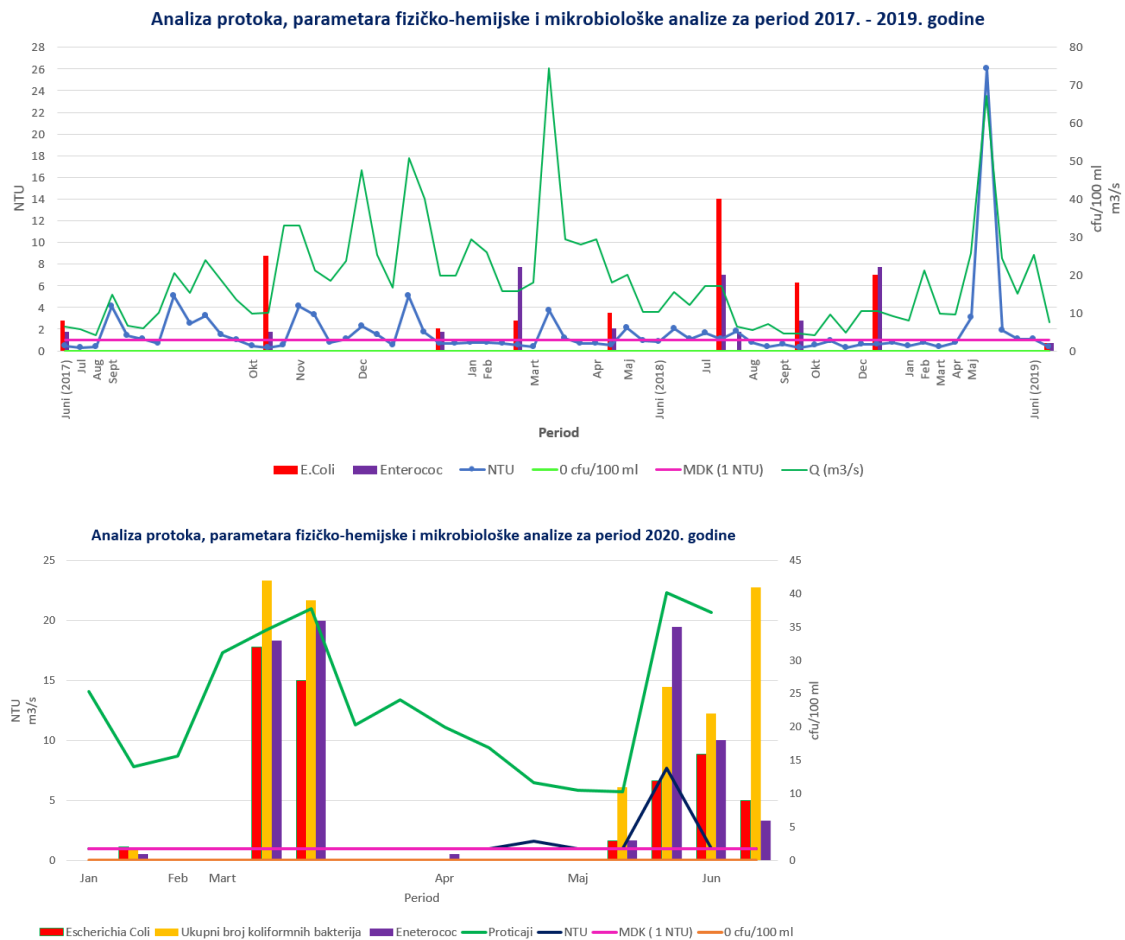
Fizičko-kemijskom i mikrobiološkom analizom kvaliteta vode pri različitim protocima dobiveni su prezentirani rezultati koji pokazuju trend zagađenja površinskih i podzemnih voda koje iz R Hrvatske dolaze na izvorište Klokot. Prikupljene rezultate spomenutih analiza kvaliteta vode i protoka na izvorištu potrebno je staviti u određene relacije:

- veličina protoka ↔ pojava mutnoće vode
- veličina protoka ↔ prisutnost bakterija u vodi
- pojava mutnoće vode ↔ prisutnost bakterija u vodi
- veličina protoka ↔ pojava mutnoće vode ↔ prisutnost bakterija u vodi
- broj turističkih noćenja ↔ prisutnost bakterija u vodi
- broj turističkih noćenja ↔ pojava mutnoće vode ↔ prisutnost bakterija u vodi
- veličina protoka ↔ pojava mutnoće vode ↔ prisutnost bakterija u vodi ↔ broj turističkih noćenja

Analizom navedenih relacija posebno u periodu od 2015. -2020. godine za parametre čije su vrijednosti bile iznad MDK ustanovljena je češća pojava određenih zagađenja, ali se i vrijednost parametara koji ukazuju na ta zagađenja dodatno povećala.

Na ovakvo stanje uglavnom su utjecale hidrološke pojave velikih voda te antropogeni utjecaji ponajviše sa prostora NP „Plitvička jezera“ gdje je evidentiran povećan rast broja turista, a shodno tome i ubrzana izgradnja smještajnih kapaciteta. Interpretacija ovih rezultata je prikazana u sljedećim dijagramima.





**Slika 7.9** Analiza protoke, mutnoće i mikrobioloških parametara u izvorskoj vodi Klokota u različitim razdobljima

Usporedbom rezultata provedenih analiza različitih parametara (Slika 7.9) može se zaključiti sljedeće:

- povećanjem turističkih aktivnosti, odnosno povećanjem broja noćenja na slivnom području izvorišta Klokot u posljednjih 5-7 godina došlo je do značajnijeg povećanja bakteriološkog zagađenja vode na izvorištu Klokot. Postavljanjem privremenog paketnog postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u naselju Rastovača krajem 2018. godine djelomično se smanjilo bakteriološko zagađenje (posebno su vidljivi rezultati u ljeto 2019. godine).
- nakon pojave velikih oborina dolazi do većeg pražnjenja podzemnih voda na izvorištu Klokot što za posljedicu ima pojavu povećane mutnoće i značajnije prisustvo bakterija koje nisu dozvoljene u vodi za piće, što ukazuje na antropogeno zagađenje u zaleđu izvorišta Klokot, što je vidljivo na ranije prikazanim dijagramima.
- značajnija prisutnost bakterija koje nisu dozvoljene u vodi za piće na izvorištu Klokot evidentirana je nakon višednevnih oborina u zaleđu izvorišta Klokot kad dolazi do ispiranja podzemnih pukotinskih prostora vodenim tokovima, ali i vrlo često u ljetnim sušnim periodima bez velikih padavina kada relativno velika količina otpadnih voda dospijeva u relativno male količine podzemne vode koja istječe na izvorištu Klokot.
- povećanom prisustvu većeg broja bakterija na izvorištu Klokot najviše doprinosi izlivanje komunalnih otpadnih voda u površinske i podzemne vode putem nepravilno izgrađenih septičkih jama ili direktnim izlivanjem fekalnih (otpadnih) voda u vodotoke u obje države.
- kratkotrajne oborine velikog intenziteta prouzrokuju pojavu mutnoće velikih vrijednosti.

- pojavu povećane mutnoće vode prati i značajnije prisustvo bakterija koje nisu dozvoljene u vodi za piće.

#### 7.4.1 Napomene vezane za kvalitetu vode:

- Potrebno je provjeriti koliko vremenski često tokom godine radi privremeno paketno postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda u naselju Rastovača, jer prema određenim trendovima postoji vjerojatnost da zbog visokih operativnih troškova ovo postrojenje funkcionira samo u periodima posjete velikog broja turista, odnosno u glavnom dijelu sezone.
- Sličnu analizu nije bilo moguće napraviti na dijelu slivnog područja izvorišta Klokot koje se nalazi na teritoriji BiH iz razloga što na tom području nema otvorenih vodotoka, niti ponora i vrtača na kojima bi ti vodotoci ponirali, ali se može pretpostaviti da veći dio oborina koje padnu na to područje tokom godine prodiru u kraški medij i također završavaju na izvorištu Klokot. Shodno tome, potrebno je u što skorije provjeriti da li stambeni objekti u podplješevičkim naseljima u BiH imaju izgrađene septičke jame i koliko njih je vodonepropusno.
- Kako bi se svi navedeni zaključci potvrdili u narednom periodu potrebno je uspostaviti redovan i kontinuiran monitoring kvaliteta površinskih i podzemnih voda na slivnom području izvorišta Klokot u obje države, a posebno na izvorištu Klokot.

Shodno svemu navedenom analiza kvaliteta vode na slivnom području izvorišta Klokot ukazuje da je u obje države u što skorije vrijeme potrebno intenzivirati aktivnosti na prikupljanju i prečišćavanju svih komunalnih otpadnih voda, pravilnoj izgradnji vodonepropusnih septičkih jama, te potpunoj sanaciji divljih deponija, ali i onih koje su donedavno bile službene deponije komunalnog otpada (Korenica). Pored toga, potrebno je zaustaviti intenzivnu eksploataciju (sječu) šume i probijanje šumskih puteva, kako bi se smanjili erozivni procesi u slivnom području, a time i intenzitet pojave mutnoće na izvorišta Klokot. Dodatno, neophodno je planirati izgradnju postrojenja za prečišćavanje pitke vode za grad Bihać u neposrednoj blizini izvorišta Klokot, kako bi se putem odgovarajuće tehnologije prečišćavanja uklonilo preveliko zamućenje vode, ali i preveniralo povremeno bakteriološko zagađenje.

#### 7.4.2 Napomena vezane za okolnosti u kojima su se provodila projektna istraživanja

- Uslijed globalne epidemiološke krize uzrokovano virusom COVID-19, gdje su radi sprečavanja širenja virusa katastrofalne razmjere, svjetskoj populaciji uvedene restriktivne mjere među kojima su i putovanja bez opravdanog razloga, velike gubitke su osjetile turističke zajednice tj. države (mjesto) koje su veliki dio prihoda zasnivali na turizmu. NP „Plitvička Jezera“ posljednjih nekoliko mjeseci bilježi ogroman pad posjećenosti, samo 5% u odnosu na prošlu godinu, pa je ovo jedan od razloga što su vrijednosti rezultata provedenih analiza u posljednjih nekoliko mjeseci u 2020. godini niže od očekivanih. Međutim, treba imati na umu da će ovoj globalnoj epidemiološkoj krizi jednog dana ipak doći kraj, a Nacionalni park Plitvička Jezera nastaviti bilježiti velik broj posjetioca što će pak i dalje utjecati na povećanje fizičko-hemijskog i mikrobiološkog onečišćenja.
- Pored toga, potrebno je dodati da je posljednje 9-mjesečno razdoblje (septembar/rujan 2019. godine do juni/lipanj 2020. godine) zabilježeno kao jedno od najsušnijih razdoblja u slivnom području izvorišta Klokot. Snijega i snježnog pokrivača tokom zime 2019/2020. godina skoro da i nije bilo, a jesenske (2019. godina) i proljetne (2020. godina) oborine su bile dosta rijetke, a ako ih je bilo nisu bile velikog intenziteta niti su dogo trajale.

## 7.5 PREPORUKE

U općim zaključcima važno je razdvojiti pitanja koja su vezana za samo vrijeme i učestalost uzorkovanja, pridržavanja zakonom utvrđenih normi određivanja pojedinih parametara, te potrebu kako nastaviti sa opažanjem istih te što sve treba uzeti u obzir:

- Budući da je izvor Klokot uključen u sistem javne vodoopskrbe potrebno je učestalije mjerenje kvalitete vode na sedmičnoj, mjesečnoj i sezonskoj razini tokom cijele godine. Osnovne parametre fizičko-hemijske i mikrobiološke parametre potrebno je mjeriti na sedmičnoj razini, proširene analize na mjesečnoj, a kompletne analize na sezonskoj razini minimalno 4 puta godišnje u različitim godišnjim dobima i hidrološki karakterističnim uvjetima za svako od njih.
- Prilikom uzimanja, pripreme i mjerenja te prikazivanja rezultata mjerenja treba se strogo pridržavati svih postupaka određenim normama. Neke parametre treba odrediti odmah na terenu poput temperature zraka i vode, vrijednosti pH, ukupne i karbonatne tvrdoće. Isto tako na terenu treba pripremiti odmah neke uzorke za transport i kraće skladištenje tokom puta do laboratorija ili u laboratoriju.
- Iznimno je korisno da se dobivene vrijednosti parametara kvalitete vode usporede sa hidrološkim parametrima u budućim studijama.

## 8 IDENTIFIKACIJA ZAGAĐIVAČA I MJERE UBLAŽAVANJA

### 8.1 OSNOVNI PODACI I ANALIZA POSTOJEĆIH PODATAKA

Tokom početne faze projekta Konsultant je izvršio pregled postojeće studijsko-projektne dokumentacije koja se odnosi na identifikaciju zagađivača na području sliva izvorišta Klokot.

Podaci o potencijalnim izvorima zagađenja – opasnosti su selektirane po pitanju prostornih vrsta opasnosti (tačka, linija i poligon) i klasificirane su u 24 različita layer-a zavisno od vrste karakteristika potencijalnog zagađivača (kamenolom, benzinska pumpa, minska polja, saobraćajnice, industrija itd.). Rezultat je klasificirajuća mreža indeksa opasnosti koja je predstavljena u formi karte klasificiranih opasnosti.

#### **Bosna i Hercegovina**

Na slivnom području izvorišta Klokot, na području Bosne i Hercegovine, registriran je veći broj zagađivača, od kojih su najznačajniji sljedeći:

- GP Izačić (BiH) zajedno sa GP Ličko Petrovo Selo (RH);
- Kamenolom Željjava (Baljevac 1);
- Kamenolomi Baljevac (Baljevac 2);
- Kamenolom Baljevac (Baljevac 3);
- Kamenolom Zavalje/Vučjak;
- Kamenolom Međudražje;
- Deponija Vučjak;
- Nelegalne deponije:
- Deponija Baljevac,
- Deponija "JNA",
- Deponija "Bezdan" Međudražje;
- Groblje Zavalje i Izačić;
- Minska polja;
- Magistralna cesta M5 (GP Izačić – Kamenica);
- Regionalna cesta R403a (Bihać – Veliki Skočaj)
- Lokalna cesta (Zavalje – Vučjak - Baljevac);
- Naseljena mjesta (Veliki Skočaj, Mali Skočaj, Međudražje, Zavalje i Izačić);
- Obradive poljoprivredne površine;
- Eksploatacija šume (Plješevica).

Pored gore navedenih, potrebno je dodati i prirodno zagađenje zbog velikog i turbulentnog toka što povremeno rezultira velikom mutnoćom na izvorštima Klokot i Privilica, tijekom nailaska velikih vodnih valova, što je obrađeno u posebnoj poglavlju.

**Napomena:** Na području sliva izvorišta Klokot u Bosni i Hercegovini koje se u manjem dijelu nalazi u ruralnom seoskom području, a većim dijelom u nenaseljenom i šumskom području nema identificiranih zagađivača kao što su trgovački centri, bezinske pumpe i industrijski pogoni.

#### **Republika Hrvatska**

Na slivnom području izvorišta Klokot, na području Republike Hrvatske je registriran znatno veći broj zagađivača, sa većim obimom zagađenja u odnosu na zagađivače na teritoriji Bosne

i Hercegovine. Najznačajniji zagađivači su:

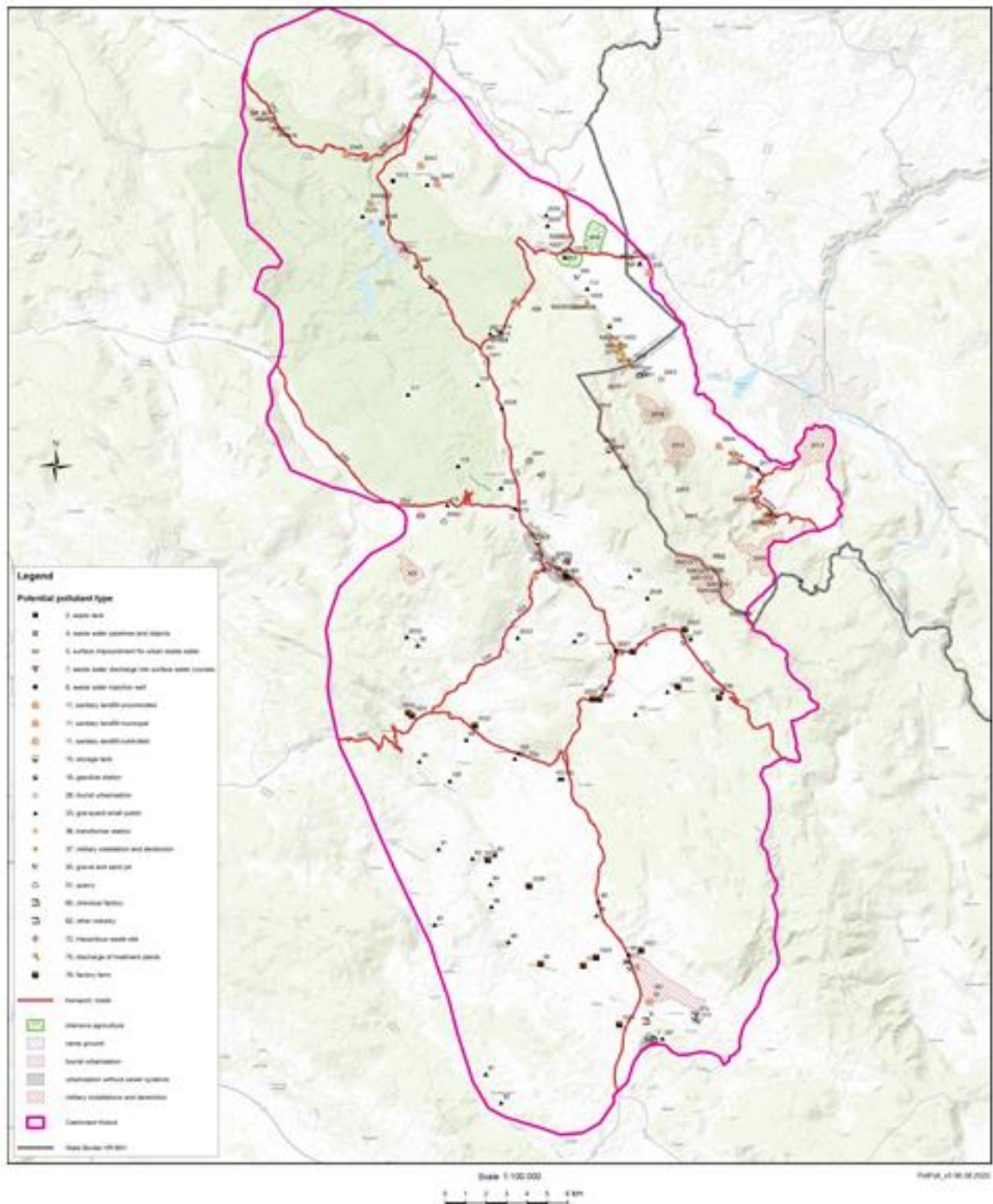
- Kamenolom Prijeboj;
- Pozajmište šljunka Frkašić;
- Vojni aerodrom "Željava";
- Vojarna Ličko Petrovo Selo;
- Vojarna i aerodrom u Udbini;
- Minska polja;
- Deponija komunalnog otpada u Korenici (Vrpile / Kalebovac);
- Deponija komunalnog otpada NP Plitvice (Prijeboj);
- Nelegalne deponije otpada:
  - Jama Rastovača,
  - Jama Pony,
  - Jama kod ušća rijeke Plitvice,
  - Jama kod Poljanka;
- Industrijski i drugi gospodarski objekti u općinama Udbina i Plitvička Jezera;
- Groblja (Plitvička Jezera i Udbina);
- Državna cesta D1 (Grabovac – L. P. Selo – Prijeboj - Korenica – Udbina);
- Državna cesta D504 (L.P. Selo – GP Izačić /BiH/);
- Državna cesta D217 (Rakovica – L. P. Selo);
- Državna cesta D218/506 (Korenica – Donji Lapac – Srb);
- Državna cesta D25 (Korenica Lički Osik);
- Državna cesta D52 (Borje – Otočac);
- Državna cesta D42 (Plitvice - Saborsko);
- Naseljena mjesta uz državne ceste Udbina - Korenica –Prijeboj - L.P. Selo (Plitvička Jezera) - Grabovac;
- Sustavi odvodnje i prečišćavanja otpadnih voda na području općina Udbina, Plitvička jezera;
- Turistički kapaciteti NP Plitvička jezera, privatni turistički objekti (apartmani, kampovi i vikend naselja);
- Obradive poljoprivredne površine;
- Eksploatacija šume.

U pripreмноj fazi implementacije projekta Konsultant je izradio obrazac za prikupljanje podataka o postojećim zagađivačima na slivnom području izvorišta Klokot, proveo niz terenskih obilazaka u svrhu pregleda i verifikacije postojećih zagađivača, ali i definiranja novih potencijalnih zagađivača na području sliva izvorišta Klokot.

Nakon prikupljanja i detaljne analize podataka o zagađivačima, Konsultant je pripremio detaljni popis zagađivača sa detaljnim opisom najznačajnijih zagađivača, uključujući i grafički pregled njihovih lokacija (vidi uz poglavlje 6.2. ili u prilogu 10.1 ovog dokumenta).

Informacije o identifikovanim zagađivačima na području sliva izvorišta Klokot su predstavljene predstavnicima grada Bihaća, kao i predstavnicima općina Udbina i Plitvička Jezera, te su verificirani uz manje izmjene i dopune.

## 8.2 KATASTAR ZAGAĐIVAČA SA GRAFIČKIM PRIKAZOM LOKACIJA



Cilj određivanja zona zaštite podzemnih voda je zaštita akvifera od svih vrsta zagađenja, prvenstveno od negativnog antropogenog uticaja, s toga su u zonama zaštite podzemnih voda, ljudske aktivnosti ograničene.

Ove zone su glavni instrument za mjere teritorijalne organizacije u odnosu na podzemne vode.

U kraškim akviferima zaštitne zone podzemnih voda su određene u skladu sa kriterijumom brzine toka podzemne vode, pronosom zagađenja i uticaja na njihovu ranjivost. Tok podzemne vode kako se približava vodozahvatu, propisane mjere zaštite postaju strožije, odnosno što je zona ranjivija to su propisi strožiji.

Tokom terenskih istraživanja na području sliva izvorišta Klokot na teritoriji Bosne i Hercegovine



(BiH) i Hrvatske (HR), evidentirano je ukupno **109** zagađivača (20 u Bosni i Hercegovini i 89 u Republici Hrvatskoj), koji su podijeljeni prema različitim kategorijama: kamenolomi, pozajmišta kamenog materijala, iskopi šljunka, vojni objekti, aerodromi, deponije otpada, groblja, turistički objekti, izletišta, granični prijelaz, trgovački centri, proizvodni subjekti, industrijske zone, benzinske pumpe, ispusne jame, poljoprivredne površine sa intenzivnom proizvodnjom, farme stoke, naselja i ceste (lokalne, regionalne i državne/magistralne).

Prije terenskog istraživanja obrađena je prikupljena studijsko-projektna dokumentacija (projekat zaštite izvorišta Klokot i Privilica, projekat AnthropolProt, ostala dostupna dokumentacija) u kojima se nalaze pregledi ranije evidentiranih zagađivača. Na osnovu informacija iz navedenih dokumenata napravljen je i plan istraživanja, te definirane karte i obrasci koji su služili za prikupljanje informacija i podataka na terenu.

Spomenuta terenska istraživanja su provedena tokom mjeseca februara i marta 2020. godine na teritoriji BiH i Republike Hrvatske. Istraživanja su bila usmjerena na do sada poznate zagađivače i evidentiranje novih zagađivača u zoni sanitarne zaštite izvorišta Klokot. Terenska istraživanja su zbog svoje specifičnosti i obimnosti vršena u nekoliko navrata uz direktnu podršku predstavnika nadležnih službi jedinica lokalne samouprave (JLS) i javnih komunalnih preduzeća (JKP), kao i predstavnika NP "Plitvička Jezera" i granične policije obje države, koji su Konsultantu osigurali potrebne informacije, podatke i karte, te pokazali lokacije zagađivača na terenu. Konsultant je spomenutim predstavnicima nadležnih institucija iz obje države prezentirao dokument o svim prikupljenim i obrađenim podacima, informacijama i kartama, koje su oni potvrdili.

### Bosna i Hercegovina

Na području teritorije BiH u slivu izvorišta Klokot evidentirano je ukupno 20 zagađivača koji su navedeni u slijedećoj tabeli.

**Tabela 8.1:** Pregled evidentiranih zagađivača u slivu Klokota (BiH)

Lokacija	Broj	Status	Napomena	Kategorija važnosti
1	2	3	4	5
<b>Kamenolomi, pozajmišta materijala i šljunkare</b>				
Baljevac (1 i 2)	2	Neaktivno		III
Baljevac (3)	1	Neaktivno		II
Zavalje-Vučjak	1	Neaktivno		III
Međudražje	1	Aktivno		II
<b>Groblja</b>				
Zavalje	1	Aktivno		II
Izačić	1	Aktivno		I
<b>Deponije otpada</b>				
Mali Baljevac	1	Neaktivno	Divlja deponija	II
Vučjak	1	Neaktivno	Stara gradska deponija	II
Međudražje	1	Aktivno	Divlja deponija	I
<b>Javne ustanove i tržni centri</b>				
Granični prelaz	1	Aktivno		I
<b>Vojni objekti</b>				
Vojni aerodrom "Željava"- dio (rupa broj 4)	1	Nije aktivno	Nalazi se u sklopu vojnog aerodroma Željava na teritoriji BiH	II
<b>Naselja</b>				
Grad Bihać	5	Aktivno	Naselja bez komunalne infrastrukture za	I

			prikupljanje i prečišćavanje otpadnih voda. V. Skočaj (dio), Mali Skočaj, Međudražje, Zavalje i Izačić (dio)	
<b>Ceste</b>				
Grad Bihać	3	Aktivno	Ceste sa slobodnom odvodnjom. (M5; R403a i lokalna cesta)	II
<b>Ukupno:</b>	<b>20</b>			

**Kategorije važnosti:**

I – kategorija važnosti – velika mogućnost zagađenja podzemnih voda;

II – kategorija važnosti – srednja mogućnost zagađenja podzemnih voda;

III- Kategorija važnosti. – manja mogućnost zagađenja podzemnih voda.

Prema gore navedenoj kategorizaciji na području BiH u prvu kategoriju važnosti je svrstano **10** zagađivača koji mogu imati najznačajniji utjecaj na kvalitetu podzemnih voda (deponija Međudražje i Vučjak, groblja Zavalje i Izačić, PPOV Izačić i naselja bez komunalne infrastrukture).

**Republika Hrvatska**

Na području teritorije RH, u slivu izvorišta Klokot evidentirana su ukupno **89** zagađivača koji su navedeni u slijedećoj tabeli.

**Tabela 8.2:** Pregled evidentiranih zagađivača u slivu Klokota (HR)

Lokacija	Broj	Status	Napomena	Kategorija važnosti
1	2	3	4	5
<b>Kamenolomi, pozajmišta materijala i šljunkare</b>				
Prijeboj	1	Neaktivno		II
Frkašić	1	Aktivno		II
<b>Groblja</b>				
Udbina	25	Aktivno		II
Plitvička Jezera	13	Aktivno		II
<b>Deponije otpada</b>				
Prijeboj	1	Neaktivno	Zatvorena i sanirana deponija	II
Korenica – Vrpila/Kalebovac	1	Neaktivno	Zatvorena deponija, u pripremi je sanacija deponije	II
Jama u Rastovači	1	Aktivno	Nekontrolirano odlaganje komunalnog otpada	I
Jama Pony	1	Aktivno	Nekontrolirano odlaganje komunalnog otpada	I
Jama ušće Plitvice	1	Aktivno	Nekontrolirano odlaganje komunalnog otpada	I

Jama Poljanak (desno)	1	Aktivno	Nekontrolirano odlaganje komunalnog otpada	I
Jama Golubnjača	1	Aktivno	Nekontrolirano odlaganje komunalnog otpada	I
<b>Javne ustanove i tržni centri</b>				
L. P. Selo	1	Aktivno	Hotel Lyra	II
Prijeboj	1	Aktivno	Garaže/parking i interna benzinska pumpa - Prijevoz Knežević	II
Prijeboj	1	Aktivno	Deponija balvana	II
Korenica	1	Aktivno	Benzinska pumpa INA	II
Plitvička Jezera (Mukinje)	1	Aktivno	Interna benzinska pumpa NP P. Jezera	
Korenica	2	Aktivno	Hotel i restoran Macola	II
Udbina	1	Aktivno	Fabrika peleta (drvena industrija)	III
<b>Vojni objekti</b>				
Željava (Ličko Petrovo Selo)	4	Neaktivno	Vojni aerodrom i kasarna	I
Udbina	1	Aktivno	Kasarna i vojni poligon sa aerodromom	I
<b>Farme</b>				
Korenica	1	Aktivno	50 krupnih grla stoke (goveda)	I
Udbina	14	Aktivno	1.050 krupnih grla (goveda) i 7.400 ovaca	I
<b>Sječa šume</b>				
Plješevica	1	Aktivno	Sječa šume u pojasu od 100 m u gornjim dijelovima Plješevice u cilju osiguranja i kontrole državne granice	I
<b>Intenzivna poljoprivredna obrada tla</b>				
Ličko Petrovo Selo	1	Aktivno	Koncesija na obradivo tlo (100 ha)	I
<b>Naselja</b>				
Prijeboj	1	Aktivno	Naselja bez komunalne infrastrukture za prikupljanje i prečišćavanje otpadnih voda	I
Ličko Petrovo Selo	1	Aktivno		I
Korenica	1	Aktivno		I
Udbina	1	Aktivno		I
<b>Turistička urbanizacija NP Plitvička jezera</b>				
Plitvička Jezera	1	Aktivno		I
<b>Ceste</b>				

Korenica, Udbina, L. P. Selo, Plitvice, granični prelaz	7	Aktivno	Ceste sa slobodnom odvodnjom	II
<b>Ukupno:</b>	<b>89</b>			

**Kategorije važnosti:**

I – kategorija važnosti – velika mogućnost zagađenja podzemnih voda;

II – kategorija važnosti – srednja mogućnost zagađenja podzemnih voda;

III- Kategorija važnosti. – manja mogućnost zagađenja podzemnih voda.

Prema navedenoj kategorizaciji na području Republike Hrvatske u prvu kategoriju važnosti su svrstana **32** zagađivača koji mogu imati značajan utjecaj na kvalitetu podzemnih voda u slivnom području izvorišta Klokot. To su prvenstveno farme stoke, deponije otpada, vojni objekti, naselja bez izgrađene odgovarajuće komunalne infrastrukture, poljoprivredne djelatnosti, turistička urbanizacija i sječa šume.

Svi identificirani zagađivači na području slivnog područja izvorišta Klokot, obuhvaćajući područje Bosne i Hercegovine i Republike Hrvatske su uvedeni u GIS i pripadajuću bazu podataka.

**8.3 OPIS ZAGAĐIVAČA NA PODRUČJU SLIVA IZVORIŠTA KLOKOT\_U BOSNI I HERCEGOVINI**

**Kamenolomi**

U slivu izvorišta Klokota na teritoriji Bosne i Hercegovine se nalazi ukupno pet kamenoloma koji su opisani u narednom tekstu:

**Željjava/Baljevac (1) – kamenolom** se nalazi u blizini vojnog aerodroma Željjava. Služio je za eksploataciju čvrstog krečnjaka koji je korišten za potrebe građenja aerodroma kao i za druge potrebe bivše jugoslavenske vojske (JNA). Za rastresanje kosina kamenog masiva korišten je eksploziv.



**Slika 8.1:** Kamenolom Željjava/Baljevac (1).

Unutar eksploatacionog prostora kamenoloma se nalaze ostaci betonske konstrukcije separacije za drobljenje kamena. Kamenolom je poslije rata bio aktivan nekoliko godina ali bez odobrenja za rad, nakon čega je zatvoren bez poduzimanja mjera sanacije. Kamenolom

se prostire na površini od oko 0,5 ha, volumen iskopanog materijala se procjenjuje na količinu od 70.000 m<sup>3</sup>.

**Baljevac (2) – kamenolom**, također se nalazi u blizini vojnog aerodroma Željava i isto je korišten za potrebe bivše jugoslavenske vojske (JNA). U pitanju je površinski kop krečnjaka na površini od 0,1 ha uz prethodno rastresanje kamena eksplozivom. Nakon završene eksploatacije ostala je nesansirana jama. Kamenolom poslije rata nije korišten. Volumen iskopanog materijala se procjenjuje na količinu od 4.800 m<sup>3</sup>.



**Slika 8.2:** Kamenolom Baljevac (2)

**Baljevac (3) – kamenolom** se nalazi se u neposrednom zaleđu izvorišta Klokot prema vojnom aerodromu Željava. Pretpostavlja se da je kamenolom koristila bivša jugoslavenska vojska (JNA) na što ukazuje površinski kop krečnjaka nastao miniranjem. Minirani materijal tada nije sav izvađen i kamenolom je poslije ilegalno korišten tako da je ostala nesansirana jama.



**Slika 8.3:** Kamenolom Baljevac (3)

Udaljenost kamenolom od izvorišta Klokot je oko 1,6 km u pravcu zapada, pa zbog toga predstavlja opasnost za samo izvorište, pored toga do napuštenog kamenoloma (jame) vodi vrlo dobro izgrađeni pristupni put koji se može zloupotrijebiti za nekontrolirano odlaganje otpada ili započinjanje ilegalnih aktivnosti u jami bivšeg kamenoloma. Površina iskopa u kamenolomu je oko 0,6 ha, a volumen iskopanog materijala se procjenjuje na količinu od 35.000 m<sup>3</sup>.

Na lokacijama ova tri kamenoloma tokom terenskog obilaska nisu uočeni tragovi nove ilegalne eksploatacije kamena niti ilegalnog odlaganje otpada. Okolina je čista, ali prilično obrasla sa



niskim i srednje visokim raslinjem što otežava pristup, naročito kamenolomu Baljevac (1). Stvaranje novih ilegalnih deponija na ovim lokacijama je onemogućeno jer je granični pojas pod stalnom kontrolom granične policije BiH.

**Zavalje - Vučjak – Kamenolom / pozajmište** se nalazi u blizini mjesta Zavalje u pravcu prema zatvorenom odlagalištu otpada Vučjak. Na ovom lokalitetu je vađen dolomitni kamen i pijesak. Površina koju zauzima kamenolom je oko 1,6 ha. Karakteristika ovog kamenoloma je u tome da ga čini materijal raspucalog dolomita sa dosta prirodnog pijeska sitnije frakcije, te se za eksploataciju nije koristio eksploziv već građevinske mašine. Volumen iskopanog materijala se procjenjuje na količinu od 80.000 m<sup>3</sup>.

Kamenolom je zatvoren bez prethodno izvršene sanacije, a pristup je onemogućen sa izradom kamenog nasipa na pristupnom putu. Pristupni put je obrastao niskim šumskim raslinjem.



**Slika 8.4:** Kamenolom / pozajmište dolomitnog kamena u blizini Zavalja kod Bihaća

**Kamenolom Međudražje** se nalazi u blizini istoimenog naselja i jedini je aktivan u slivu izvorišta Klokot sa BiH strane. Iz kamenoloma se eksploatira dolomitni kamen i pijesak. Većina eksploatirane količine se obezbjeđuje miniranjem kosina brda.



**Slika 8.5:** Kamenolom dolomitnog kamena Međudražje

Površina kamenoloma je oko 4,6 ha, a volumen iskopanog materijala se procjenjuje na količinu od 650.000 m<sup>3</sup>. Ranije eksploatirane površine koje se više ne koriste nisu sanirane. Stanovnici naselja Međudražje redovno se žale nadležnim službama grada Bihaća na miniranje na ovom kamenolomu prilikom kojih dolazi do značajnih potresanja stambenih objekata u naselju Međudražje.

### **Deponije i odlagališta otpada**

**Deponija Vučjak** je stara deponija grada Bihaća. Locirana je oko 5 km jugozapadno od grada. Odlaganje čvrstog otpada vršeno je sve do 1997. godine, kada je deponija djelomično sanirana i zatvorena. Tijelo deponije nalazi se u nekoliko vrtača u blizini naselja Vučjak. Trasiranjem podzemnih vodotoka 9. 10. 1984. utvrđena je direktna veza ove lokacije sa izvorištem Klokot. Za sanaciju deponije je izrađena projektna dokumentacija (Glavni projekat sanacije deponije Vučjak – IPZ Zagreb, 1985. godina). Deponija je djelomično sanirana u periodu od 1999. – 2001. godine. Prema informacijama dobivenim od strane nekoliko osoba zaposlenih u javnim institucijama grada Bihaća za sanaciju deponije je korištena određena studijsko-projektna dokumentacija, međutim deponija je sanirana na način da su u tijelo deponije postavljene cijevi za otplinjavanje, a sama deponije je prekrivena slojem gline (ilovače) u visini od 1,0 - 2,0 m. Pokrovni sloj gline je nabijen i pretpostavlja se da je izgrađen kako bi spriječio prodiranje oborinskih i površinskih voda u tijelo deponije. Nakon te djelomične sanacije na tijelu deponije je izrasla šuma starosti cca 15 godina. Količine procjeđivanja filtrata u podzemlje kroz tijelo deponije nije poznata niti su na ovoj lokaciji vršena naknadna hidrogeološka i hidrološka istraživanja.



**Slika 8.6:** Stara deponija Vučjak

Tokom 2019 godine na lokaciji ove deponije je uspostavljen privremeni migrantski centar koji je naknadno dislociran. Područje deponije se rasprostire na površini od oko 8 ha.

**Nelegalno odlagalište otpada Bezdan (Međudražje)** je odlagalište sa nekontroliranim / nelegalnim odlaganjem komunalnog otpada koje se nalazi u samom naselju Međudražje. Deponija je udaljena oko 200 m od regionalnog puta i kuća u samom naselju. Deponiju predstavlja prirodna uvala približnih dimenzija 20,0 x 2,5 m sa promjenjivom dubinom od 1,0 do 2,5 m. Uglavnom oko 10 domaćinstava na ovu deponiju odlaže komunalni otpad, stakleni, PVC, ambalažni i građevinski otpad. Intenzitet deponiranja otpada je malen, jer je koriste malobrojni stanovnici spomenutog naselja.



**Slika 8.7:** Divlja deponija Bezdan u naselju Međudražje



Tokom terenskog obilaska terena deponija Bezdani u Međudražju je identificirana kao jedino trenutno aktivno nelegalno odlagalište otpada u slivu Klokota na teritoriji Bosne i Hercegovine.

**Nelegalno odlagalište otpada Baljevac** - Na odlagalištu su tokom pregleda terena 2003. godine, zatečene veće količine raznovrsnog otpada. Između ostalog, tu su se nalazili kabasti metalni ostaci poput karoserija automobila, ostataka bijele tehnike i sl., ali i sitniji metalni otpad poput konzervi. Pored toga, tada je evidentirano da se na ovom odlagalištu ranije odlagao i organski otpad iz klaonica i mesnica, kao i ostaci medicinskog otpada (supstance i lijekovi nepoznatog porijekla i sastava).

Sa deponije su ranije uklonjeni kabasti metalni predmeti, međutim lokacija je gusto urasla u nisko i visoko raslinje te ju je bez prethodne sječe raslinja nemoguće identificirati.

Na navedenu deponiju se više ne odlaže otpad, međutim deponija je evidentirana kao potencijalni zagađivač jer se tada nije moglo sa sigurnošću utvrditi porijeklo i sastav deponiranog otpada.



**Slika 8.8:** Divlje odlagalište čvrstog otpada na lokalitetu Baljevca (arhivski snimak iz 2003. godine)

**Vojna deponija Baljevac** - U neposrednoj blizini prethodno spomenutog odlagališta čvrstog otpada, nalazi se stara vojna deponija, koju je prije rata koristila bivša jugoslavenska vojska. Na deponiji se vršilo odlaganje različitih vrsta otpada, a prvenstveno konzervi i otpadaka iz logističke jedinice aerodroma "Željavo", koja je bila locirana na Baljevcu. Tokom pregleda terena 2003. godine, utvrđeno je da se odlaganje otpada na ovoj lokaciji vršilo bez bilo kakve kontrole i poštivanja sanitarnih principa, te se može smatrati divljom / nelegalnom deponijom.

Kao i na prethodno spomenutoj deponiji na Baljevcu i na ovoj vojnoj deponiji se više ne odlaže otpad, ista je potpuno urasla u nisko i visoko raslinje, a prostor oko deponije nije siguran za pristup. Terenska identifikacija lokacije deponije je moguća samo uz prethodno uklanjanje niskog i visokog raslinja.

### **Groblja**

Na dijelu sliva koji se nalazi na teritoriji Bosne i Hercegovine nalaze se samo dva registrirana groblja koja su aktivna, i to u naseljima Zavalje i Izačić. Groblje u naselju Zavalje se koristi duže vremena, ali svega nekoliko ukopa se vrši tokom godine.

Groblje na području Izačića se koristi u zadnjih 10-tak godina, kapacitet parcele omogućava oko 250 – 300 ukopa. Groblje se nalazi na platou u blizini GP Izačić, odnosno 6 km sjeverozapadno od izvorišta Klokot.





**Slika 8.9:** Groblje u naselju Izačić

### **Minska polja**

Površine na kojima je identificirana opasnost od zaostalih mina se nalaze u šumskim dijelovima slivnog područja izvorišta Klokot. Lokacije su identificirane i obilježene u šumskim odjelima šumsko gospodarske jedinice "Plješevica". Površina koju zauzimaju minska polja iznosi oko 450 ha šumskog prostora.

### **Javne ustanove**

Na području sliva Klokota u Bosni i Hercegovini osim graničnog prelaza GP Izačić nema drugih javnih ustanova.

**Granični prelaz Izačić** se nalazi oko 7 km sjeverozapadno od izvorišta Klokot. Jedan je od značajnijih graničnih prelaza između Bosne i Hercegovine i Republike Hrvatske, preko koga se odvija intenzivan drumski promet. Prelaz je izgrađen sa zajedničkom infrastrukturom za potrebe GP Izačić (BiH) i GP Ličko Petrovo Selo (RH). U kompleksu graničnog prelaza nalaze se parkinzi za teretna i putnička motorna vozila, zatim centralni objekat granične kontrole, objekat za carinski postupak i inspekciju, komercijalni objekat, ispitna hala, restoran sa javnim WC-om, bescarinska prodavnica i javni WC.

Prikupljanje otpadnih voda se vrši separatnim kanalizacionim sistemom. Sanitarne otpadne vode dopremaju se do postrojenje za prečišćavanje (biorotor), na kome se vrši biološki tretman otpadnih voda. Postrojenje je hidrauličkog kapaciteta 100 m<sup>3</sup>/dan, a dimenzionirano je na organsko opterećenje od 283 ekvivalentna stanovnika (ES). Projektirana kvaliteta efluenta je 20-25 mg BPK<sub>5</sub>/l i 0,3 ml/l suspendiranih materija.

Oborinske otpadne vode prikupljaju se sa asfaltiranih površina kompleksa graničnog prelaza, čija je površina 45.000 m<sup>2</sup>. Prikupljene oborinske vode dopremaju se na separator ulja i masti kapaciteta 60 l/s. Efluenti sa postrojenja za prečišćavanje i separatora ulja i masti odvođe se do zajedničkog okna, odakle se cjevovodom dužine 35 metara odvođe do obližnje vrtače i tu ispuštaju u kraško podzemlje.

Tokom terenske posjete u februaru 2020. godine graničnom prelazu Izačić (BiH) / Ličko Petrovo Selo (RH), utvrđeno je da instalirani uređaj za prečišćavanje otpadne vode nije u funkciji što potvrđuje izlivanje otpadne vode oko samog uređaja. Nепrečišćene otpadne vode se ispuštaju direktno u kraško podzemlje. Stanje separatora ulja i masti nije bilo moguće utvrditi jer se cijelo postrojenje nalazi u raslinju kupine i odaje dojam vrlo lošeg održavanja od strane vlasnika. Separator ulja i masti predstavlja drugu opasnost zbog mogućnosti direktnog ispuštanja ulja i masti u kraško podzemlje sa potencijalno velikim posljedicama po izvorište Klokot. Konsultant je o ovom slučaju detaljno obavijestio nadležnu službu za vode, zaštitu

okoliša, komunalne djelatnosti i inspeksijske poslove grada Bihaća.



**Slika 8.10:** Uređaj za biološki tretman otpadnih voda na GP Izačić (BiH)/GP L. P. Selo (HR)

Tokom mjeseca jula je izvršeno čišćenje biorotora (PPOV) i separatora na GP Izačić sa provjerom rada pratećih uređaja. Planirano je da se izvrši periodično servisiranje i testiranje uređaja od strane proizvođača opreme ("Tehnix") uz izdavanje atesta o ispravnosti uređaja. – međutim zbog epidemiološke situacije sa COVID-om, nabrojane aktivnosti nisu sprovedene.

#### **Turistički kapaciteti i vikend naselja**

U slivu izvorišta Klokota na teritoriji Bosne i Hercegovine nema komercijalnih turističkih kapaciteta. Na području naselja Zavalje i Međudražje postoji nekoliko manjih vikend naselja koja se nalaze unutar urbanih dijelova naselja ili u njihovoj neposrednoj blizini. Zbrinjavanje otpadnih voda za ova naselja je opisano u poglavlju "Stalno naseljeno stanovništvo".

#### **Poljoprivredne aktivnosti**

Lokalno stanovništvo koje se nalazi u slivnom području izvorišta Klokot se individualno bavi ekstenzivnom poljoprivredom proizvodnjom i sa ekstenzivnim uzgojem stoke. Najvažnije poljoprivredne kulture koje se uzgajaju su kukuruz i krumpir, kao i druge povrtarske kulture na individualnim vrlo malim površinama. Poljoprivredne površine na slivnom području izvorišta Klokot se uglavnom odnose na pašnjake, livade i u manjem obimu sa voćnjake.

Iako uzgoj stoke na ovom području nakon rata nije bio izražen, u posljednjih deset godina isti je u znatnom padu. Stočnih farmi nema, a malobrojnu stoku uzgajaju individualna domaćinstva. Tačnih podataka o broju stoke nema, ali se smatra da je broj veoma mali.

Poljoprivredne aktivnosti i stočarstvo na području sliva Klokota u Bosni i Hercegovini i njihov uticaj na ukupno zagađenje se mogu smatrati kao minorni, odnosno zanemarivi.

#### **Eksploatacija šume**

Na slivnom području izvorišta Klokot koji se nalazi na teritoriji Bosne i Hercegovine, šumama upravlja Javno preduzeće ŠPD "Šume Unsko-sanskog kantona". Stanje šumskih ekosistema na dijelu slivnog područja detaljnije je opisano u posebnoj tački "Analiza stanja šuma i šumskih zemljišta".

#### **Stalno naseljeno stanovništvo**

Slivno područje izvorišta Klokot u Bosni i Hercegovini sa površinom od 90,5 km<sup>2</sup> je jako rijetko naseljeno (5,6 stanovnika/km<sup>2</sup>), područje naseljava oko 510 stanovnika, odnosno 153

domaćinstva u naseljima Veliki Skočaj (dio naselja), Mali Skočaj, Međudražje, Zavalje zajedno sa vikend naseljem na Vučjaku, i dio naselja Izačić.

Ova naselja nemaju organiziran sistem prikupljanja i prečišćavanja otpadnih voda, te se za zbrinjavanje otpadnih voda koriste septičke jame koje nisu propisno izgrađene. Procjenjuje se da na području sliva izvorišta Klokot u Bosni i Hercegovini ima između 110 i 130 septičkih jama od kojih je tek 10 - 15 % propisno izgrađeno.

Odvoz komunalnog otpada sa ovih područja jednom sedmično vrši JKP "KOMRAD d.o.o. Bihać.

### **Prometnice**

Kao najznačajniju prometnicu važno je spomenuti dionicu magistralnog puta M5 koja vodi iz pravca Bihaća prema graničnom prelazu Izačić (BiH) / Ličko Petrovo Selo (HR). Ova prometnica predstavlja regionalno značajnu komunikaciju, jer se ovim putnim pravcem odvija drumski promet roba iz pravca Republike Hrvatske u BiH i obrnuto. Također, ovim putnim pravcem se kontinuirano prevozi gorivo (benzin, nafta, mazut i lož ulje), kao i druge opasne materije.

Druga prometnica je regionalni put R403a na pravcu Bihać - Zavalje – Veliki Skočaj i treća prometnica je lokalni put Zavalje - Vučjak - Baljevac. Ovim prometnicama se ne vrši prevoz opasnih materija i goriva.

Osnovni podaci o prometnicama su navedeni u narednoj tabeli.

**Tabela 8.3:** Prometnice u u slivu Klokota u Bosni i Hercegovini

Oznaka	Kategorija	Pravac
<b>M5</b>	Magistralni put	Bihać - GP Izačić (BiH) / GP L.P. Selo (HR)
<b>R403a</b>	Regionalni put	Bihać - Zavalje - Veliki Skočaj
--	Lokalni put	Zavalje Vučjak - Baljevac

Sve navedene prometnice su putevi sa slobodnom odvodnjom bez izgrađenih rigola i separatora ulja i masti. U toku je priprema projektne dokumentacije kojom je predviđeno prikupljanje i prečišćavanje oborinskih voda sa asfaltnih površina na dionici magistralne ceste M5 od GP Izačić do naselja Kamenica na ulazu u grad Bihać. Realizacijom ovog projekta bi se znatno smanjio rizik zagađenja koji je prouzrokovan aktivnostima prometa.

## **8.4 OPIS ZAGAĐIVAČA U REPUBLICI HRVATSKOJ**

### **Kamenolomi i pozajmišta u slivu Klokota u Republici Hrvatskoj**

Na dijelu sliva izvorišta Klokot u Republici Hrvatskoj identificirana su ukupno: tri kamenoloma, jedna šljunčara i dva pozajmišta materijala od kojih su najznačajniji kamenolom Prijeboj i šljunčara Frkašić.

**Kamenolom Prijeboj** se nalazi unutar NP "Plitvička jezera" na potezu od Prijeboja prema Korenici, u neposrednoj je blizini državne ceste D1 (cca 300 m). Kamenolom je zatvoren, pristup je onemogućen postavljanjem nasipa i betonskih blokova na pristupni put. Mada je eksploatacija kamena obustavljena još prije desetak godina, kamenolom nije saniran. Površina sa koje se je eksploatirao kamen iznosi oko 4,0 ha. Volumen iskopanog materijala se procjenjuje na količinu od 350.000 m<sup>3</sup>.



**Slika 8.11:** Kamenolom Prijeboj

**Šljunčara Frkašić** je površinski kop / pozajmište mješavine prirodnog šljunka (sitnog oblutka) sa manjom primjesom gline. Eksploatacija šljunka je aktivna još od kraja '80-tih godina prošlog stoljeća. Nalazi se 10 km jugoistočno od Korenice na putnom pravcu Korenica - Donji Lapac neposredno uz državnu cestu D218. Šljunčara je pod upravom Šumarije Korenica (UŠP Gospić) na osnovu koncesionog ugovora. Površina sa koje se je iskopava šljunak obuhvata područje oko 10,0 ha. Volumen iskopanog materijala se procjenjuje na količinu preko 600.000 m<sup>3</sup>.

Dijelovi površina na kojima se više ne vrši iskop su uredno pripremljene za sanaciju, ali nisu sanirane.



**Slika 8.12:** Šljunčara u Frkašiću

Pored navedenih lokacija eksploatacije kamena i šljunka na području općine Plitvička jezera su identificirana još dva manja kamenoloma koji se povremeno koriste za održavanje šumskih puteva (Homoljac i Rudanovac). Ovi kamenolomi po svom obimu i načinu korištenja ne predstavljaju značajnije zagađivače.

Na području općine Udbina su identificirane tri lokacije pozajmišta materijala na kojima se ranije kopao šljunak (u Tišminom varošu dvije lokacije i u Jošanima jedna). Ova pozajmišta šljunčanog materijala nisu u upotrebi, lokacije su urasle u nisko raslinje, a po svom obimu i površini ne predstavljaju značajnije zagađivače.

### **Deponije otpada**

**Deponija Vrpile / Kalebovac – Korenica** – svakako je najznačajnija deponija komunalnog otpada u slivu Klokota na teritoriji Republike Hrvatske. Locirana je na udaljenosti od 2,5 km jugo-zapadno od grada, na lokalitetu Ljeskova poljana, Kalebovac. Deponija je zatvorena krajem 2019. godine, ograđena je, a na ulazu se nalazi kapija sa bravom. Trenutno se komunalni otpad u sedmičnoj produkciji od oko 50-60 m<sup>3</sup> kontejnerski prikuplja i odvozi na deponiju u Karlovac.





**Slika 8.13:** Deponija komunalnog otpada Vrpile (Korenica) u fazi sanacije

Tokom izgradnje deponije nisu postavljene zaštitne folija na podlogu, a odlaganje otpada vršilo se uz stabilizaciju slojeva inertnim materijalom. Također, nije izgrađen sistem otplinjavanja, te odvodnje i prečišćavanja procjednih voda. Područje deponije se rasprostire na površini od 1,6 ha.

U protekle dvije godine izrađena je studijsko-projektna dokumentacija za sanaciju ove deponije. Prema informacijama predstavnika općine Plitvička Jezera projektni prijedlog za sanaciju ove deponije je dostavljen nadležnom ministarstvu i fondu za zaštitu okoliša RH. Općina očekuje da se financijska sredstva za sanaciju odobre u 2020. godini. Pripreme za sanacione radove su u toku, a sanacioni radovi bi trebali završiti do kraja 2022. godine.

**Deponija Prijeboj** – deponija više nije aktivna, a služila je za organizirano odlaganje komunalnog otpada prvenstveno za potrebe Nacionalnog parka "Plitvička Jezera". Odlagalište je locirano u unutar granica NP „Plitvička Jezera“, u neposrednoj blizini ceste D1 na pravcu Ličko Petrovo selo - Prijeboj. Područje deponije se sprostire na površini od oko 1,1 ha.



**Slika 8.14:** Sanirana deponija komunalnog otpada Prijeboj

Na deponiji su izvršeni sanacioni radovi što je obuhvatilo uklanjanje kompletnog deponiranog otpada sa saniranjem zemljane površine, a u posljednjih 5-6 godina se vrši monitoring stanja odlagališta i njenog uticaja na okolinu. Dosadašnji rezultati Monitoringa su pokazali da su sanacioni radovi izvedeni u skladu sa međunarodnim standardima i da ova lokacija ne predstavlja opasnost za okoliš.

#### **Nelegalna odlagalište otpada**

Nelegalna odlagališta otpada na području općine Plitvička Jezera su identificirana od strane speleoloških udruženja Republike Hrvatske te predstavljena na web stranici: "Čisto podzemlje". To su uglavnom prirodne jame u kojima je vršeno nelegalno odlaganje komunalnog i kabastog otpada. Jame se nalaze unutar i oko granica NP „Plitvička Jezera“, a

predstavljene su u narednom tekstu.

### **Jama Rastovača**

Jama se nalazi nekoliko stotina metara sjeverno od naselja Rastovače pod Hrastovim vrhom. U nju su bačene velike količine komunalnog otpada. Dimenzije ulaza su 3 x 3 m, dužina 13 m i dubina 34 m. Onečišćenje je evidentirano još 2012. godine.



*Slika 8.15: Nelegalno odlagalište otpada jama Rastovača*

### **Jama "Pony Kapitalac"**

Jama se nalazi uz šumski makadamski put koji spaja Rastovaču i Ličko Petrovo Selo (unutar NP „Plitvička Jezera“). Ulaz je manjih dimenzija, a zatrpana je manjim količinama komunalnog otpada (oko 1 m<sup>3</sup> otpada). Dimenzije ulaza u ovu jamu su 1 x 0,6 m, dužina 5 m i dubina 31 m. Onečišćenje je evidentirano 2019. godine.



*Slika 8.16: Nelegalno odlagalište otpada jama Pony*

### **Jama kod ušća rijeke Plitvice u Koranu**

Znatno onečišćena jama u naselju Poljanak. Na dnu objekta je jako puno otpada (više desetaka kubika) koji izravno ugrožava rijeku Plitvicu u blizini ušća u rijeku Koranu. Onečišćenje se nalazi uz sami temeljni fenomen Velikog slapa na Plitvicama. Dimenzije ulaza u jamu su 10 x 15 m sa dubinom od 25 m. Onečišćenje je evidentirano 2019. godine.



*Slika 8.17: Nelegalno odlagalište otpada jama kod ušća Plitvice*

#### **Jama kod Poljanka (desno)**

Jama se nalazi u šumskom području NP „Plitvička Jezera“, oko 250 metara jugozapadno od sela Poljanak. Ima dva ulaza, a onaj glavni je zatrpan komunalnim otpadom. Na dubini od 5 metara je lažno dno od smeća, no niže od njega se jama nastavlja do oko 50 metara dubine, a dno je također zatrpano otpadom. Dimenzije ulaza su 1 x 1 m sa neutvrđenom dubinom. Onečišćenje je evidentirano 2019. godine.



*Slika 8.18: Nelegalno odlagalište otpada jama kod Poljanka*

#### **Jama Golubnjača**

Jama se nalazi u Nacionalnom parku Plitvička jezera, na cesti koja vodi od Homoljačkog polja prema selu Jasenova Korita. Na dnu jame je veći kosi sipar prekriven komunalnim otpadom i strvinama. Sipar se nastavlja u vertikalni skok od nekoliko metara koji je gotovo u potpunosti zatrpan desecima kubika svježeg otpada. Nakon vertikalnog skoka još oko 20 m<sup>3</sup> kubika otpada zatrpava veliku kosu dvoranu koja vodi u horizontalne dijelove objekta. Dimenzija ulaza u jamu je 7,0 x 5,0 m, dužine 170 m i dubine 63 m. Onečišćenje je evidentirano 2019. godine.





*Slika 8.19: Nelegalno odlagalište otpada jama Golubnjača*

**Napomena:** Informacije o nelegalnim odlagalištima otpada (jamama) su preuzete sa web stranice "Čisto podzemlje", autori teksta i fotografija su predstavnici volonterske inicijative Zagrebačkog speleološkog saveza.

### **Groblja**

Na teritoriji Republike Hrvatske u području sliva ima 38 registriranih lokacija sa grobljima (13 lokacija u općini Plitvička Jezera i 25 lokacija u općini Udbina). Najaktivnije je gradsko groblje u Korenici, dok je većina grobalja u ruralnim sredinama potpuno neaktivna ili sa minimalnim brojem ukopa na godišnjem nivou.



*Slika 8.20: Gradsko groblje u Korenici*

### **Vojni objekti (Aerodrom Željava i Udbina, i ostali vojni kompleksi)**

**Aerodrom "Željava"** izgrađen je 1968. godine kao veoma važan vojni strateški objekat u bivšoj Jugoslaviji. S obzirom da je smatran važnim strateškim objektom, javnosti u bivšoj državi nisu bili dostupni podaci o sadržajima na aerodromu i okolnim kasarnama i ostalim vojnim objektima. Stoga se do podataka o uređajima i uticaju uređaja na aerodroma na izvorište Klokot nije moglo doći na osnovu službene dokumentacije, već su informacije prikupljene od osoba koje su radile na aerodromu do izbijanja rata u Republici Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini. Prikupljene informacije se odnose na stanje i status aerodroma i pripadajućih objekata do 1992. godine, do kada su aerodromom upravljale jedinice bivše JNA. Izbijanjem ratnih aktivnosti procjenjuje se da je bivša vojska iznijela iz aerodroma svu značajnu opremu, dok je



sam aerodrom pri napuštanju bivše vojske miniran.

Najveći dio vitalnih sadržaja aerodroma bio ukopan u krečnjački masiv planine Plješevice. Na vanjskim površinama uz planinu izgrađene su samo poletno-slijetne i rulne staze, i jedan broj pratećih objekata manje značajnih logističkih sadržaja. Ukupno su izvedene dvije poletno-slijetne staze i tri poletne staze koje su direktno vezane sa ulazima u podzemni objekat "Klek". Podzemni objekat ima četiri ulaza, od kojih je ulaz broj 4 na teritoriji BiH, dok se preostala tri ulaza nalaze na teritoriji Republike Hrvatske.

Prilikom pregleda terena tokom mjeseca februara 2020. godine, izvršeni su obilasci aerodroma i napuštene kasarne u naselju Željava. Sva četiri ulaza u podzemni aerodrom su značajno oštećena. Državna granična služba RH svakodnevno patrolira područje pokrivajući sva četiri ulaza, dok Granična policija obilazi područje do četvrtog ulaza.



**Slika 8.21:** *Pristup ulazu 4 i unutrašnjost ulaza*

Prije rata, aerodrom je imao dovod električne energije, ali je imao i dva dizel agregata (DIT) velike snage sa vlastitim rezervoarima goriva. Snaga agregata nije poznata. Jedan DIT bio je postavljen uz ulaz 2, a drugi uz ulaz 3. Doprema dizel goriva za agregate vršena je cisternama do ulaza broj 3, gdje se vršilo pretakanje u rezervoare.

Kerozin za avione dopremao se cjevovodom od glavnog skladišta u naselju Pokoj kod Bihaća do istakališta kerozina kod tzv. "triangla" na aerodromu. Glavni spremnik za kerozin bio je lociran van planinskog masiva. Trasa transportnog cjevovoda nije poznata, tokom pregleda terena nije bilo moguće identificirati trasu niti revizionna okna zbog izrasle vegetacije. Prema ranije dostupnim informacijama u cjevovodima nema kerozina, jer je izvađen tokom rata 1992-95. godine.



**Slika 8.22:** *Revizionna okna na trasi cjevovoda za transport kerozina do aerodroma Željava (Arhivska fotografija iz 2003. godine)*

U podzemnom dijelu aerodroma, postojala je radionica u kojoj se vršio najviši stepen

održavanja aviona i avionskih motora uz upotrebu velikih količina maziva. Otpadna ulja i maziva pohranjivana su u burad za naftu. Osim maziva, za održavanje materijalnih sredstava korišten je alkohol i tečni azot. Pored toga, izviđačka eskadrila posjedovala je aero-foto opremu, a filmovi su se razvijali uz korištenje klasične opreme sa srebrnim bromidom, razrjeđivačima i drugim kemikalijama. Postupak zbrinjavanje ovog otpada nije poznat.

Od ostalih sadržaja, na aerodromu je postojala akumulatorska stanica, ali nije poznato koje su kemikalije korištene. U objektu je postojao lift koji je vodio do meteorološke stanice i tornja za kontrolu letenja.

Osim samog objekta aerodroma, u njegovom kompleksu nalazi se i kasarna "Željava" u kojoj je bilo smješteno oko 250 vojnika s tim da je rezervni kapacitet smještaja bio za dodatnih 1000 vojnika.

U sastavu kasarne su bili ostali prateći objekti, kao:

- restoran kapaciteta za opsluživanje do 1.500 vojnika,
- radionica za održavanje motorna vozila,
- benzinska pumpa sa 5 rezervoara čiji kapaciteti nisu poznati.
- kotlovnica na čvrsta i tečna goriva.

U periodu od 1990.-1991. godine u krugu kasarne je izgrađeno postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda "emšerska komora". Kapacitet i funkcionalnost postrojenja nisu poznati. Pristupni put i sama lokacija napuštene kasarne su obrasli u nisko i visoko raslinje. Ulazna kapija je zaključana sa upozorenjem zabrane kretanja.

Nakon rata, aerodrom "Željava" se ne koristi niti u vojne niti u civilne svrhe, jer je njegovo održavanje izuzetno skupo. Miniranjem podzemnog objekta prilikom napuštanja bivše vojske, aerodrom je veoma oštećen, uključujući i zaštitnu betonsku oblogu podzemnih tunela i objekata. Unutrašnja oštećenja objekta "Klek", do danas nisu detaljno istraživana.

I pored navedenog sadržaja ovog vojnog objekta nije poznato šta je sve od materijalno-tehničkih sredstava i opreme odneseno iz aerodroma prije njegovog miniranja, odnosno šta je od opreme, sredstava i otpada ostavljeno unutar planinskog masiva (ulja, maziva, radio aktivne tvari i ostale štetne materije).

**Aerodrom i vojarna u Udbini** je vojni objekat koji je aktivan. Vojarna ima internu kanalizacionu mrežu sa septičkom jamom koja se periodično prazni. Objekat posjeduje odobrenje u pogledu ispunjavanja vodopravnih uvjeta. Prostorni obuhvat aerodroma i vojarnje je oko 75 ha. Prostor je u potpunosti ograđen, unutar prostora nema spremnika za gorivo niti benzinske pumpe. Gorivo za redovne potrebe vojnog objekta se dovozi cisternom.



**Slika 8.23:** Prostorni obuhvat vojarnе i aerodroma Udbina

### **Minska polja**

Neočišćena minska polja u slivu izvorišta Klokot se nalaze u šumskim dijelovima područja općine Plitvička Jezera. Minirane površine su identificirane na ukupno 23 lokacije koje se nalaze u bazi podataka općine Plitvička Jezera.

Na području općine Udbina je bilo identificirano ukupno 6 lokacija sa minskim poljima koje su u zadnjem desetljeću potpuno očišćene.

### **Farme stoke**

Stočarska proizvodnja na području sliva je izražena naročito na području općine Udbina gdje je registrirano 14 farmi stoke. Na području općine Plitvička Jezera (Korenica) je registrirana samo jedna farma goveda.

Na farmama u slivu izvorišta Klokot u RH se ukupno uzgaja oko 1.050 grla krupne stoke i 7.400 grla sitne stoke.

Na ovim farmama nisu izgrađeni ili instalirani uređaji za prikupljanje oseke i prečišćavanje otpadnih voda. Stajnjak sa farmi se koristi kao organsko đubrivo u poljoprivrednoj proizvodnji, mada najveći dio stajnjaka ostaje na pašnjacima. Većina stoke se tokom zimskih mjeseci premješta na područja sa umjerenijom klimom.

U narednoj tabeli je dan prikaz farmi sa maksimalnim brojem grla stoke.

**Tabela 8.4:** Farme sa brojem stoke u slivu Klokota i Privilice na području RH

<b>Naziv farme</b>	<b>Lokacija</b>	<b>Broj i vrsta stoke</b>
Korenica	Korenica	50-60 goveda
Natura BIF	Udbina / Rebić	300 goveda
Plitvice BIF	Udbina / Rebić	400 goveda
OPG Gučanin	Udbina / Krbavsko polje	1.000 ovaca
Šolaja	Udbina / Jošani	300 ovaca
Bioplod-Lika	Udbina / Krbavsko polje	1.000 ovaca

OPG Ljubica Amić i OPG Paulina Amić	Udbina / Krbava	500 ovaca, 200 goveda i 100 konja
OPG Dejan Dragaš i OPG Saša Dragaš	Udbina / Bunić	1.500 ovaca
OPG Milan Knežević	Udbina / Bunić	500 ovaca
OPG Jovica Čortan	Udbina / Bunić	300 ovaca
OPG Vojvodić Dušan	Udbina / Grabušić	500 ovaca
OPG Delić Saša	Udbina / Grabušić	600 ovaca
OPG Bioplod	Udbina / Klačnjica	400 ovaca
OPG Škorić Stevo	Udbina / Frakašić	400 ovaca
OPG Čuprija Milan	Udbina / Frakašić	400 ovaca

Tokom godine broj navedenih grla stoke varira. Pored broja grla na registriranim farmama procjenjuje se da na ovom području ima još između 100 - 150 grla goveda, 300 - 400 ovaca i 100 - 200 svinja u individualnom vlasništvu stanovništva.

#### **Benzinske pumpe (BP)**

Na slivnom području izvorišta Klokot u RH nalazi se samo jedna komercijalna benzinska pumpa u općini Plitvička Jezera, odnosno u urbanoj zoni Korenice (BP "INA"). Gorivo se skladišti u podzemne spremnike koji su izolirani. Sanitarne otpadne vode se zbrinjavaju u propisno izgrađenu septičku jamu koja se periodično prazni. Prikupljanje i prečišćavanje oborinskih voda se vrši preko separatora ulja i masti. Objekat ima odobrenje za rad.

Pored navedene benzinske pumpe u slivnom području izvorišta Klokot u RH, odnosno u području općine Plitvička Jezera nalaze se još dvije interne benzinske pumpe sa manjim spremnicima goriva, međutim nema tačne evidencije o količinama goriva koje se ovdje skladišti na godišnjem nivou. To su BP Mukinje (za potrebe NP „Plitvička Jezera“) i BP firme "Knežević prijevoz" na Prijeboju.

Na području vrha Plješevice prema informacijama predstavnika općine Plitvička Jezera se nalaze spremnici za gorivo koji nisu u upotrebi a koristila ga je bivša jugoslovenska vojska. Spremište je kapaciteta 100 tona dizel goriva a koristilo se za potrebe obezbjeđenje električne energije za radarsku i meteorološku opremu, kao i za potrebe grijanja osoblja i za motorna vozila.

#### **Javne ustanove**

Na području općine Plitvička Jezera se nalazi nekoliko javnih ustanova kao Dom zdravlja Korenica koji građanima Korenice, Plitvičkih jezera i Udbine pruža usluge hitne pomoći, porodične i dentalne medicine. Kapaciteti Doma zdravlja su veoma mali i ograničeni. Pored Doma zdravlja na području Korenice sa nalazi jedna osnovna škola i jedna srednja škola sa ukupno 630 učenika. Ispuštanje otpadnih voda iz javnih ustanova se vrši u javni kanalizacioni sistem Korenice.

#### **Turistički kapaciteti u slivu Klokota u Republici Hrvatskoj**

Nacionalni park (NP) "Plitvička Jezera" – je najznačajniji turistički potencijal na slivnom području izvorišta Klokot u RH sa ukupnom površinom od oko 29,7 km<sup>2</sup>.

NP „ Plitvička Jezera“ u svojoj turističkoj ponudi ima nekoliko hotelskih objekata sa kapacitetom preko 400 soba. Otpadne vode sa područja nacionalnog parka se prikupljaju izgrađenom

kanalizacionom mrežom koja obuhvata područje od naselja Jezerce, Mukinje, Plitvice i Rastovaču. Otpadna voda se doprema do naselja Rastovača gdje se nalazi privremeno izgrađeno postrojenje za prečišćavanja otpadnih voda kapaciteta 2.000 ES. Potrebno je napomenuti, da u ljetnom periodu kada je najveći i najintenzivniji posjet turista NP „Plitvička Jezera“ na spomenuto postrojenje dolazi otpadna voda i za 2.500 ES.

Od turističkih naselja na slivnom području su najznačajniji motel “Borje” sa autokampom i autokamp Korana (naselje Čatrnja). Iz motela i autokampa Borje otpadne vode se prečišćavaju uređajem za prečišćavanje otpadnih voda (II stepen prečišćavanja), kapaciteta 460 ES koji je u funkciji. Otpadne vode iz autokampa Korana se prikupljaju u sabirnu jamu sa taložnikom. Održavanje i crpljenje otpadne vode redovno vrši komunalno preduzeće iz Rakovice. Pored navedenih unutar NP „Plitvička Jezera“ hotelski kapaciteti postoje i u naselju Ličko Petrovo selo (hotel Lyra) kao i u Korenici hotel Macola.

Jedan od najvećih potencijala u smislu turističkih kapaciteta predstavlja privatni smještaj apartmani i sobe koji naročito u posljednjim godinama doživljavaju svoju ekspanziju.

Prema podacima o broju noćenja na području općine Plitvička Jezera u 2019. godini zabilježeno je ukupno 445.247 noćenja, što u posljednjih 5 godina predstavlja porast za gotovo 50 %.

U narednoj tabeli su predstavljeni podaci o broju ostvarenih noćenja u hotelskim kapacitetima, autokampovima i privatnim apartmanima.

**Tabela 8.5:** Broj ostvarenih noćenja turista u periodu 2015. – 2019. godine

Godina	Privatni smještaj	Hotelski smještaj	Smještaj u kampu	Ukupno
2015.	121.799	161.854	16.910	300.563
2016.	156.476	156.853	16.837	330.166
2017.	211.725	176.443	23.526	411.694
2018.	228.565	179.280	24.976	432.821
2019.	243.681	178.411	23.155	445.247

U narednom periodu je planirano proširenje apartmanskih kapaciteta u privatnom vlasništvu, kao i izgradnja novog hotela u Korenici, što će u slučaju da se odvodnja i prečišćavanje otpadnih voda ne bude provodila prema postojećim propisima dodatno uticati na pogoršanje kvaliteta podzemnih i površinskih voda u slivnom području izvorišta Klokot.

Turistički kapaciteti i njihova daljnja ekspanzija na području općine Plitvička Jezera imaju i imati će u narednom periodu veliki uticaj na podzemne vode slivnog područja izvorišta Klokot.

### **Poljoprivredne aktivnosti**

Prema pokazateljima iz Prostornog plana Ličko-senjske županije iz 2002. godine koji je još aktuelan, poljoprivredne površine čine oko 50 % ukupnih površina (2.675 km<sup>2</sup>) županije. Od toga broja, oko 42 % su obradive površine (1.123 km<sup>2</sup>), a preostalih oko 58% su druge površine pretežno nepogodne za obradu (krški pašnjaci).

Na slivnom području izvorišta Klokot u RH tokom zadnjeg desetljeća intenzivna poljoprivredna proizvodnja je u znatnom padu, naročito u područjima Krbavskog i Koreničkog polja.

Intenzivnije poljoprivredne aktivnosti se provode samo u području Ličkog Petrovog Sela, gdje se već nekoliko godina vrši obrada poljoprivrednog zemljišta na površini od oko 100 ha. Na ovom području se uzgaja uglavnom kukuruz i krmno bilje. Kao đubrivo se uglavnom koristi stajnjak koji se dovozi iz drugih dijelova Ličko senjske županije, posebno sa farme u naselju Sadilovac. Podaci o vrsti i količini korištenja pesticida ili bilo kakvih drugih đubriva nisu poznati.

Navedene poljoprivredne površine se nalaze svega 8,5 km udaljenosti sjeverozapadno od izvorišta Klokot. Primjena bilo kakvih vrsta đubriva i pesticida u poljoprivredne svrhe u ovom području imaju neposredan / direktan uticaj na kvalitetu vode na izvorištu Klokot.

### **Eksploatacija šume**

Na području Republike Hrvatske eksploatacija šume odvija se u sklopu šumarskog poduzeća UŠP Gospić, koje je u sastavu u privrednog poduzeća "Hrvatske šume". Detaljniji opisi o gospodarenju i eksploataciji šuma su obrađeni u posebnom poglavlju.

### **Stalno naseljeno stanovništvo**

Na slivnom području izvorišta Klokot u RH živi oko 6.247 stanovnika. Područje općine Plitvička jezera (sa Korenicom) prema popisu stanovništva iz 2011. godine naseljava 4.373 stanovnika u 41 naselju, a područje općine Udbina naseljava 1.874 stanovnika.

### **Prikupljanje i prečišćavanje otpadnih voda stalno naseljenog stanovništva i turističkih kapaciteta**

Na području sliva izvorišta Klokot u Republici Hrvatskoj i općenito u Ličko-senjskoj županiji, prikupljanje i prečišćavanje otpadnih voda nije na zadovoljavajućem nivo i ispod je državnog prosjeka, što je posebno izraženo u općini Udbina.

Kanalizacioni sistem općine Udbina obuhvata samo dijelove užeg centralnog dijela grada i čini ga nekoliko manjih cjevovoda zanemarive dužine sa mješovitim sistemom odvodnje i sa direktnim ispuštanjem otpadne vode u krško podzemlje. Na ovaj kanalizacioni sistem je priključeno svega 21 domaćinstvo i 3 pravna lica. Stanovništvo za zbrinjavanje otpadnih voda koristi septičke jame koje ne zadovoljavaju uslove vodonepropusnosti. Od ukupno 303 septičke jame koliko ih je registrirano, tek oko 10 % je propisno izgrađeno.

Na području općine Plitvička Jezera je izgrađen kanalizacioni sistem dužine preko 12,5 km koji obuhvata naselja Jezerce, veći dio Mukinja, Plitvice i Rastovaču, čime je obuhvaćeno preko 50% stanovništva zajedno sa turističkim kapacitetima. Otpadna voda iz ovih naselja i turističkog kompleksa nacionalnog parka se doprema do "Privremenog montažno-demontažnog uređaja za prečišćavanje otpadne vode" kapaciteta 2.000 ES. Prema informacijama predstavnika NP „Plitvička Jezera“ u toku ljetnog perioda kada je najveći intenzitet turističkih posjeta spomenutih PPOV prečišćava otpadnu vodu i do 2.500 ES. Prečišćena otpadna voda se iz PPOV ispušta u prirodnu vrtaču "Rastovača" koja prema trasiranju podzemnih voda ima direktnu vezu sa izvorištem Klokot.

Instalirano postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda je tehnologije MBR (membranski reaktor), pušteno je u rad u novembru 2018. godine i u trenutno je funkciji kao privremeno rješenje. Trajno rješenje za dio aglomeracije (Plitvička Jezera 1) koji pokriva područje NP „Plitvička Jezera“ je planirano da se riješi novim kanalizacionim cjevovodom do naselja Čatrnja u kojem bi se trebao graditi i novo PPOV sa kapacitetom od 9.400 ES na lokaciji Čatrnja sa III stupnjem prečišćavanja otpadnih voda. Studijsko-projektna dokumentacija za projekat prikupljanja i prečišćavanja otpadnih voda sa ovog područja je završena i u narednim godinama se očekuje izgradnja ovog uređaja koji će se najvećim dijelom financirati sredstvima evropskih fondova.

Tehnološke karakteristike MBR uređaja za prečišćavanje otpadne vode su prikazane u narednoj tabeli.



**Tabela 8.6:** Pokazatelji dozvoljenih graničnih vrijednosti i mogućnost prečišćavanja instaliranog uređaja

Pokazatelj	Mjerna jedinica	Granična vrijednost	Mogućnost prečišćavanja
BPK <sub>5</sub>	mg O/l	25	< 2
KPK <sub>5</sub>	mg O/l	125	< 30
Ukupan N	mg N/l	10	< 10
Ukupan P	mg P/l	1	< 1
Suspendirane tvari	mg/l	60	< 2
Crijevni enterokoki	cfu/100 ml	400	0
Eschericha coli	cfu/100 ml	1000	0



**Slika.8.24:** Privremeno PPOV (tip MBR) i ispusna jama "Rastovača"

Postojeća kanalizacione mreže je mješovitog tipa dužine oko 2,5 km i uglavnom prikuplja otpadnu vodu, urbanog dijela naselja, na kojem je priključeno oko 530 domaćinstava. Otpadna voda se kanalizacionom mrežom i glavnim kolektorom dovodi do centralne septičke jame (podzemni višekomorni objekat). Nakon taloženja voda se iz višekomore septičke jame prelijeva u potok Matica koji završava u Koreničkom ponoru. Za ispuštanje vode iz višekomorne septičke jame u korito Matice vodovodno poduzeće Korenica ima odobrenje za ispuštanje. Trasiranjem podzemnih tokova sa lokacije Koreničkog ponora dokazana je direktna veza ovog ponora sa izvorištem Klokot.

Ostatak domaćinstava za zbrinjavanje otpadnih voda koristi individualne septičke jame. Prema procjenama vodovodnog poduzeća na području Korenice ima oko 840 septičkih jama od kojih je njih oko 70% nepropisno izgrađenih. jedan manji broj septičkih jama ima evidentiranu bazi podataka ovog poduzeća.

Prikupljanje i prečišćavanje otpadnih voda na drugom dijelu aglomeracije (Plitvička Jezera 2), odnosno područje naselja Korenica planirano je da se realizira u narednih nekoliko godina. Izrađena je studijsko-projektna dokumentacija za cijelo područje naselja Korenica. U narednom periodu za područje Korenice planirana je izgradnja kanalizacijske mreže i drugog postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda. Projektirani kapacitet PPOV je 4.850 ES. Za izgradnju određenih dionica kanalizacionog sustava u Korenici je već pribavljena većina odobrenja za neometano građenje.

### **Industrijski загаđивачи**

Na slivnom području izvorišta Klokot na teritoriji Republike Hrvatske nema značajnijih industrijskih poduzeća. Najznačajniji privredni i industrijski pogoni kao Likagraf - Korenica, Invaplast - Udbina, Sait - Udbina, Likaplast - Udbina, Prerada drveta - Korenica, Asfaltna baza

Rudanovac – Korenica, kao i niz manjih industrijskih poduzeća više ne radi.

Drvena industrija i prerada drveta na slivnom području izvorišta Klokot u RH u zadnjem desetljeću je u znatnom opadanju. Prerada drvene mase se vrši samo fabrici za proizvodnju peleta "Moderator" u općini Udbina. Pilana u Korenici više nije aktivna i trenutno se u njoj provodi stečajni postupak.

### **Razvojni planovi općina**

Najznačajnije aktivnosti koje se planiraju realizirati u slivnom području izvorišta Klokot se odnose na općinu Plitvička Jezera. Razvojnim planom općine Plitvička Jezera planirana je izgradnja poslovne zone u naselju Prijeboj prvenstveno za potrebe NP „Plitvička Jezera“ sa izgradnjom 16 novih zgrada (jedinствено skladište za potrebe NP sa objektima za servisne usluge (vešeraj, pekara, mesnica, uprava, uredski prostori, benzinska pumpa kao i drugi sadržaji). Nema informacija da li će ova poslovna zona biti priključena na postojeći kanalizacioni sistem i PPOV kojim upravlja NP „Plitvička Jezera“ ili će za ovu poslovnu zonu biti izgrađen poseban kanalizacioni sistem i priključen na novo postrojenje za prečišćavanje otpadne vode u naselju Čatrnja (dio aglomeracije Plitvička jezera 1). Pored poslovne zone u narednom periodu se očekuje i proširenje turističkih kapaciteta naročito privatnog smještaja.

Očekivati je da će realizacija razvojnog plana općine Plitvička Jezera i izgradnja poslovne zone na Prijeboju će imati znatnog uticaja na izvorište Klokot.

### **Prometnice u području**

Na području Republike Hrvatske nalazi se nekoliko državnih cesta, kojima se također odvija dosta intenzivan promet. Pored državne ceste 1 (D1) dionica Karlovac - Plitvička jezera - Korenica – Udbina slivno područje izvorišta Klokot presijecaju i druge državne ceste koje se ukrštaju sa državnom cestom D1.

U narednoj tabeli su prikazane sve prometnice koje se nalaze u slivu Klokota.

**Tabela 8.7:** Državne ceste RH u slivu Klokota

Oznaka	Dužina ceste u slivu	Pravac
D1	86,0 km	Karlovac - L. P. Selo - Prijeboj - Korenica - Udbina
D504	2,5 km	L. P. Selo - granični prijelaz sa BiH
D217	3,5 km	Rakovica - L. P. Selo - granični prijelaz Izačić (BiH)
D218 / D506	29,0 km	Korenica - Frkašić - Donji Lapac - Srb
D25	27,0 km	Korenica - Lički Osik
D52	23,5 km	Borje - Babin potok – Otočac
D42	13,5 km	Plitvice – Saborsko

Navedene prometnice su ceste sa slobodnom odvodnjom, bez ugrađenih separatora masti i ulja, te su značajan predmet interesa i pažnje u cilju zaštite izvorišta Klokot. Ovim cestama se između ostalog odvija promet cisterni za transport goriva i drugih opasnih i štetnih materija. Na navedenim državnim cestama ne postoje oznake (prometni znaci) kojima se upozorava da se promet odvija kroz zaštićeno područje izvorišta Klokot.

Promet na ovim cestama predstavlja stalni potencijalni izvor zagađenja, koji se može javiti na izvorištima u slučaju ekscenog prevrtanja cisterni i procurivanja zagađujućih materija u podzemne vode. Pored toga, na nepropusnim površinama prometnica se nakupljaju različite zagađujuće materije, koje se za vrijeme padavina ispiraju sa asfaltnih površina, odakle većim dijelom dospijevaju do podzemnih voda.



## 8.5 PROCJENA TERETA ZAGAĐENJA U SLIVNOM PODRUČJU IZVORIŠTA KLOKOT

Procjena tereta zagađenja u slivu izvorišta Klokot je sačinjena na osnovu prikupljenih podataka o zagađivačima u slivu i jediničnih zagađenja po ekvivalentnom stanovniku (ES),

Pregled procjene tereta zagađenja za najveće zagađivače u slivu izvorišta Klokot je prikazan u Tabeli 8.8.

**Tabela 8.8.:** Procjena tereta zagađenja koji se generiše u slivu izvorišta Klokot

Zagađivač	Jedinica mjere	Količina	Jedinični teret (ES)	Ukupan teret (ES)	
<b>Bosna i Hercegovina</b>				<b>(12.885,00)</b>	
Kamenolom u Željavi /Baljevac 1	ha	0,4	500	C	
Kamenolom Baljevac 2	ha	0,1	500	50	
Kamenolom Baljevac 3	ha	0,6	500	300	
Kameneolom/pozajmište Zavalje	ha	1,6	500	800	
Kamenolom Međudražje	ha	4,6	500	2.300	
Deponija Vučjak	ha	8,0	870	6.960	
Deponija Mali Baljevac	t	17,5	2,5	44	
Deponija "Bezdan" Međudražje	t	10,5	2,5	26	
Granični prelaz Izačić	ES	283	1	283	
Stalno naseljeno stanovništvo	stanovnik	510	1	510	
Eksploatacija šume	km <sup>2</sup>	40,4	30	1212	
Prometnice (br.vozila/dan)	vozila	do 500	0,8	400	
<b>Republika Hrvatska</b>				<b>(28.187,00)</b>	
Kamenolom Prijeboj	ha	2,2	500	1.100	
Šljunčara Frkašić	ha	10,3	500	5.150	
Deponija Vrpile / Kalebovac	ha	3,34	870	2.906	
Divlje deponije (jame u kršu)	t	54	2,5	135	
Farme stoke	Krupna stoka	grlo	1.050	0,83	871
	Sitna stoka	grlo	7.400	0,08	592
Stalno naseljeno stanovništvo	stanovnik	6.247	1	6.247	
Poljoprivreda (obrađena tla)	ha	100	4,5	450	
Turistički kapaciteti NP "Plitvička jezera" i privatna ponuda	turisti	1.220	0,08	98	
	zaposleni	90	0,42	38	
Eksploatacija šume	km <sup>2</sup>	220	30	6.600	
Prometnice (državna cesta D1)		do 5.000	0,8	4.000	
<b>Ukupno (BiH i RH):</b>				<b>41.072,00</b>	

## 9 VEGETACIONE KARAKTERISTIKE SLIVA

Slivno područje izvorišta Klokot manjim dijelom se nalazi na prostorima Bosne i Hercegovine (svega 9,51 % ukupne površine slivnog područja, odnosno 90,5 km<sup>2</sup>), dok je veći dio slivnog područja na području Republike Hrvatske (90,49 %, odnosno 861,0 km<sup>2</sup>).

Vegetacioni pokrivač cjelokupnog slivnog područja čine značajne površine kraških pašnjaka koji su naročito izraženi na slivnom području u RH, zatim obrađive i neobrađive poljoprivredne površine (livade, voćnjaci i dr.), te najznačajnije površine - šumski ekosistemi koji čine glavnu determinantu stabilnosti prihranjivanja izvorišta Klokot pitkom vodom.

### 9.1 ANALIZA STANJA ŠUMA I ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA U SLIVU IZVORIŠTA KLOKOT

Šumska područja u cjelokupnom slivnom području izvorišta Klokot obuhvaćaju površinu od ukupno 51.833,2 ha (BiH i RH), što predstavlja 54,46 % ukupne površine sliva.

Ukupna masa šumskog ekosistema u slivu izvorišta se procjenjuje na oko 9,75 miliona m<sup>3</sup> drvene mase sa prosjekom zalihe od 188 m<sup>3</sup>/ha.

**Tabela 9.1** Pregled gazdovanja šumama sa zalihami drvene mase i površinama u slivu

Šumski ekosistemi	Gazdovanje	Prosječne zalihe		Površina (ha)	Zastupljenost šuma u slivu (%)
		MIL (m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> /ha)		
Bosna i Hercegovina	ŠPD Unsko-sanske šume	1,115	199,6	5.589	5,87
Republika Hrvatska	Hrvatske šume d.o.o.	5,737	186,8	30.714	32,27
	Šume NP Plitvička jezera	2,900		15.530	16,32
<b>Ukupno:</b>		<b>9,753</b>	<b>188,1</b>	<b>51.833</b>	<b>54,46</b>

U nastavku teksta su detaljnije predstavljene šumski ekosistemi sliva u BiH i RH.

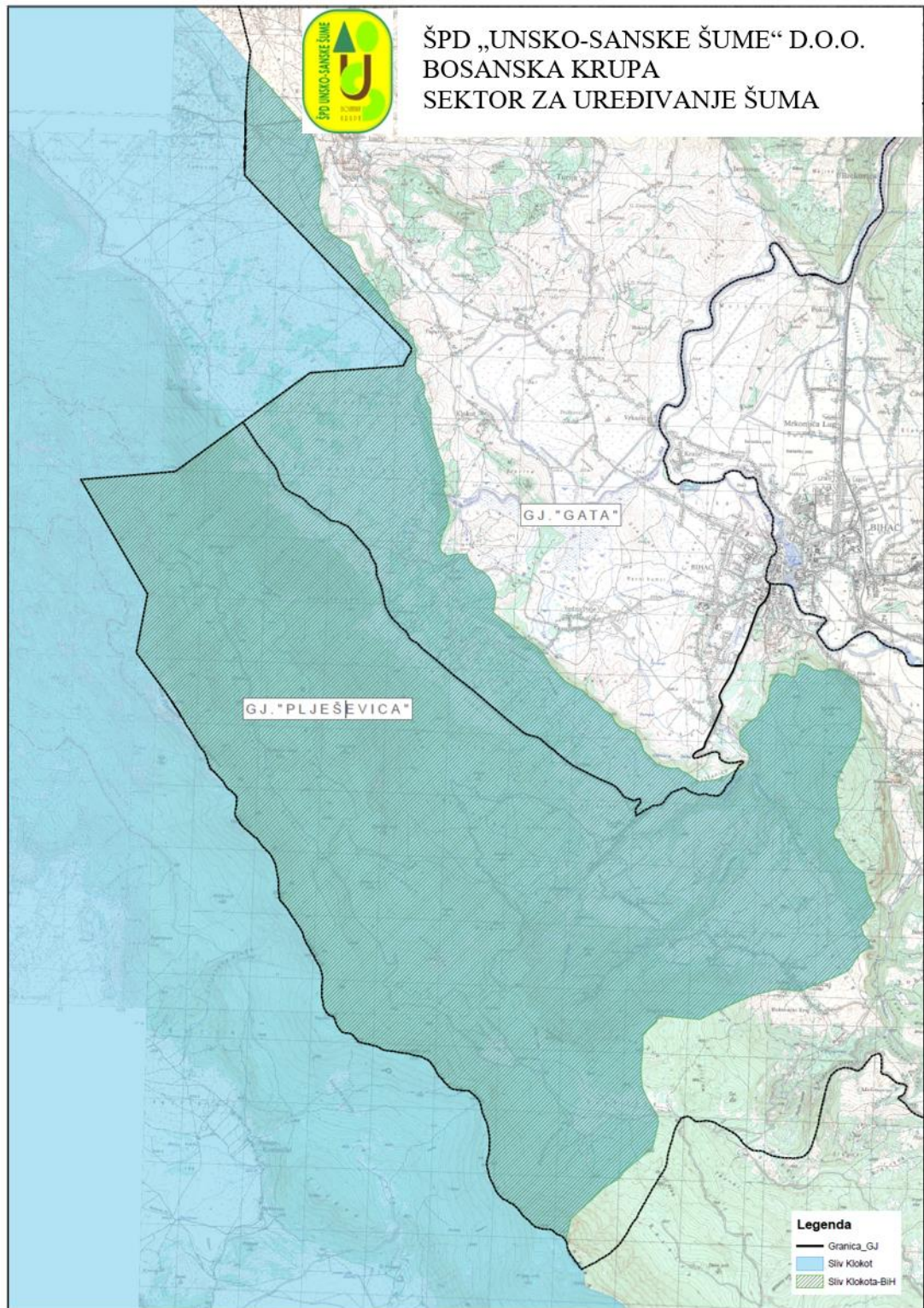
### 9.2 ŠUME I ŠUMSKA ZEMLJIŠTA U BOSNI I HERCEGOVINI

Šumskim bogatstvom na području Unsko sanskog kantona (BiH) upravlja Šumsko privredno društvo ŠPD "Unsko-sanske šume".

U slivnom području izvorišta Klokot u BiH, šumski ekosistem zauzima prostor od 5.589,20 ha što je oko 5,9 % ukupne površine slivnog područja. Slivno područje obuhvata dijelove gospodarskih jedinica GJ Plješevica sa površinom od 5.506,8 ha i GJ Gata sa površinom od 82,4 ha.

GJ Plješevica svojom površinom obuhvata znatno veći dio površine sliva (98,5 %), međutim, GJ Gata se dosta razlikuje prema kategoriji šumskih vrsta i zalihami. Na osnovu podatka o zalihami drvene mase po gospodarskim jedinicama, prosječne zalihe GJ Plješevica iznose 217,50 m<sup>3</sup>/ha, dok za GJ Gata samo 57,30 m<sup>3</sup>/ha.

Prema kategorijama šume, na površini od 5.159,70 ha se nalaze visoke šume, šumske kulture i izdanačke šume. Šibnjaci, goleti i neproduktivne šume se nalaze na površini od 298,50 ha, a ostatak od 131,00 ha su površine ostalog šumskog zemljišta.



**Slika 9.1** Prikaz površine šumskog ekosistema u slivu izvorišta Klokot u BiH

Prema podacima iz 2019. godine, ukupne zalihe drvene mase u slivnom području se procjenjuju na količinu od 1.115.599,50 m<sup>3</sup>. Osnovni podaci o šumskim površinama, kategorijama i zalihama drvene mase za obje gospodarske jedinice prikazani su u narednoj tabeli.

**Tabela 9.2** Pregled kategorija šume, površina i mase zaliha GJ Plješevica i GJ Gata

Kategorija šume	Šifra	Ukupna površina	Zalihe drvene mase	
		(ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	∑ (m <sup>3</sup> )
Visoke šume sa prirod. obnovom	1000	3.589,50	275,17	987.718,50
Šumske kulture	3000	396,00	54,06	21.406,20
Izdanačke šume	4000	1.174,20	90,68	106.474,80
		<b>5.159,70</b>		
Šibnjaci, goleti	5000	289,40		
Neproduktivne šume	6000	9,10		
Ostalo šumsko zemljište	7000	131,00		
<b>Ukupno:</b>	<b>Šifra</b>	<b>5.589,20</b>		<b>1.115.599,50</b>

Unutar šumskog prostora se nalaze nesigurna područja sa minskim poljima koja zauzimaju površinu od 1.118,70 ha. Na ovim nesigurnim područjima se ne provode aktivnosti na eksploataciji šume.

Sječa šume se vrši na površini od 4.041 ha, godišnji prosjek sječe (2009. – 2019.) u području sliva je 9.300,10 m<sup>3</sup>. Prema prosjeku prirasta šumskog bogatstva koji iznosi 5,49 m<sup>3</sup>/ha, sječa šume obuhvata 41,87 % količine godišnjeg prirasta, odnosno 2,3 m<sup>3</sup>/ha, što omogućava dugoročnije racionalno gospodarenje šumama.

U šumskom ekosistemu ovog dijela sliva naročito je izražen prirodni prirast šume, i obuhvata oko 99 % šumskih površina, dok se pošumljavanjem uzgaja oko 1 % šumskih površina. Osnovni podaci o zalihama, odnosu sječe i prirasta šumskog ekosistema su prikazani u narednoj tabeli.

**Tabela 9.3** Prikaz površina, zaliha, prirasta i sječe drvene mase u slivu BiH (2009.-2019.)

Šumske površine	Ukupna zaliha drvene mase		Godišnji prirast		Godišnja sječa		Sječa u odnosu na prirast
	(ha)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> )	
4.041,00	1.115.600	276,00	22.211	5,49	9.300	2,3	41,87

Unaprjeđenju šumskog ekosistema svakako doprinosi činjenica da je u zadnjih 15 godina prisutna progresivna sukcesija šumske vegetacije na ovom dijelu sliva, odnosno prisutno je prirodno širenje šume na ranije kultiviranim površinama čime je značajno evidentan porast drvene mase i zaliha.

U gospodarstvenom prostoru ŠPD "Unsko-sanske šume" na području sliva se nalazi oko 131 ha šumom neobraslih površina, livada, pašnjaka i goleti. Ovi prostori daju mogućnost, pored progresivne sukcesije šumske vegetacije, i progresiju vegetacije vještačkim povećanjem prirasta šumskog ekosistema dodatnim pošumljavanjem.

Erozivni procesi na ovom dijelu šumskog ekosistema nisu izraženi zahvaljujući planskoj sječi šume i održavanju šumskih puteva. Postoje određene štete nastale uslijed vremenskih nepriklona koje se manifestiraju lomovima i izvalama stabala, nakon čega se ista uklanjaju prema planu sanitarne sječe.



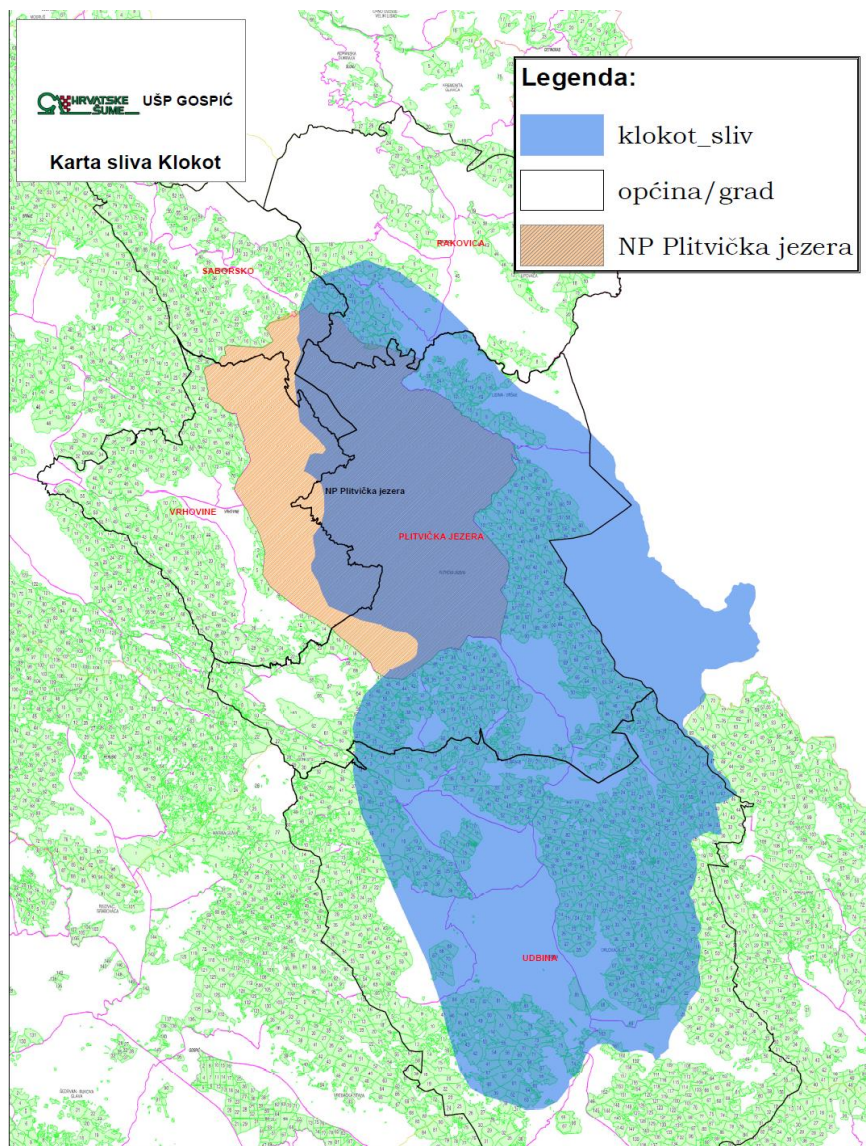
U narednom periodu unutar šumskog ekosistema u slivu, osim planske sječe nije planirana izgradnja novih šumskih puteva niti druge infrastrukture do 2021. godine kada će se izraditi nova Šumsko-gospodarstvena osnova za šume Unsko-sanskog kantona.

Općenito, u odnosu na stanje iz 2004. godine, evidentno je znatno unaprjeđenje šumskog ekosistema u slivu izvorišta. Ovakvo stanje je dijelom proizišlo iz prethodnih Odluka grada Bihaća o zaštiti izvorišta Klokot i strogim ograničenjima sječe šume u zaštićenim područjima.

### 9.3 ŠUME I ŠUMSKA ZEMLJIŠTA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Šumskim bogatstvom na slivnom području izvorišta Klokot u Republici Hrvatskoj upravlja privredno društvo "Hrvatske šume" d.o.o. Zagreb (osim dijela šuma u nacionalnom parku kojim upravlja NP „Plitvička jezera“). Gospodarenje šumama je podijeljeno na više Uprava šuma – podružnica, tako UŠP Gospić gospodari šumama na području općina Plitvička jezera i Udbina, dok manjim dijelovima šumskog prostora na slivnom području izvorišta Klokot u općini Rakovica upravlja UŠP Karlovac, a u općini Saborsko šumama upravlja UŠP Ogulin.

Područje šumskog ekosistema i teritorijalna pripadnost šumskih ekosistema je prikazana na slijedećoj slici.



Slika 9.2 Prikaz šumskog ekosistema u slivu izvorišta Klokot u Republici Hrvatskoj

Ukupna površina šumskog ekosistema na području sliva izvorišta Klokot u Republici Hrvatskoj iznosi 46.244 ha. Sve šumske površine su sistematizirane na gospodarske, zaštitne i šume posebne namjene. Podaci o gospodarenju i površinama šuma su prikazani u narednoj tabeli.

**Tabela 9.4** Prikaz površina šumskog ekosistema u slivu izvorišta Klokot u RH

Uprava šuma - podružnica	Područje	Površina (ha)
UŠP Gospić	Općina Plitvička Jezera	12.512,0
	Općina Udbina	16.372,0
UŠP Karlovac	Južni dio općine Rakovice	1.420,0
UŠP Saborsko	Jugo-istočni dio općine Saborsko	410,0
NP Plitvička jezera	Središnji i istočni dio NP	15.530,0
<b>Ukupno (ha):</b>		<b>46.244,0</b>

Ukupna masa šumskog ekosistema u slivu na teritoriji Republike Hrvatske se procjenjuje na oko 8,6 miliona m<sup>3</sup> zaliha drvene mase (uključujući šume NP „Plitvička jezera“), sa prosjekom zalihe od 185,7 m<sup>3</sup>/ha.

Na području pokrivenom šumama od 30.714 ha kojim gospodari privredno društvo Hrvatske šume (ne uključuje šume NP „Plitvička jezera“) ukupna masa šumskog ekosistema se procjenjuje na 5,74 miliona m<sup>3</sup>. Godišnje se sječe 81.645 m<sup>3</sup> drvene mase, od čega je oko 4,5 % sanitarne i 95,5 % redove siječe.

Kao i na dijelu slivnog područja u BiH, u šumskom ekosistemu prevladavaju visoke šume sa prirodnom obnovom sa znatnim učešćem izdanačkih šuma. Pored toga izražen je prirodni prirast šume koji čini gotovo 97 %, dok na pošumljavanja otpada oko 3 % prirasta. Prema desetogodišnjem prosjeku prirasta šumskog bogatstva, sječa šume obuhvata 70,2 % količine godišnjeg prirasta. Osnovni podaci o zalihama, prirastu i sječi su prikazani u narednoj tabeli.

**Tabela 9.5** Prikaz površina, zaliha, prirasta i sječe drvene mase u slivu RH (2009.-2019.)

Šumske površine	Ukupna zaliha drvene mase		Godišnji prirast		Godišnja sječa		Sječa u odnosu na prirast
	(ha)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> )	
30.894	5.737.668	185,72	116.282	3,78	81.645	2,66	70,3

Pored navedenog, unaprjeđenju šumskog ekosistema doprinosi i činjenica da je u zadnjih deset i više godina prisutna progresivna sukcesija šumske vegetacije (prirodno širenje šume na ranije kultiviranim površinama) čime je evidentan značajan porast drvene mase i zaliha.

U gospodarstvenom obuhvatu Hrvatskih šuma nalazi se još oko 4.500 ha šumom neobraslih površina, livada i pašnjaka, mozaično raspoređenih po šumskom kompleksu. Ovi prostori kako je već prethodno navedeno, daju mogućnost za povećanje prirasta šumskog ekosistema pošumljavanjem.

Pored prirodnog prirasta šuma, unaprjeđenju šumskog ekosistema svakako doprinose i šumske površine sa posebnim namjenama kao što su šume NP „Plitvička jezera“ čija se površina u slivu rasprostire na oko 15.530 ha, sa procjenom zaliha od oko 2,9 miliona m<sup>3</sup> drvene mase. U skladu sa međunarodnim standardima sječa šume na području NP „Plitvička jezera“ se ne vrši i ista je prepuštena prirodnim procesima obnavljanja.

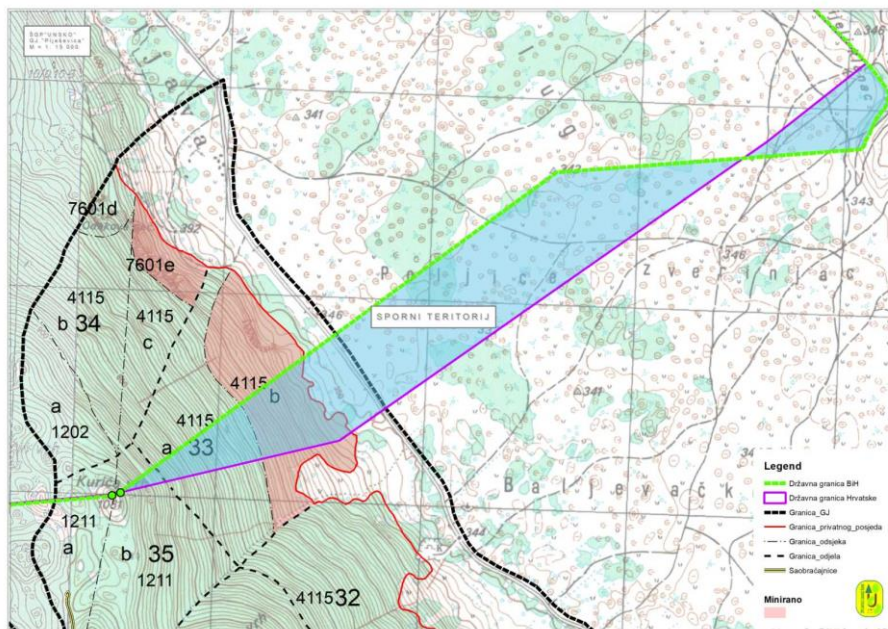
Erozivni procesi na ovom dijelu šumskog ekosistema također nisu izraženi zahvaljujući planskim aktivnostima sječe šume i održavanju šumskih puteva. Eventualno nastale štete

(prelomi, izvale i dr.) se periodično saniraju.

U periodu od 2010. - 2020. godine izgrađeno je ukupno 94 km šumskih puteva. U narednom periodu do 2026. godine unutar šumskog ekosistema je planirana izgradnja novih šumskih puteva u ukupnoj dužini od oko 35 km. Realizacija drugih infrastrukturnih projekata nije planirana do 2026. godine kada će se izraditi nova Šumsko-gospodarstvena osnova.

#### 9.4 SJEČA ŠUME DUŽ GRANICE BIH I RH

Izuzetak planske sječe na teritoriji RH je svakako sječa šume izvršena od strane privrednog društva „Hrvatske šume“ u pograničnom području sa BiH sa namjenom uspostave zone za kontrolu i sprječavanje nelegalnih ulazaka migranta sa područja BiH u RH. Radovi na sječi su izvršeni tokom mjeseca maja i juna 2020. godine na području planine Plješivice, iznad Baljevca i vojnog aerodroma Željava. Sječa je utoliko sporna, jer je dio sječe izvršen u gospodarskoj jedinici (GJ) Plješivica u Bosni i Hercegovini, tačnije na potezu aerodrom Željava – Kurića vrh, kako je prikazano na slijedećoj slici.



**Slika 9.3** Pregledna karta spornog teritorija kojem se provodi sječa šume (izvor: Udruženje Udruženja inženjera i tehničara šumarstva FBiH)

Prema dostupnim informacijama planirana je sječe na prosijecanju koridora dužine oko 8 kilometara i širine 100 metara (80 ha), međutim stanjem na terenu se može utvrditi da su površine posječene šume znatno veće, te se procjenjuju na površinu od oko 150 ha.





**Slika 9.4** Sječa šume na planini Plješevici

Pored gore navedenoga, ono što dodatno zabrinjava je sječa u području prašume Plješevica. Prašuma se nalazi na teritoriji obje države i rasprostire se na površini od oko 500 ha. Prašume su posebna vrijednost šume i šumskog ekosistema, koje u svijetu uživaju najveći stepen zaštite u odnosu na druge ekosisteme.

Prema međunarodnoj klasifikaciji zaštite prirode (International Union for Conservation of Nature (IUCN)), čiji su potpisnici BiH i RH, prašume su u prvoj kategoriji zaštite (Ia i Ib) što podrazumijeva:

- **Ia** - Strogo zaštićena područja u svrhu znanstvenih istraživanja;
- **Ib** - Strogo zaštićena područja divljine.

Navedeni primjer sječe šume se može okarakterizirati kao vrlo grubo kršenje Europskih direktiva zaštite prirode i međunarodnih okolišnih standarda od strane nadležnih institucija Republike Hrvatske.

Prethodno opisana sječa šume na koridoru Plješevice će u svakom slučaju izazvati promjene i poremećaje u biološkoj ravnoteži (stabilnosti) šumskog ekosistema na ovom lokalitetu, što će za posljedicu imati izražene negativne utjecaje biotskih i abiotskih faktora u vidu vjetro i snjegoizvala i preloma, zatim poremećaja dijela općeg stanja šume, pojavu erozivnih procesa i dr., što će se na kraju odraziti i na kvalitativno kvantitativne karakteristike vode na izvorištu Klokot.

## 9.5 ZAKLJUČAK

Gledano u cjelini, sa izuzetkom sječe šume na pograničnom koridoru Plješevice, ostvareno je znatno unaprjeđenje šumskog ekosistema u slivnom području u odnosu na 2004. godinu kada je izrađen projekt zaštite izvorišta Klokot i Privilica. Unaprjeđenje je naročito izraženo u razvoju visokih šuma sa prirodnom obnovom, porastom prirodnog prirasta šume i uvećanjem zaliha drvne mase u šumama.

Pored evidentnog napretka šumskih ekosistema na slivnom području izvorišta Klokot u obje države u periodu od 2004. – 2019. godine, i neplaniranog prosijecanja koridora, potencijal staništa daje izuzetne uvjete za dodatno unaprjeđenje i poboljšanje kvaliteta šuma.

U cilju unaprjeđenja i održanja stabilnosti šumskog ekosistema slivnog područja i opskrbe vodom izvorišta Klokot, kao glavne preporuke su svakako:

- onemogućiti bilo kakav oblik daljnjeg smanjenje površina sa šumskim pokrivačem;
- provoditi mjere zaštite šumskog ekosistema, naročito za zaštićena područja (prašume i šume posebne namjene);
- planski provoditi sječu šume koja je u skladu sa normama sječe prema prirodnom i vještačkom prirastu šumskog ekosistema;
- omogućiti proširenje šumskih površina sa uspostavljanjem kvalitetnijeg pokrivača, bilo direktnom konverzijom (sječom postojećih niskih šuma i unošenjem četinarskih vrsta drveća) ili postepenim prevođenjem niskih šuma u viši uzgojni oblik, i
- planirati pošumljavanje u cilju stvaranja bolje strukture pokrivenosti slivnog područja, sa autohtonim vrstama drveća, sukladno zaštiti biotopa i vraćanju vrijednosti prostora krajolika, kao i iskorištenju potencijala staništa
- zaustaviti sječu šume duž granice RH i BiH, kao i intenzivnu izgradnju šumskih puteva, inače će ove aktivnosti dovesti do značajnog pogoršanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda u slivnom području izvorišta Klokot.

## 10 ZNAČAJKE EROZIJSKIH PROCESA U SLIVU IZVORIŠTA KLOKOT

Općenito, posljedica djelovanja erozijskih procesa u slivu jeste produkcija nanosa, koji nastaje podrivanjem bujica i spiranjem tla, uz njegovo premještanje u riječne tokove i ponore sa posljedicama na njihovo zatrpavanje, eutrofikaciju i na kraju, transportirani nanos dolazi do podzemne vode, gdje dolazi do taloženja i odlaganja dijela nanosa u sustavu krških provodnika što za posljedicu ima zamućenje podzemnih voda.

Najveći dio sliva izvorišta Klokot izgrađuju karbonatne stijene, koje su većim dijelom obrasle vegetacijom (šume, krški pašnjaci i livade), a s druge strane neki manji dijelovi sliva su potpuno goli na kojima je proces erozije završen. Na osnovi toga se erozijski procesi u slivu Klokota mogu opisati kao slabi.

U osvrtu na raniju obradu iz 2004. godine, navedena je procijenjena ukupna godišnja produkcija nanosa na slivu, uz važnu napomenu da se – s obzirom na krške značajke i poniranje vode u podzemlje – samo dio nanosa taloži u sustavu podzemnih pukotina.

Vučenoga nanosa u području izvora Klokot praktički nema, a rezultati erozijskih procesa na utjecajnome slivu Klokota očituju se kao lebdeći (raspršeni) nanos ili suspendirane i koloidne čestice, odnosno kao povremena zamućivanja vode na njegovom izvoru. Zamućivanja na izvoru Klokota mjerena su po pojedinim danima u razdoblju od 27. 3. 2006. do 21. 5. 2020. godine, a provedeno je ukupno 514 mjerenja. Važno je napomenuti, da u proteklih skoro 15 godina intenzitet uzorkovanja na izvorištu Klokot nije bio na zadovoljavajućoj razini. Analiza kvaliteta vode provodila se 2 puta u prosjeku što je nedovoljno za vodovodni sustav, koji vodom snabdijeva oko 50.000 stanovnika grada Bihaća.

Podaci mjerenja mutnoće **M**, uz usvojenu granicu mutnoće od 1,0 NTU, zajedno s odgovarajućim protocima vode **Q**, prikazani su u tablici 12.1. Razmatrano je 106 izmjerenih podataka iznad granice mutnoće **M** = 1,0 NTU.

**Tabela 10.1:** Pregled mjerenja mutnoće Klokota u profilu Klokot (27. 3. 2006.-21. 5. 2020.)

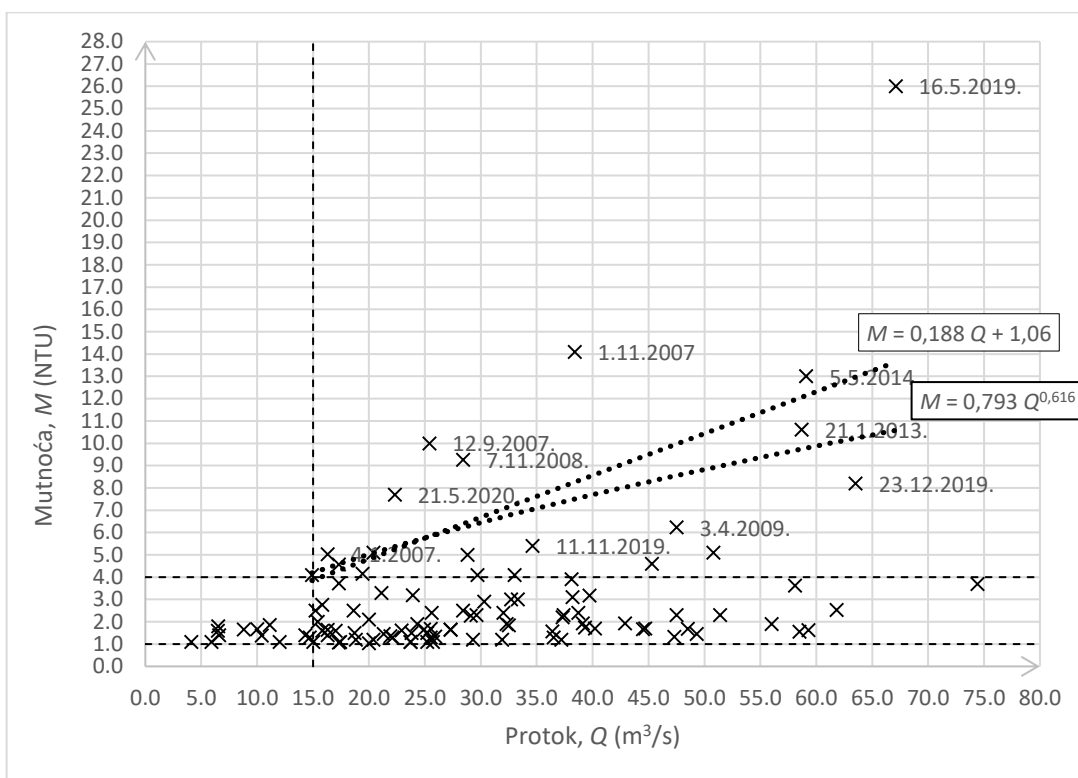
Datum	Q (m <sup>3</sup> /s)	Mutnoća M (NTU)	Datum	Q (m <sup>3</sup> /s)	Mutnoća M (NTU)	Datum	Q (m <sup>3</sup> /s)	Mutnoća M (NTU)
(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
27.3.2006.	32,5	1,84	3.12.2012.	25,5	1,68	6.9.2017.	6,6	1,4
29.3.2006.	39,3	1,74	7.12.2012.	24,9	1,66	8.9.2017.	5,9	1,1
20.4.2006.	39,7	3,18	17.12.2012.	48,5	1,69	12.9.2017.	20,4	5,1
6.6.2006.	28,4	2,5	21.1.2013.	58,7	10,6	14.9.2017.	15,2	2,5
4.1.2007.	16,3	5,03	4.2.2013.	27,3	1,65	18.9.2017.	23,9	3,2
8.1.2007.	14,7	1,3	1.4.2013.	61,8	2,54	22.9.2017.	18,7	1,5
8.6.2007.	11,1	1,86	11.11.2013.	39,1	1,93	7.11.2017.	33,0	4,1
12.9.2007.	25,4	10,0	15.11.2013.	27,3	1,66	10.11.2017.	21,1	3,3
17.9.2007.	8,8	1,66	26.11.2013.	44,5	1,67	27.11.2017.	23,7	1,1
23.10.2007.	19,4	4,16	10.2.2014.	36,4	1,57	1.12.2017.	47,5	2,3
29.10.2007.	21,9	1,36	24.2.2014.	37,3	2,2	4.12.2017.	25,2	1,5
1.11.2007.	38,4	14,1	28.4.2014.	36,5	1,3	13.12.2017.	50,8	5,1
5.11.2007.	20,0	1,04	5.5.2014.	59,1	13,0	19.12.2017.	40,2	1,7
9.1.2008.	29,1	2,28	7.5.2014.	38,2	3,1	19.3.2018.	74,4	3,7
25.3.2008.	59,3	1,63	9.5.2014.	29,6	2,3	26.3.2018.	29,3	1,2

26.3.2008.	49,3	1,46	19.5.2014.	44,7	1,7	7.5.2018.	20	2,1
7.11.2008.	28,4	9,26	1.8.2014.	28,8	5,0	18.6.2018.	15,4	2,0
11.11.2008.	18,6	2,5	15.9.2014.	56	1,9	25.6.2018.	12	1,1
5.12.2008.	37,4	2,31	27.10.2014.	32	2,4	2.7.2018.	17	1,6
22.12.2008.	42,9	1,93	26.1.2015.	23,7	1,1	30.7.2018.	6,5	1,8
3.4.2009.	47,5	6,23	2.2.2015.	31,9	1,2	6.5.2019.	25,7	1,1
6.4.2009.	47,3	1,33	23.2.2015.	33,3	3,0	16.5.2019.	67,1	26,0
28.12.2009.	58,1	3,63	28.9.2015.	16,3	1,4	20.5.2019.	24,3	1,9
18.5.2010.	38,1	3,91	12.10.2015.	45,3	4,6	27.5.2019.	15	1,1
1.6.2010.	22,9	1,62	19.10.2015.	32,3	1,9	3.6.2019.	25,2	1,1
28.6.2010.	14,3	1,4	11.1.2016.	29,7	4,1	28.10.2019.	4,1	1,1
21.9.2010.	17,3	4,57	22.2.2016.	30,3	2,9	4.11.2019.	15,8	1,6
21.9.2010.	17,3	3,72	2.3.2016.	37,2	1,2	11.11.2019.	34,6	5,4
24.9.2010.	10	1,67	21.3.2016.	18,8	1,2	18.11.2019.	51,4	2,3
4.10.2010.	10,4	1,39	9.5.2016.	20,4	1,2	9.12.2019.	25,5	1,3
27.10.2010.	15,8	2,76	9.11.2016.	32,7	3,0	16.12.2019.	23,8	1,5
7.12.2010.	58,5	1,56	14.11.2016.	25,6	2,4	23.12.2019.	63,5	8,2
20.12.2011.	21,3	1,45	6.3.2017.	38,7	2,4	30.12.2019.	22,1	1,3
5.3.2012.	17,3	1,07	12.4.2017.	17,4	1,1	27.4.2020.	6,48	1,6
16.4.2012.	16,3	1,65	4.9.2017.	14,9	4,1	21.5.2020.	22,3	7,7
21.5.2012.	25,9	1,34						

Na slici 10.1, ucrtane su granice mutnoće 1,0 NTU i 4,0 NTU za 106 izmjerenih podataka iznad granice  $M = 1,0$  NTU i 20 podataka iznad granice  $M = 4,0$  NTU.

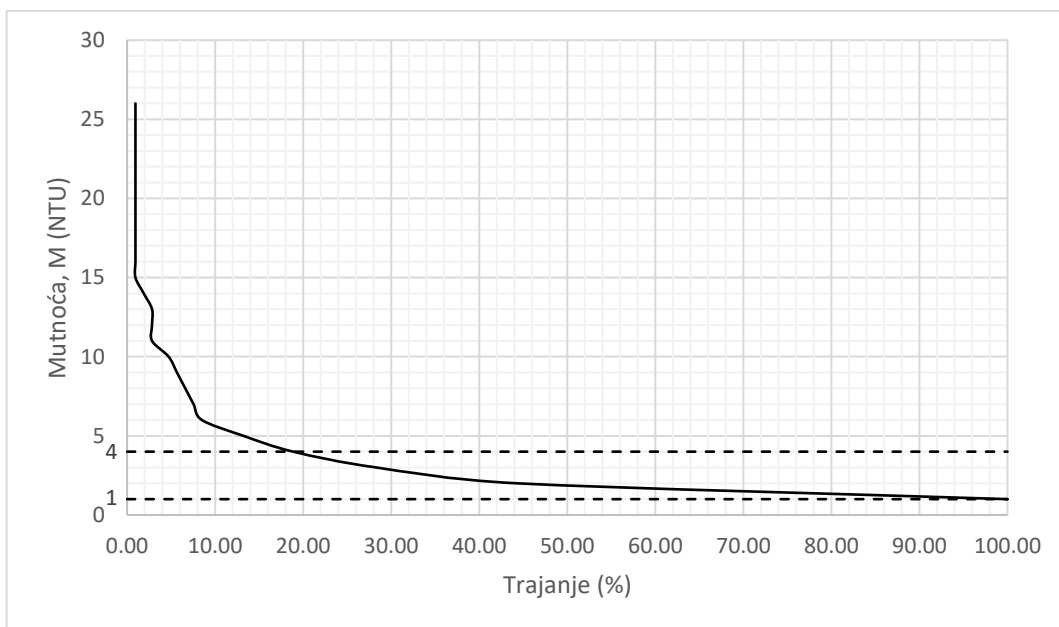
Analize kvaliteta vode na izvorištu Klokot su pokazale da je povećanje parametra mutnoće iznad maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK) evidentirano u najvećoj mjeri u proljeće (kombinacija kiša i otapanja snijega) i u jesen (dugotrajne kiše većega intenziteta).

U razmatranome razdoblju (27. 3. 2006. - 21. 5. 2019. godine) do zamućenja vode Klokota iznad  $M = 2,0$  NTU ne dolazi sve dok protok Klokota ne prijeđe veličinu od  $Q = 15,0$  m<sup>3</sup>/s. Međutim kod protoka većih od 15,0 m<sup>3</sup>/s postoji opasnost prekoračenja granice od  $M = 4,0$  NTU. Primjerice 4. 1. 2007. godine već kod protoka  $Q = 16,0$  m<sup>3</sup>/s zabilježena je mutnoća  $M = 5,03$  NTU, a 21. 5. 2020. godine, kod protoka  $Q = 25,0$  m<sup>3</sup>/s, zabilježena je mutnoća  $M = 10,0$  NTU. Za vrijeme pojavljivanja velike vode 16. 5. 2019. godine kod protoka  $Q = 67,1$  m<sup>3</sup>/s zamućenje je doseglo maksimalnu vrijednost:  $M_{max} = 26$  NTU.



**Slika 10.2:** Mjerenja mutnoće vode  $M > 1,0$  NTU na izvorištu Klokota u ovisnosti od protoka  $Q$

Na slici 10.3 prikazane su mutnoće vode izmjerene na izvorištu Klokot u razdoblju (27. 3. 2006. - 21. 5. 2020. godine) iznad  $M = 1,0$  NTU poredane po veličini.



**Slika 10.3** Vrijednosti mutnoće vode izvora Klokota  $M > 1,0$  NTU u razdoblju (27.3.2006.-21.5.2020. godine) poredane po veličini

Na osnovi podataka iz tablice 10.1 definirane su linearna i nelinearna zakonitosti veza između protoka  $Q$  i mutnoće  $M$ , najprije s usvojenom granicom mutnoće od 4,0 NTU (broj parova vrijednosti  $n = 20$ ), a potom s granicom mutnoće od 1,0 NTU ( $n = 106$ ). Dobiveni su sljedeći izrazi:

$$M = 0,188 Q + 1,06 \quad n = 20; \quad r = 0,60$$

$$M = 0,793 Q^{0,616} \quad n = 20; \quad r = 0,58$$

$$M = 0,0845 Q + 0,493 \quad n = 106; \quad r = 0,39$$

$$M = 0,5463 Q^{0,4377} \quad n = 106; \quad r = 0,38$$

Na slici 10.1 prikazani su pravac i krivulja za  $n_1 = 20$  razmatranih slučajeva, kada je mutnoća  $M > 4,0$  NTU. Za te se slučajeve, na osnovi veličina korelacijskih koeficijenata  $r$ , zaključuje da su korelacijske veze slabe – prema uobičajenom kriteriju da je razmatrana korelacijska veza slaba, ako je:  $|0,75| > r > |0,50|$ . Međutim, zbog velikih rasipavanja ulaznih proračunskih podataka oko pravca, odnosno krivulje, ni jedan od izvedenih izraza nije pogodan za zaključivanja o mutnoći  $M$  na osnovi veličina protoka  $Q$ .

Za slučajeve kada je mutnoća  $M > 1,0$  NTU, korelacijske veze, definirane na osnovi 106 parova vrijednosti ( $Q, M$ ) –  $n_2 = 106$  tek su naznačene pa izvedene zakonitosti veza nisu pogodne za daljnju primjenu.

Iz mjerenja provedenih u razdoblju od nepunih 15 godina vidljivo je da do izvora Klokot dolazi određena količina lebdećega nanosa (suspendiranih i koloidnih čestica) koji, ovisno od veličine protoka vode, relativno često uzrokuje zamućenja iznad maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK). U razdoblju mjerenja (27. 3. 2006. - 21. 5. 2020. godine) je ustanovljeno da je mutnoća vode na izvorištu Klokot od ukupno 514 uzorkovanja 106 puta premašila granicu od 1,0 NTU (22%), a 20 puta granicu od 4,0 NTU (4%). Od toga u zadnje tri i pol godine (1. 1. 2017. - 21. 5. 2020. godine) granica od 1,0 NTU premašena je 36 puta, a granica od 4,0 NTU čak 8 puta što ukazuje na trend pogoršanja kvaliteta vode na izvorištu Klokot u posljednjih nekoliko godina. Prema tome u smislu produkcije lebdećega (suspendiranog) nanosa prilike na slivu se pogoršavaju. Pogoršanja mogu biti posljedica prirodnih procesa poput utjecaja klime na učestalost i količinu oborina u slivu ili antropogenih faktora poput deforestacije i promjene korištenja pojedinih područja u slivu itd. Bez obzira na uzrok, pojavljivanje zamućenja na izvorima u kršu Dinarida se na slivnim područjima teško može kontrolirati.

U pogledu pronosa i količina lebdećega i vučenog nanosa vrlo slične prilike su ustanovljene i na sličnim velikim slivovima dinarskoga krša kod kojih voda na izvore najvećim dijelom dolazi podzemnim putem.

Takve se pojave ne mogu spriječiti odgovarajućim zahvatima u slivnom području. U pukotinskim sustavima u kršu, koji su djelomično ispunjeni nanosom dimenzija gline ili sitnozrnim nanosom dimenzija gline, redovito dolazi do iznošenja i/ili taloženja nanosa, ovisno o hidrološkim prilikama. Kada su brzine tečenja veće nanos se prenosi do mjesta gdje se smanjenjem brzina taloži, a zatim u nekim drugim uvjetima tečenja ponovno pokrene, te dođe do njegovoga ispiranja.

Zbog vrlo česte pojave zamućivanja u odnosu na broj uzoraka, koja značajno remeti redovitu opskrbu pitkom vodom, potrebno je predložiti odgovarajuće mjere unapređenja kvalitete vode na samome zahvatu na izvorištu Klokot. Kod zamućene vode koloidne (lebdeće) čestice obuhvaćaju bakterije, kao i brojne druge anorganski i organski onečišćivače, te na taj način sprječavaju da se spomenute bakterije uklone iz vode putem dezinfekcije klorom.

Iz tog razloga vrlo često u posljednjih 15 godina, u razdobljima značajnoga povećanja mutnoće u vodi koja se dijeli korisnicima usluga, predstavnici JP "Vodovod" Bihać putem sredstava javnoga oglašavanja svojim korisnicima usluga savjetuju prokuhavanje vode prije njene upotrebe u domaćinstvu.

Potrebno je dodati da predstavnici ZJZ USK, na osnovi evidentiranja, navode da su rezultati analiza kvaliteta sirove vode na izvorištu Klokot i analize kvaliteta sirove vode na izvorištu Zdena, s kojega se snabdijeva općina Sanski Most, podjednaki u pogledu mutnoće, odnosno

njezinoga pojavljivanja, učestalosti i vrijednosti u odnosu na oborine i zabilježene protoke. Međutim, na izvorištu Zdena u Sanskom Mostu izgrađeno je postrojenje za prečišćavanje pitke vode prvenstveno sa ciljem reguliranja vrijednosti mutnoće i mikrobiološkoga opterećenja sirove vode.

Shodno svemu navedenom u narednom razdoblju na izvorištu Klokot potrebno je uspostaviti redovni i neprekidani monitoring kvalitete vode, te prema njegovim rezultatima definirati ključne ulazne parametre za odabiranje tehnologije (metode taloženja, filtracije, dezinfekcije i sl.) prečišćavanja pitke vode na budućem postrojenju.



## 11 KARTE RANJIVOSTI I RIZIKA OD ONEČIŠĆENJA

Karta ranjivosti i Karta rizika od onečišćenja koje su izrađene u okviru Projekta rezultat su digitalnog modeliranja temeljenog na prikupljenim relevantnim podacima u području sliva Klokota u R. Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini. Nisu korištene za definiranje sanitarnih zona zaštite izvora Klokot. Ipak, ovo poglavlje je pripravljeno u okviru ove studije jer konzultant smatra da su informacije korisne za cjelokupno upravljanje slivnim područjem.

Pri izradi je korištena Esri ArcGIS Desktop programska oprema uz ekstenzije 3D Analyst i Spatial Analyst. Priprema potrebnih slojeva, digitalizacija i atributizacija vektorskih podataka izvršena je prema standardu i potrebama koje proizlaze prema odabranoj metodi modeliranja ranjivosti i rizika od onečišćenja u slivu izvora Klokot.

### 11.1 PRIPREMA SLOJEVA

Ulazni podaci za prostorno modeliranje organizirani su u formi GIS baze podataka. Određeno je područje sliva izvora Klokot, površine 951,49 km<sup>2</sup>, za koji su pripravljene slijedeći tematski podaci:

1. Hidrogeološke jedinica
  2. Korištenje zemljišta
  3. Digitalni model terena
  4. Hidrografska mreža
  5. Geomorfološki objekti
  6. Prosječne oborine
  7. Potencijalni onečišćivači
1. Poligoni hidrogeoloških jedinica izrađeni su digitalizacijom Osnovne geološke karte RH M 1:100 000 i dopunjeni su terenskim rekognosciranjem i hidrogeološkom obradom. Poligonima su pridodani atributi poroznost i propusnost.
  2. Prostorni podaci korištenja zemljišta u formi poligona izrađeni su interpretacijom višekanalnih satelitskih snimaka LANDSAT ETM rezolucije 25m. Nomenklatura interpretacije vektorskog poligonskog sloja definirana je po CORINE programu i sadrži 44 klase koje su grupirane u tri razine. Osnovna, prva razina sadrži pet kategorija: umjetne površine (urbane zone), poljoprivredne površine, šume i polu-prirodna područja, vodene površine i vodena tijela, a druga i treća razina razrađene su prema navedenom standardu.
  3. Digitalni model terena izrađen je temeljem topografskih karata 1:25 000. Korištenjem digitaliziranih visinskih elemenata navedenih karata izrađen je raster rezolucije 20 m s vrijednostima apsolutne visine u svojim ćelijama.
  4. Hidrografska mreža sastoji se iz dva sloja. Digitalizirana je iz topografskih karata 1:25 000 i sadrži rijeke, potoke i jaruge u formi linija, te vode stajačice (jezera) i velike rijeke u formi poligona.
  5. Geomorfološki objekti su prikazani u formi točke i digitalizirani su prema topografskim kartama 1:25 000 ili generirani temeljem koordinata. Razvrstani su prema tipu u ponore, jame i špilje i sadrže relevantne atributne podatke. Uz navedene objekte, a u svrhu procjene propusnosti naslaga korištene su lokacije vrtača. Izrađena je karta njihove gustoće koja ukazuje na povećanu okršenost, tj. povećanu propusnost područja.
  6. Karta prosječnih oborina digitalizirana je prema „Karti prosječnih padalina u razdoblju 1930-1960“ bivšeg Saveznog meteorološkog zavoda SFRJ. Izohijete padalina čine granice poligona u rasponu od 1250-1750 mm godišnjeg prosjeka.
  7. Potencijalni onečišćivači u slivu Klokota su prikupljeni terenskim obilaskom, a obrađeni su u tri prostorna sloja podataka. U formi točke prikazani su objekti i manje površine (kamenolomi, groblja, divlja odlagališta otpada, farme itd), linijski prometnice, a kao poligoni veća područja (područja bez odvodnje, poljoprivredna područja, aerodromi, minska polja, ...) Potencijalni onečišćivači su kategorizirani su i težinski određeni prema „Hazards Analysis and Mapping“ – COST Action 620 (D. De Ketelaere, H. Hötzl, C. Neukum, M. Civity and G. Sappa).

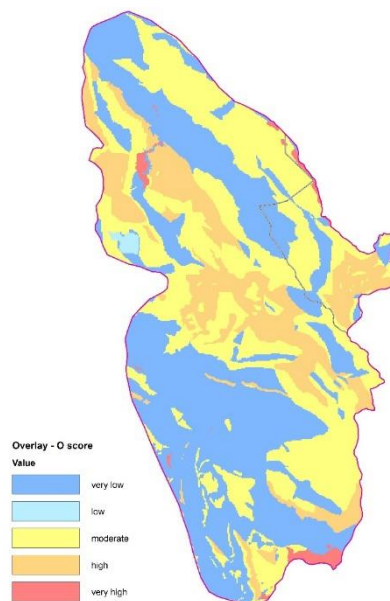
## 11.2 DIGITALNO PROSTORNO MODELIRANJE

### 11.2.1 Ranjivost od onečišćenja

Karta ranjivosti od onečišćenja izrađena je prema COP metodi (J. Ma Vias, B. Andreo, M.J. Perles, F. Carrasco, I. Vadillo and P. Jimenez). Metoda koristi tri osnovna faktora: C (flow concentration) – koncentraciju toka, O (overlying layers) – pokrivač vodonosnika i P (precipitation) oborine.

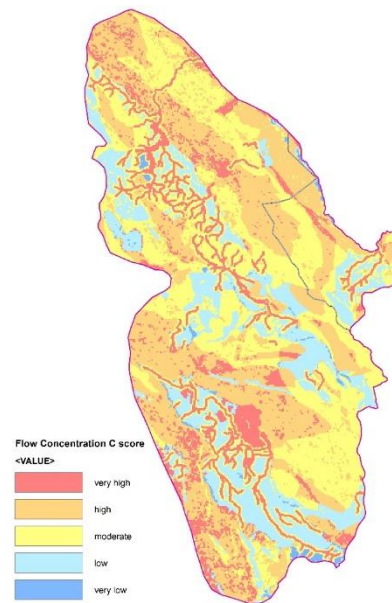
Pripremljeni podaci u vektorskoj formi (hidrogeološke jedinice, korištenje zemljišta, reljef, hidrografija, ponori i oborine) obrađeni su i prostornim preklapanjima dopunjeni potrebnim atributima i klasificirani. Prema numeričkim vrijednostima parametara vektorski su slojevi konvertirani u raster format s rezolucijom ćelija (cell) 100 m. Map algebrom (raster calculator) kombinacijom rastera dobiven je rezultat Karta opasnosti od onečišćenja

**O faktor** – predstavlja zaštitni faktor u smislu onečišćenja vodonosnika. Pri izradi rastera O korišteni su klasificirani podaci prema litologiji, propusnosti i pokrivaču (tlo) (Slika 13.1). Raspon vrijednosti ćelija rastera kreće se od 1 – 15 (1 – vrlo mali, 2 – mali, 2-4 srednji, 4-8 veliki, 8-15 vrlo veliki).



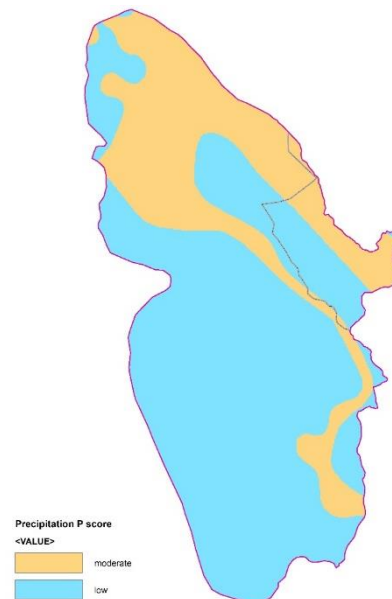
**Slika 11.1** O (overlying layers) – zaštitni pokrivač vodonosnika

**C faktor** – predstavlja redukcijski faktor zaštite i ovisan je o udaljenosti od koncentriranih tokova (rijeke, ponori), nagibu terena (reljef) i vegetaciji (land use). Kod određivanja C faktora rađeno je prema dva scenarija i to: a.) u području do 100 i 250 m od koncentriranih tokova, prema nagibu (<8%, 8-31%, 31-76%, >76%) i pripadajućoj vegetaciji dao je faktore od 1 – 0.75 i b.) u ostalom području (krš) prema krškim karakteristikama i obrnuto proporcionalnim faktorima ovisnim o nagibu i vegetaciji (0.75 – 1) (Slika 13.2).



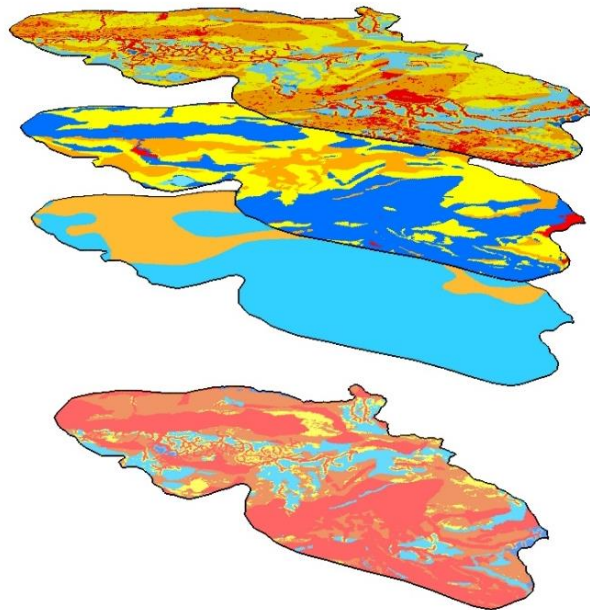
**Slika 11.2** C faktor - (flow concentration) – koncentracija toka

**P faktor** - predstavlja redukcijski faktor zaštite i ovisan je o količini i intenzitetu oborina. Ćelijama rastera izračunate su vrijednosti prema karti oborina i to za <1250 – 0.8, 1250-1750 – 0.7 i >1750 mm – 0.8. (Slika 13.3)

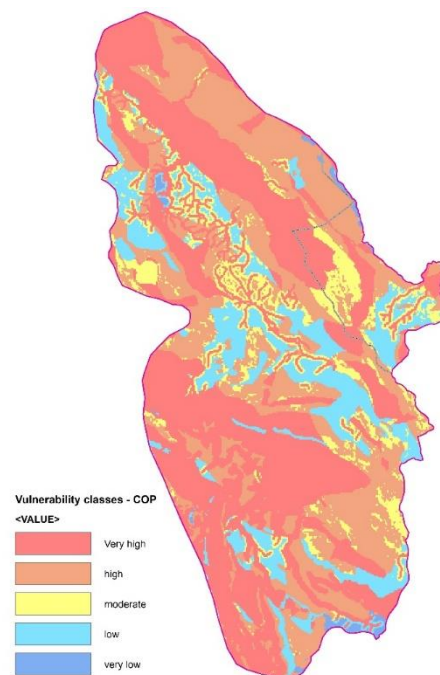


**Slika 11.3** P faktor (precipitation) količina i intenzitet oborina

Konačni račun množenje rastera C\*O\*P (Slika 13.4) dao je rezultat raster s vrijednostima ćelija od 0 – 15, koje reklasificirane u pet klasa prikazuju vrlo veliku (0-0.5), veliku (0.5-1) srednju (1-2) malu (2-4) i vrlo malu opasnost od onečišćenja (4-15). (Slika 13.5)



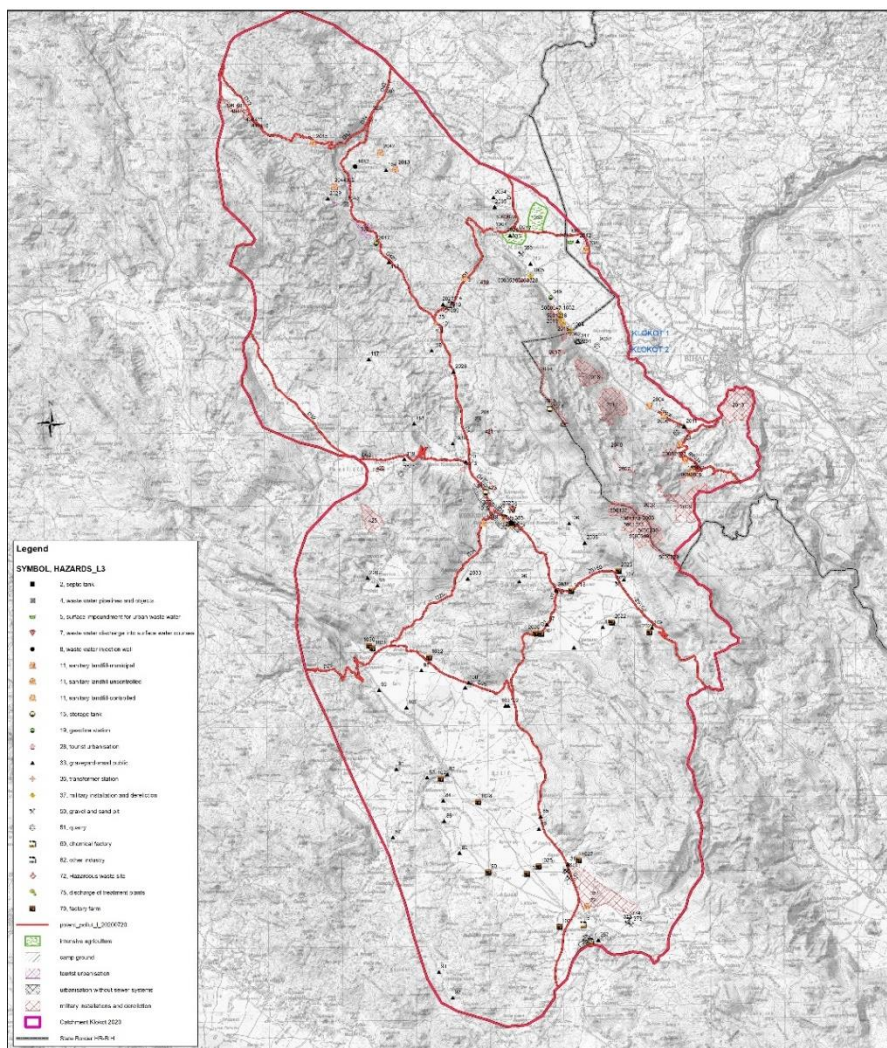
**Slika 11.4** Množenje rastera C\*O\*P



**Slika 11.5** Klasificirana ranjivost od onečišćenja

### 11.2.2 Potencijalni onečišćivači

Vektorski slojevi podataka o potencijalnim onečišćivačima razvrstani su prema vrsti prikaza (točka, linija, poligon) i klasificirani prema tipu u pripadajuće slojeve (kamenolomi, benzinske postaje, groblja, minska polja, ceste ...). Svaki je potencijalni onečišćivač određen s težinskom vrijednosti (H), ranking faktorom ( $Q_n$ ) i redukcijским faktorom  $R_f$ . Upotrebom navedenih parametara izračunat je hazard indeks (HI) za svaki onečišćivač prema formuli:  $HI = H \cdot Q_n \cdot R_f$ . Izrađeni prostorni slojevi prikazani na slici 11.6.



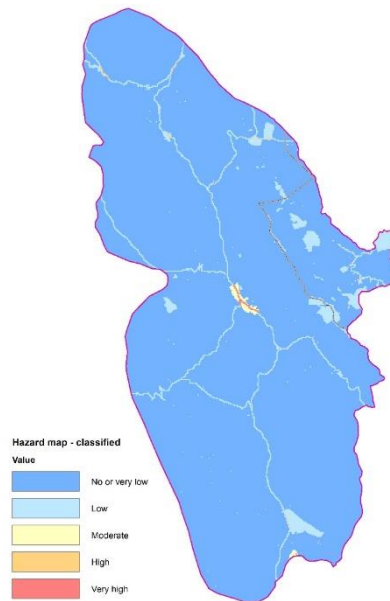
**Slika 11.6** Potencijalni onečišćivači

Vektorski su slojevi potom konvertirani u rastery (3 rastera) s veličinom ćelije 100\*100 m i vrijednostima ćelije prema hazard indeksu. Rasteri su zbrojeni i dobiven je raster sa sumarnom vrijednost ćelija. Navedeni raster je potom reklasificiran u 5 klasa prema hazard indeksu i to:

Hazard index	Hazard class	Hazard level
0-24	1	No or very low
24-48	2	Low
48-72	3	Moderate
72-96	4	High
>96	5	Very high



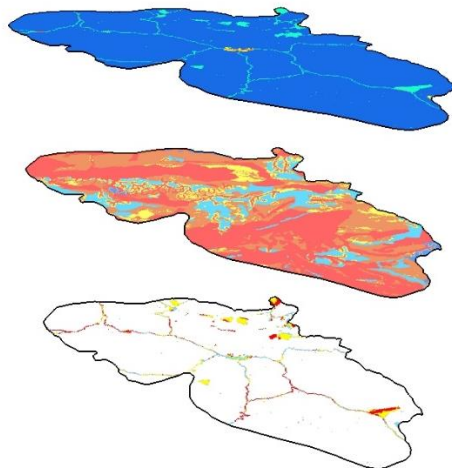
Rezultat je klasificirani hazard indeks raster (Slika 11.7)



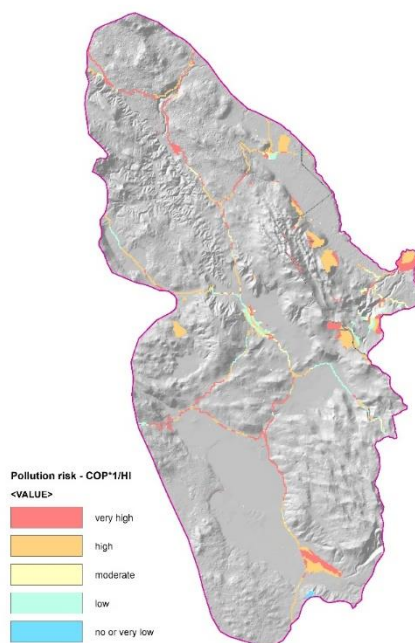
**Slika 11.7** Klasificirani hazard – raster

### Karta rizika

Kombinacijom rastera s klasama određenim prema stupnju ranjivosti od onečišćenja i rastera opasnosti, tj. rastera klasificiranog hazarda (Slika 13.8), a upotrebom raster kalkulatora i formule  $COP\text{-}raster * 1/HI$  raster dobiven je raster rizika od onečišćenja s vrijednostima ćelija koje reklasificirane daju veličinu rizika (Slika 11.9)



**Slika 11.8** Kombinacija rastera opasnosti od onečišćenja i klasificirane ranjivosti



**Slika 11.9** Raster klasificiran prema riziku od onečišćenja

### 11.3 ZAKLJUČAK

Karte ranjivosti i rizika od onečišćenja krškog vodonosnika vrlo su korisne kod sagledavanja prirodne i antropogene opasnosti od zagađenja izvorišta u krškom području. Ukazuju na kritična mjesta koja sigurno treba izbjegavati kod planiranja korištenja prostora. Nisu korištene u definiranju zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot, ali vjerujemo da će poslužiti u provedbi razvoja područja u slivu. Premještanje potencijalnih onečišćivača iz vrlo rizičnih područja, određenih ovim modelima, i/ili planiranje nekih aktivnosti izvan istih, može omogućiti aktivnosti i život gotovo bez restriktivnih ograničenja u području zona sanitarne zaštite.



## 12 PRIJEDLOG MJERA ZA OSIGURAVANJE KVALITETA VODE

### 12.1 OPĆENITO

Izvori Klokot i Privilica su potrebni su snabdijevanje pitkom vodom općine Bihać. Razvoj zona sanitarne zaštite je važan za zaštitu podzemnih voda koje se uzimaju sa izvora Klokot. Međutim, iskustvo je pokazalo da su se uspostavljene zone sanitarne zaštite u krškom području pokazale neučinkovitim u omogućavanju trajnog jamstva distribucije vode u skladu sa zahtjevima/ograničenjima u vezi sa mutnoćom ili bakterijama. Iz tog razloga, Konsultant je razvio sljedeći sveobuhvatni pristup za rješavanje ovog problema:

- S jedne strane, podzemna voda u slivu treba biti zaštićena od onečišćenja suvremenim mjerama da osiguraju najbolje moguću upotrebu vode na Klokotu
- S druge strane, voda koja se koristi za piće se treba tretirati s učinkovitim sistemom pročišćavanja

Prema tome, glavni fokus je na sljedećem:

- Definirati mjere koje se direktno odnose na ublažavanje/uklanjanje zagađivača navedenih u Poglavlju 8, vidi poglavlje 12.2.
- Razviti opći pristup za dugoročno planiranje (npr. u obliku Master plana) u različitim poljima za rješavanje problema kontaminacije. Vidi poglavlje 12.3.
- Razviti mjere za kontrolu opasnosti po krškim vodama (poput nesreća, otpada itd.). Vidi poglavlje 12.4.
- Uspostaviti system monitoringa podzemnih voda radi kontrole performansi i osiguranja održivosti mjera. Vidi poglavlje 12.5.
- Uspostaviti adekvatan tretman prečišćavanja pitke vode izvorišta Klokot. Vidi poglavlje 12.6.

#### **Granice učinkovitosti zona sanitarne zaštite u krškim područjima**

Opće je poznato i prihvaćeno da su karstni akviferi (kraški vodonosnici) veoma osjetljivi na onečišćivače bilo koje vrste zbog slabe moći samoprečišćavanja infiltracijske zone, malog disperzijskog učinka i razrjeđivanja onečišćivača povezanih sa protokom, i obično zbog kratkog vremena zadržavanja vode. Procesi samopročišćavanja unutar akvifera su ograničeni.

Prema tome, u karstnom (krškom) području, zone zaštite u velikom i vrlo reaktivnom krškom okolišu ne jamče distribuciju vode čije karakteristike zadovoljavaju ograničenja kvaliteta vode namjenjene za ljudsku upotrebu zbog povišene mutnoće i pojave bakterija.

Zone sanitarne zaštite su iz tog razloga namijenjene zaštititi vodnim slivovima i područjima u blizini njih, a ne cijelom zahvaćenom području. Zone zaštite nisu jedina zdravstvena barijera između prikupljene vode i potrošača, shodno tome je nemoguće "očekivati sve" od zona sanitarne zaštite.

## 12.2 PREDLOŽENE MJERE UNAPRIJEĐENJA ZA IDENTIFIKACIJU ZAGAĐIVAČA

U narednoj tabeli su predložene mjere za ublažavanje/uklanjanje zagađivača, koje se mogu započeti u vrlo kratkom roku. Pored toga u njoj su također navedene i srednjoročne / dugoročne mjere koje je potrebno planirati i provoditi u okviru cjelokupnog pristupa zaštite u cijeloj regiji.

### Federacija Bosne i Hercegovine

Zagađivač sa ID	Zona	Kategorija važnosti	Prijedlog mjera unaprijeđenja	Procjena troškova (€)
<b>Kamenolomi</b>				
Željava/Baljevac (347) Baljevac 2 (2001) Baljevac 3 (2002) Zavalje (2005)	II	3 3 2 3	<b>Kratkoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Blokiranje pristupnih puteva do kamenoloma radi sprječavanja nekontroliranog dovoza i odlaganja otpada;</li> <li>Postavljanje tabli upozorenja (zabrane pristupa i odlaganja otpada);</li> <li>Integracija zagađivača u sistem praćenja kvalitete podzemnih voda;</li> <li>Uspostava inspekcijskog nadzora.</li> </ul>	30,000 €
			<b>Srednjoročne/dugoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Profesionalno zatvaranje mjesta na temelju projektnog dizajna. Pažnja: Za postavljanje kamenoloma Baljevac 3, koji se nalazi iznad izvora vode Klokot, predložene mjere trebaju se provoditi prve i uskoro.</li> </ul> <p>Trenutno za ovu mjere je moguća samo gruba procjena troškova.</p>	(0.7 Mio. €)
Međudražje (2007) (dio kamenoloma koji se ne koristi)	III	2	<b>Kratkoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Blokiranje pristupnog puta do dijela kamenoloma koji se ne koristi radi sprječavanja nekontroliranog dovoza i odlaganja otpada;</li> <li>Postavljanje tabli upozorenja (zabrane pristupa i odlaganja otpada) na dijelu kamenoloma koji se ne koristi;</li> <li>Integracija zagađivača u sistem praćenja kvalitete podzemnih voda;</li> <li>Uspostava inspekcijskog nadzora.</li> </ul>	30,000 €
			<b>Srednjoročne/dugoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Profesionalno zatvaranje mjesta na temelju projektnog dizajna</li> </ul> <p>Trenutno za ovu mjere je moguća samo gruba procjena troškova.</p>	(0.1 Mio. €)

Deponije				
Deponije Vučjak (2006)	II	2	<b>Kratkoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blokiranje pristupnog puta do deponije;</li> <li>• Postavljanje tabli upozorenja (zabrane pristupa i odlaganja);</li> <li>• Provođenje hidrogeoloških i drugih istražnih radova u cilju utvrđivanja stanja deponije u pogledu procjeđivanja otpadnih voda i uticaja na izvorište Klokot;</li> <li>• Integracija zagađivača u sistem praćenja kvalitete podzemnih voda;</li> </ul>	50,000 €
			<b>Srednjoročne/dugoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Izrada studijsko-projektne dokumentacije za sanaciju deponije;</li> <li>• Sanacija deponije sa uklanjanjem deponiranog otpada.</li> </ul> <p>Trenutno za ovu mjere je moguća samo gruba procjena troškova.</p>	(1.2 Mio. €)
Deponije sa nekontroliranim odlaganjem otpada Baljevac (JNA) (2004)  Međudražje (Bezdan), (2008)	III  II	2  1	<b>Kratkoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obezbeđenje prolaza za deponiju Baljevac (krčenje grmlja i šiblja);</li> <li>• Uklanjanje otpada i sanacija površine deponije;</li> <li>• Uspostavljanje monitoringa saniranih površina (deponija, vrtača i sl.);</li> <li>• Postavljanje tabli upozorenja (zabrane odlaganja otpada);</li> <li>• Intenziviranje rada sa građanima u svrhu podizanja svijesti (senzibilizacija);</li> <li>• Uspostava inspekcijskog nadzora.</li> </ul> <p>Deponija Baljevac je evidentirana kao potencijalni zagađivač, jer se od 2003. godine do danas sa sigurnošću nije utvrdio sastav i porijeklo deponiranog otpada (organski i medicinski otpad). Deponiju "Bezdan" u Međudražju je potrebno sanirati što je moguće prije, kako bi se zaustavilo daljnje odlaganje građevinskog i komunalnog otpada. Potrebno je da nadležne službe grada Bihaća na efikasniji način organiziraju odvoz otpada sa područja podplješevičkih naselja Mali i Veliki Skočaj, Međudražje, Zavalje i Vučijak. Pored toga, potrebno je da komunalna inspekcija osigura da se na ovoj lokaciji zaustavi odlaganje spomenutog otpada.</p> <p>Procjena troškova je urađena sa obuhvatom sanacionih radova na deponijama.</p>	60,000 €
Granični prijelaz				
GP Izačić (BiH) /	III	1	<b>Kratkoročne mjere:</b> <p>Na graničnim prelazu Izačić je izgrađeno postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda</p>	40,000 €

Izrada Studije za uspostavu prekograničnih zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot

L. P. Selo (RH), (2010)			(PPOV) na kojem se trenutno vrše radovi remonta i servisiranja. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Provođenje probnog rada sa praćenjem parametara ispuštene vode (efluenta);</li> <li>• Uvođenje redovnog monitoringa kvalitete ispuštene vode nakon prečišćavanja;</li> <li>• Uspostavljanje sistema izvještavanja prema nadležnim institucijama;</li> <li>• Integracija zagađivača u sistem praćenja kvalitete podzemnih voda;</li> <li>• Uspostava inspeksijskog nadzora.</li> </ul>	
<b>Prometnice</b>				
Magistralna cesta (M5)	III	2	<b>Kratkoročne mjere:</b> Prometnice u području sliva izvorišta Klokot su putevi sa slobodnom odvodnjom bez izgrađenih rigola i separatora ulja i masti. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Označavanje zone sanitarne zaštite izvorišta sa prometnim znakovima;</li> <li>• Uspostavljanje sistema alarmiranja u slučaju incidentnog zagađenja (M5);</li> </ul>	30,000 €
Regionalni put (R403a)	II / III	2	<b>Srednjoročne/dugoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modernizacija prometnica (M5) u zoni zaštite izvorišta, potrebno planirati izgradnju uređaja za prikupljanje i prečišćavanje površinskih voda sa prometnih površina.</li> </ul>	n.A.
Lokalni put	II	2		
<b>Naselja u području sliva</b>				
V. Skočaj	III	1	<b>Kratkoročne mjere:</b> Naseljena mjesta u području sliva izvorišta Klokot nemaju uspostavljen sistem organiziranog prikupljanja i prečišćavanja otpadnih voda. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidentirati infrastrukturu za prikupljanje otpadnih voda iz postojećih objekata;</li> <li>• Razviti strateški plan kako prikupljati i tretirati otpadne vode;</li> <li>• Donijeti općinske odluke prema kojima će postojeći i budući uređaji za pročišćavanje otpadnih voda upotrebljavati vodonepropusne septičke jame ili ispuštati otpadne vode u kanalizaciju čija se otpadna voda treba pročistiti na izgrađenim uređajima za pročišćavanje otpadnih voda;</li> <li>• Uspostaviti inspeksijski nadzor i kontrolu nad zbrinjavanjem otpadnih voda.</li> </ul>	100,000 €
M. Skočaj	III	1		
Međudražje	III	1		
Zavalje (Vučjak)	II	1		
Izačić	III	1		
			<b>UKUPNO (Kratkoročne mjere):</b>	<b>340,000 €</b>

## Republika Hrvatska

Zagađivač sa ID	Zona	Kategorija važnosti	Prijedlog mjera unaprijeđenja	Procjena troškova (€)
<b>Kamenolomi i šljunčare</b>				
Prijeboj (1011) Frkašić (1023)	III	2	<b>Kratkoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Postavljanje tabli upozorenja (zabrane pristupa i odlaganja otpada);</li> <li>Integracija zagađivača u sistem praćenja kvalitete podzemnih voda;</li> <li>Uspostava inspekcijskog nadzora.</li> </ul>	30,000 €
			<b>Srednjoročne/dugoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zatvaranje mjesta na temelju dokumentacije.</li> </ul> Trenutno za ovu mjere je moguća samo gruba procjena troškova.	(3.8 Mio. €)
<b>Deponije sa nekontroliranim odlaganjem otpada</b>				
Jama Rastovača (2042) Jama Pony Kapitalac (2043) Jama ušće Plitvice (2044) Jama Poljanak (desna) (2045) Jama Golubnjača (20_)	III	2	<b>Kratkoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sanacija deponija / jama sa izvlačenjem i odvozom deponiranog otpada;</li> <li>Uspostavljanje monitoringa saniranih površina (deponija, jama i sl.)</li> <li>Postavljanje tabli upozorenja (zabrane odlaganja otpada);</li> <li>Intenziviranje rada sa građanima u svrhu podizanja svijesti (senzibilizacija);</li> <li>Uspostava inspekcijskog nadzora.</li> </ul> <p>Navedene jame / odlagališta otpada je potrebno sanirati što je moguće prije, kako bi se zaustavilo daljnje odlaganje otpada i spriječilo zagađenje podzemnih voda. Potrebno je da nadležne službe općine Plitvička Jezera na efikasan način organiziraju izvlačenje i odvoz otpada iz jama, te da komunalna inspekcija / redari, osiguraju da se na ovoj lokaciji zaustavi daljnje odlaganje otpada.</p>	100,000 €

<b>Vojni objekti</b>				
Aerodrom i kasarna Željava (1001, 1002, 1003, 1004, 1005)	II	1	<b>Kratkoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Provesti detaljna istraživanja unutrašnjosti objekta sa stanovišta identifikacije vrste zagađenja, sa posebnim osvrtom na skladišne prostore i sadržaje u njima;</li> <li>• Ispitati prisutnost radijacije unutar i oko objekta;</li> <li>• Uspostaviti kontinuirani monitoring podzemnih voda i omogućiti pristup rezultatima monitoringa nadležnim institucijama u obje države;</li> <li>• Uspostaviti alarmni sistem u slučaju incidentnih pojava.</li> </ul>	200,000 €
<b>Farme stoke</b>				
Općina Udbina (14 farmi stoke) (1024 – 1032) (2020 – 2024)	III	1	<b>Srednjoročne mjere.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uspostaviti tačnu evidenciju o karakteristikama svih farmi (broj i vrsta stoke, kapacitet štala, količina produkcije stajnjaka, zdravstveni nadzor nad stokom, kao i druge relevantne podatke) na slivnom području izvorišta Klokot;</li> <li>• Prema važećim propisima RH u narednih 5 - 7 godina na spomenutim farmama osigurati izgradnju uređaja za prikupljanje oseke i prečišćavanje otpadnih voda;</li> <li>• Uspostaviti nadzor i kontrolu nad prikupljanjem i upotrebom stajnjaka na poljoprivrednim površinama;</li> <li>• Uspostaviti inspekcijski nadzor.</li> </ul>	300,000 €
Općina P. Jezera (1018)				
<b>Turizam i turistički kapaciteti</b>				
NP Plitvička jezera (302)	III	1	<b>Kratkoročne/srednjoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uspostaviti tačnu evidenciju postojećih turističkih objekata (hoteli, moteli, restorani, autokampovi, privatni apartmani i dr.);</li> <li>• Uspostaviti evidenciju o načinu prikupljanja i prečišćavanja otpadnih voda postojećih turističkih kapaciteta sa evidencijom izgrađenih septičkih jama (nepravilno izgrađenih - vodopropusnih i pravilno izgrađenih – vodonepropusnih);</li> <li>• Donijeti općinske Odluke ili Odluke na nivou NP „Plitvička Jezera“ prema kojima se izgradnja novih turističkih objekata može vršiti isključivo na način da prikupljanje otpadnih voda završava u vodonepropusnim septičkim jamama ili u kanalizacionom sistemu čije se otpadne vode prečišćavaju na postrojenjima za prečišćavanje otpadne vode.</li> </ul>	400,000 €
Korenica (1015)				
Ličko Petrovo Selo (1007)				

Poljoprivreda				
Ličko Petrovo Selo (100 ha), (1001)	III	1	<b>Kratkoročne/srednjoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evidentirati lokacije i površine sa intenzivnim poljoprivrednim aktivnostima;</li> <li>Registrirati količine i periode korištenja pesticida i gnojiva na poljoprivrednim površinama;</li> <li>Informirati i educirati poljoprivrednike o alternativnim fito-sanitarnim proizvodima;</li> <li>Uspostaviti zabranu skladištenja gnojiva, insekticida i pesticida na slivnom području;</li> <li>Uspostaviti monitoring korištenja gnojiva i pratiti kvalitetu podzemnih voda;</li> <li>Uspostaviti inspekcijski nadzor.</li> </ul>	100,000 €
Prometnice				
Državne ceste u slivu (D1, D504, D217 D218/D506, D25 D52, D42)	III	1	<b>Kratkoročne mjere:</b> Prometnice na slivnom području izvorišta Klokot u R Hrvatskoj su putevi sa slobodnom odvodnjom bez izgrađenih rigola i separatora ulja i masti, a prema tome prijedlozi osnovnih mjera zaštite su: <ul style="list-style-type: none"> <li>Označavanje zone sanitarne zaštite izvorišta sa prometnim znakovima;</li> <li>Uspostava sistema alarmiranja u slučaju slučajnog (incidentnog) zagađenja;</li> </ul>	70,000 €
			<b>Srednjoročne/dugoročne mjere:</b> Modernizacija prometnica (M5) u zoni sanitarne zaštite: neophodno je planirati izgradnju objekata za prikupljanje i prečišćavanje oborinskih voda (kiša, snijeg i sl.) sa prometnih površina.	n.A.



Naseljena mjesta				
Udbina	III	1	<b>Kratkoročne/srednjoročne mjere:</b> Na slivnom području izvorišta Klokot na teritoriji Republike Hrvatske, većina naselja nema uspostavljen sistem organiziranog prikupljanja i prečišćavanja otpadnih voda <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uspostaviti evidenciju o načinu prikupljanja i prečišćavanja otpadnih voda postojećih stambenih i gospodarskih objekata;</li> <li>• Razviti strateški plan u oblasti prikupljanja i tretmana otpadnih voda;</li> <li>• Donijeti općinske Odluke prema kojima će postojeći i budući objekti za zbrinjavanje otpadnih voda koristiti vodonepropusne septičke jame ili će iste upuštati u kanalizacioni sistem čije se otpadne vode prečišćavaju na postrojenjima za prečišćavanje otpadne vode;</li> <li>• Uspostaviti inspekcijski nadzor i kontrolu nad zbrinjavanjem otpadnih voda.</li> </ul>	500,000 €
Korenica			<b>Srednjoročne/dugoročne mjere:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Izgraditi planirane kanalizacione sisteme i postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u aglomeraciji Plitvička jezera 1 i 2.</li> </ul>	n.A.
Prijeboj				
P. Jezera				
L. P. Selo				
<b>UKUPNO (Kratkoročne mjere):</b>				<b>1,700,000 €</b>

**Rekapitulacija troškova za provođenje prijedloga kratkoročnih mjera unaprjeđenja:**

Područje obuhvata	EURO (€)
Bosna i Hercegovina	340,000
Republika Hrvatska	1,700,000
<b>UKUPNO:</b>	<b>2,040,000</b>

## 12.3 MJERE U OKVIRU SVEOBUHVAATNOG PRISTUPA ZAŠTITE

### 12.3.1 Zakonodavstvo

Zakonodavstvo EU-e se primjenjuje u Republici Hrvatskoj kao članici Europske Unije. Zakonodavstvo Federacije Bosne i Hercegovine usklađeno je s zakonodavstvom EU-e. Stoga, uz zakonodavstvo specifično za zaštitu krškog područja koje je detaljno opisano u 6. poglavlju ove studije, u obzir su uzete i sljedeće direktive

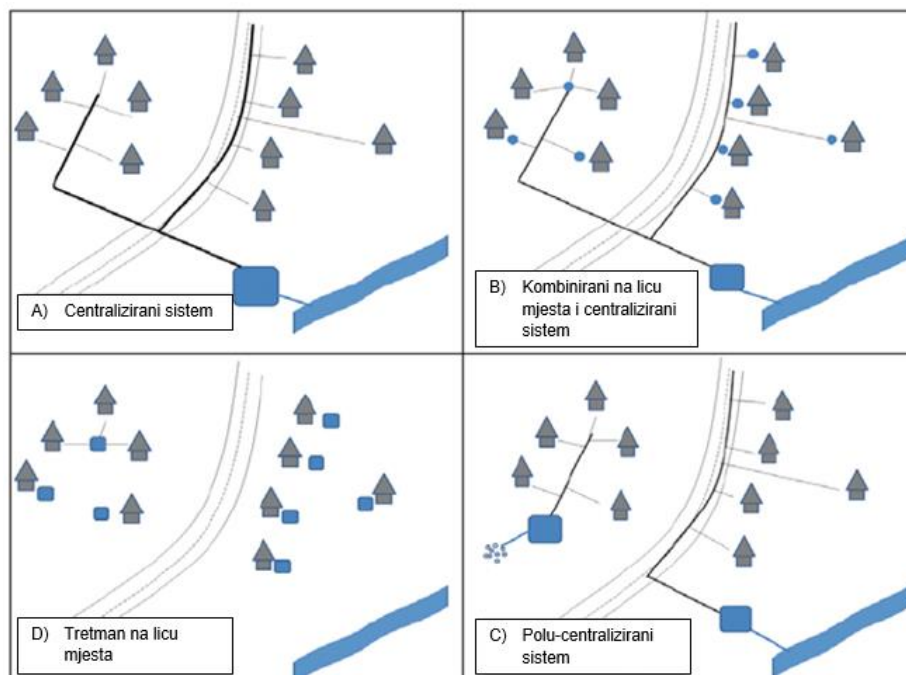
- Direktiva 91/271/EEC (21. Maj 1991.) o prečišćavanju urbanih (komunalnih) otpadnih voda predstavlja koncept "osjetljivih područja": područja gdje ispuštene urbane otpadne vode moraju proći tretman uklanjanja fosfora i/ili nitrogena.
- Direktiva 91/676/EEC (12. Decembar 1991.) o zaštiti voda od zagađenja uzrokovano nitratima iz poljoprivrednih kvaliteta, ima za cilj smanjenje onečišćenja vode uzrokovane ili izazvanih nitratima iz poljoprivrednih izvora i sprječavanje bilo kojeg novog zagađenja ove vrste, provođenjem akcijskih planova na ranjivim područjima (tj. hranjivim vodama zagađenim dušikom) prethodno identificiranim i uspostavljanjem programa praćenja za procjenu njihove učinkovitosti.
- Direktiva 2000/60/EC zvana "Okvirna direktiva o vodama" usvojena 23. Oktobra 2000.godine definiše okvir za upravljanje i zaštitu velikih slivnih područja. Postojeća slivna područja, dakle konstituišu razinu provedbe direktive, a odbori za slivna područja su odgovorni za definiranje okolišnih ciljeva u kontekstu ažuriranja master planova razvoja voda i upravljanja (nazvanih " Plan upravljanja vodnim područjem"). Ovom se direktivom daje prednost zaštiti okoliša i obvezuje države članice da postignu dobre opće uvjete i za podzemne i za površinske vode. Svaku daljnju degradaciju okoliša bi trebalo spriječiti, stanje vodenih ekosistema sačuvati i poboljšati, omogućavajući održivu uporabu vode, temeljenu na dugoročnoj zaštiti dostupnih vodenih resursa. Ovom se direktivom određuje da države članice moraju osigurati potrebnu zaštitu za identificirana vodna tijela kako bi se spriječilo pogoršanje njihove kvalitete, da bi se smanjio stupanj pročišćavanja potreban za proizvodnju vode za piće. Direktiva predviđa:
  - uspostavljanje popisa hidrografskih distrikta (skupova slivnih područja) radi obrade različitih upotreba vode i njihovih utjecaja na stanje voda
  - uspostava registra zaštićenih područja koja bi identificirala sva vodna tijela koja su pod posebnom zaštitom (uključujući oduzimanje pitke vode).
- Direktiva o odvodnji i prečišćavanju urbanih (komunalnih) otpadnih voda obavezuje države članice EU da prikupljaju i instaliraju uređaj za prečišćavanje otpadnih voda u aglomeracijama sa više od 2.000 ekvivalent stanovnika (2.000-10.000 ES). Nadalje, aglomeracije s manje od 2.000 ljudi koje već imaju sistem prikupljanja moraju uspostaviti odgovarajući tretman. Odgovarajući tretman definiran je kao primarni i sekundarni tretman (uklanjanje organske tvari: BPK5, KPK, TSS), uklanjanje hranjivih sastojaka (nitrata) kao tercijarni tretman je potreban samo u slučaju eutrofikacije. Mikrobiološki parametri nisu razmatrani. Aglomeracije sa više od 10.000 ES koje ispuštaju otpadne vode na osjetljiva područja moraju i povrhu svega uklanjati nitrogen i fosfor. Za aglomeracije sa manje od 2000 ES nema propisanih zahtjeva. Vidi tabelu 12.1.

	Aglomeracije sa do 2.000 ES	Aglomeracije sa do 2.000 ES koje imaju sistem prikupljanja OV-a	Aglomeracije sa 2.000 do 10.000 ES	Aglomeracije sa 2.000 do 10.000 ES koje ispuštaju OV-e u osjetljiva područja
Direktiva za tretman urbanih otpadnih voda <i>primjenjiva</i>	ne	da	da	da
Zahtjevi		Osigurati sistem za prečišćavanje otpadnih voda	Osigurati kanalizacioni sistem i prečišćavanje otpadnih voda	Osigurati kanalizacioni sistem i prečišćavanje otpadnih voda
		Uklanjanje organskih materija*(BPK <sub>5</sub> , KPK, TSS)	Uklanjanje organskih materija*(BPK <sub>5</sub> , KPK, TSS)	Uklanjanje organskih materija*(BPK <sub>5</sub> , KPK, TSS) Nutrijenata** (N,P)
Okvirna direktiva o vodama <i>primjenjiva</i>	da	da	da	da
Zahtjevi	Uspostavljanje mjera radi postizanja dobrog statusa površinskih i podzemnih voda za piće, implicirajući uspostavu sistema za prikupljanje i prečišćavanje otpadnih voda			
	*BPK <sub>5</sub> = 25 mg/l O <sub>2</sub> (70 – 90% uklanjanja)		**Ukupni fosfor = 2 mg/l (80% uklanjanja)	
	KPK = 125 mg/l O <sub>2</sub> ( 75% uklanjanja)		Ukupni nitrogen = 15 mg/l (70 – 80 % uklanjanja)	
	TSS = 35 mg/l (90% uklanjanja)			

Tabela 12.1: WFD requirements depending on the size and situation of each agglomerations.

### 12.3.2 Strategija provedbe upravljanja otpadnim vodama

U manje gusto naseljenom području centralizirano upravljanje otpadnim vodama pokazuje nedostake: omjer troškova i koristi nije vrlo povoljan, a curenje može uzrokovati onečišćenje tla i podzemnih voda. Prednosti tretmana na licu mjesta (decentralizirano) ima više prednosti: bolje prilagođavanje pojedinačnoj situaciji, veća fleksibilnost i prilagodljivost promjenjivim uvjetima (turizam itd.). Također se bolje uklapaju u krajolik, omogućuju ponovnu upotrebu tretirane vode i hranjivih sastojaka (dušik, fosfor). Postoje različiti kriteriji koje je potrebno uzeti u obzir (vidjeti slike 12.1). Pored toga, postoji potreba za obrazovanjem koje će omogućiti njihovo pravilno korištenje i kvalificirano osoblje za rad i održavanje.



Slika 12.1: Različiti sistemi prečišćavanja otpadnih voda

Sve u svemu, na temelju Tablice 12.1 i procjene različitih opcija koje se odnose na upravljanje otpadnim vodama (Sl. 12.1), potrebno je projektirati, konstruirati i koristiti postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda za aglomeracije s više od 2'000 (Ekvivalent Stanovnika(ES) na slivu područja Klokot Republike Hrvatske.

### 12.3.3 Pristup sveobuhvatnog planiranja

Spomenuta "Europska okvirna direktiva o vodama" (WFD) koju je 2000. godine usvojila Europska unija definira okvir za upravljanje i zaštitu voda velikim hidrografskim slivom. Mjere poduzete za zaštitu slivnog područja Klokot i Privilica trebaju biti uključene u ovo šire strateško planiranje.

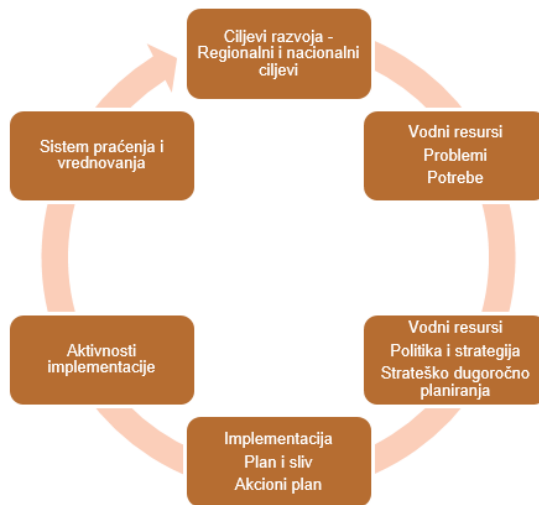
Ovom se direktivom za države članice EU predviđa razvoj „Plana upravljanja riječnim slivovima“ za svaki sliv. 'Plan upravljanja riječnim slivom' uključuje Izvještaj o okolišu i Program mjera koji definiraju mjere koje treba poduzeti za postizanje dobrog ekološkog stanja vodnih tijela.

'Plan upravljanja riječnim slivom' koji se primjenjuje na otpadne vode podrazumijeva definiranje Strateškog planiranja za upravljanje otpadnim vodama tj. definiranje zajedničke strateške vizije upravljanja otpadnim vodama, na razini sliva. Regije ili općine trebale bi uzeti u obzir ovaj plan (Strateški smjer i akcioni plan) s dugoročnom vizijom, na području cijelog sliva, uzimajući u obzir i susjedne regije, aktere sa različitim interesima i istražujući sve scenarije i opcije (na organizacijskoj i tehničkoj razini). Ekološki i društveno-ekonomski aspekti trebaju se uzeti u obzir za razvoj scenarija razvoja 20-30 godina..

Ključni elementi za uspješno upravljanje riječnim slivom su:

- dugoročna vizija za područje sliva, usvojena od strane svih sudionika
- integracija politike, odluka i troškova kroz interese sektora kao što je industrija, poljoprivreda i urbani razvoj
- strateško donošenje odluka na nivou slivnog područja, koje usmjerava akcije na nivou pod-sliva ili lokalne razine
- učinkovito korištenje vremena, iskorištavanje prilika koje nastaju tijekom rada u strateškom okviru
- aktivno učešće svih važnih sudionika u dobro informiranom i transparentnom planiranju i donošenju odluka
- adekvatno ulaganje vlade, privatnog sektora i organizacija civilnog društva u kapacitet za planiranje i sudjelovanje u procesima za upravljanje riječnim slivom
- čvrsto znanje o riječnom slivu

Upravljanje riječnim slivom općenito se shvaća kao ciklični proces (vidi sliku dolje); svaki ciklus spirale obuhvaća nekoliko koraka. Očekuje se da će se sljedeći ciklus spirale bolje upravljati od prethodnog, nakon vrednovanja i stečenih lekcija.



**Slika 12.2:** Plan procesa upravljanja riječnim slivom

Ciklus može razumno obuhvatiti razdoblje od 6 godina. Najvažniji ključ uspjeha je snažna posvećenost svih aktera (institucionalnih, privatnih, nevladinih organizacija i civilnog društva) u svim fazama procesa. Koordiniranje te obveze među sudionicima ponekad se naziva i „dijalogom o vodi“. Općenito se priznaje da je potrebno imati institucionalno tijelo za održavanje ovog dijaloga i uspostavljanje pravila koja će ga učiniti transparentnim, pravednim i konstruktivnim.

Međudržavno upravljanje je dodatni izazov u usporedbi sa slučajem kad je riječni sliv potpuno na području jedne države. U osnovi izazovi su:

- dovesti komunikaciju (”dijalog o vodi”) više sudionika na više institucionalne nivoe (regionalni and nacionalni);
- koordinirati process planiranja koje će biti inkorporiran u nekoliko decentralizovanih socio-ekonomskih planova razvoja
- pronaći put u okviru različitih političkih, pravnih i institucionalnih okvira

### **Nacionalni park Plitvička Jezera i UNESCO**

Neke studije, planovi i mjere koje su u ovoj zoni razvile vlasti Nacionalnog parka Plitvička jezera mogu biti od interesa za mjere zaštite i ublažavanja u slivu područja Klokot i Privilica. j UNESCO-ov izvještaj za Nacionalni park Plitvička jezera za 2018. godinu o očuvanju parka spominje:

- upravljanje otpadnim vodama
- vodovodne infrastrukture
- upravljanje curenjem/izlivanjem hemikalija u okoliš
- zajedničko, nacionalno i EU, investiranje i fondovi
- monitoring kvaliteta vode
- sustav upozorenja o zagađenju u hitnim slučajevima
- podrška lokalnim i okolišnim osjetljivim poljoprivrednim kulturama
- upravljanje razvojem prometnica i zaobilaznica
- Studije o saobraćaju itd.

#### **12.4 MJERE KOJEG SE SADRŽAJU OPASNOSTI NA KARSTIČKOJ VODI**

Velika brzina podzemne vode u krškim vodonosnicima znači da se slučajno zagađenje koje pogodi podzemnu mrežu tokova može brzo pojaviti u izvorima poput Klokota i Privilice. Drugim riječima, nakon nesreće zagađenje brzo izvire na izvoru, a nestaje relativno brzo u usporedbi na ne-krške vodonosnike.

Stoga bi trebalo poduzeti posebne radnje kako bi se spriječili negativni utjecaji incidentnog zagađenja. Popis i nadzor potencijalnih zagađivača unutar slivnog područja omogućuju postavljanje mrežnog sustava upozorenja. U slučaju slučajnog zagađenja, lokalni organi mogu se na vrijeme upozoriti. Stoga vlasti mogu odmah kontaktirati vodovodne tvrtke kako bi obustavile dovod vode i oslonile na druge izvore ili svoje skladište vode za opskrbu stanovništva vodom. Ovaj lanac upozorenja bi trebao biti učinkovito postavljen kako bi brzo djelovao u slučaju nesreće sa kontaminacijom. Jedan od potencijalnih izvora slučajne kontaminacije je izlivanje onečišćujućih tvari (poput nafte ili benzina) na ceste, stoga bi informacije o sistemu uzbunjivanja trebale biti vidljive na cestama u području sliva.

Učinkovit sistem upozoravanja uključuje postavljanje znakova koji ukazuju na postojanje zone sanitarne zaštitne. U slivnom području izvorišta Klokot i Privilica, predložena mjesta za znakove unutar zaštićenih zona prikazana su na karti: Prilog 18 Prijedloga Lokacija za Oznake Zone Sanitarne Zaštite.

#### **12.5 SISTEM NADZORA KVALITETE POVRŠINSKE I PODZEMNE VODE**

Praćenje kvalitete površinske i podzemne vode od velikog je značaja. Lokacije moraju biti pažljivo odabrane uzimajući u obzir očekivane rezultate i cjelokupnu strategiju. Planiranje i primjena takvog sistema nadgledanja površinskih i podzemnih voda ključan je za održivo rješenje. Cilj ovog sistema za praćenje je pratiti promjene u kvaliteti vode na tim različitim mjestima te analizirati razvoj istih u vezi s hidrologijom kao i promjenama u korištenju vode i upravljanjem potencijalnim zagađivačima utvrđenim unutar sliva. Stoga će biti moguće vidjeti imaju li mjere ublažavanja utjecaja na kvalitetu vode na različitim mjernim mjestima te na kraju na izvoru Klokot.

Zbog toga će prvi korak sistema praćenja površinskih i podzemnih voda biti nastavak analize provedene tijekom studije, posebno na izvorištu Klokot. Ako postane dostupno više finacijskih sredstava, drugi korak sistema za praćenje površinskih i podzemnih voda može biti razvoj novih mjesta za nadgledanje podzemnih voda kopanjem bušotina na tim strateškim mjestima.

Shodno navedenom, Konsultant kao prvi korak predlaže da se nastavi sa prikupljanjem analiza vode kako je sažeto u donjoj tabeli:

## Izrada Studije za uspostavu prekograničnih zona sanitarne zaštite izvorišta Klokot

Odgovorni	Tip	Lokacija	Parameteri	Učestalost	Napomene
JP "Vodovod" doo Bihać	Multiprobe sonda	Mjerenje kvaliteta na izvorištu Klokot (fiksno mjesto)	10 parameters*	Online	Sistem na mjestu i u radu
JP "Vodovod" doo Bihać	Laboratorija	Izvorište Klokot	Osnovna**/ Mikrobiološka***	Sedmično	Izvor vode
JP "Vodovod" doo Bihać	Laboratorija	Izvorište Klokot	Periodična**	Mjesečno	Izvor vode
JP "Vodovod" doo Bihać	Laboratorija	Izvorište Klokot	Proširena**	Sezonski (svaka tri mjeseca)	Izvor vode
JP "Vodovod" doo Bihać	Multiprobe Sonda/ Laboratorija	Privilica (BiH)	10 parametara*/ Mikrobiološka***	Mjesečno	Izvor vode
JP "Vodovod" doo Bihać	Laboratorija	Privilica (BiH)	Proširena**	Sezonski (svaka tri mjeseca)	Izvor vode
Kantonalno Ministarstvo	Multiprobe Sonda	Vučjak (BiH)	10 parametara*	Mjesečno	Ponor
Kantonalno Ministarstvo	Laboratorija	Vučjak (BiH)	Proširena**	Sezonski (svaka tri mjeseca)	Ponor
Hrvatske Vode	Multiprobe Sonda/ Laboratorija	Rastovača (RH)	10 parametara*/ Mikrobiološka***	Sezonski (svaka tri mjeseca)	Jama
Hrvatske Vode	Laboratorija	Rastovača (RH)	Proširena**	2x godišnje	Jama
Hrvatske Vode	Multiprobe sonda/ Laboratorija	Prijeboj (RH)	10 parametara*/ Mikrobiološka***	Mjesečno	Ponor
Hrvatske Vode	Laboratorija	Prijeboj (RH)	Proširena**	2x godišnje	Ponor
Hrvatske Vode	Multiprobe sonda/ Laboratorija	Korenički potok (RH)	10 parametara*/ Mikrobiološka***	Mjesečno	Ponor
Hrvatske Vode	Laboratorija	Korenički potok (RH)	Proširena**	2x godišnje	Ponor
Hrvatske Vode	Multiprobe sonda/ Laboratorija	Vidrovac (=Krbavsko) (RH)	10 parametara*/ Mikrobiološka***	Mjesečno	Ponor
Hrvatske Vode	Laboratorija	Vidrovac (=Krbavsko) (RH)	Proširena**	2x godišnje	Ponor
Hrvatske vode	Laboratorija	2 buštine u blizini granice na pro- storima bivšeg aerodrome (RH)	Proširena**	2x godišnje	Buštine

\*10 parametara: Otopljeni kisik, pH, Redox, temperatura, mutnoća, amonijak, nitrati, kloridi, TDS, specifična provodljivost



\*\* Parametri koji su analizirani u osnovnoj, periodičnoj i proširenoj analizi navedeni su u potpoglavlju 7.1 ovog izvještaja.

\*\*\*Mikrobiološko uzorkovanje prema propisima

## 12.6 ODABIR ADEKVATNOG PROČIŠĆAVANJA VODE

Sanitarne zone zaštite u krškom području pokazale se nedovoljno učinkovite za trajno garantovanje distribucije vode poštujući ograničenja kvalitete u vezi s zamućenošću i bakteriološkom zagađivanjem za ljudsku upotrebu.

Stoga je za vodoopskrbu Bihaća potrebno postrojenje za pročišćavanje vode. Važno je usredotočiti se na parametar mutnoće kako bi se odredili i implementirali načini prečišćavanja koji će osigurati kvalitet vode prema zahtjevima za ispravnost vode za piće prema postojećoj legislativi. Postoje različite tehnologije koje se mogu koristiti za prečišćavanje krške vode. U idealnom slučaju, operator bi trebao testirati učinkovitost tehnologije pomoću pilot uređaja za prečišćavanje tijekom cijele kalendarske godine kako bi dobio rezultate iz različitih godišnjih doba. Provedba pilot projekta postrojenja za prečišćavanje bi također omogućila validaciju troškova takvog procesa prečišćavanja i naposljetku ga prilagodila kako bi najbolje odgovaralo karakteristikama izvorišta Klokot i Privilica.

U Švicarskoj je ultrafiltracija postala najčešća tehnologija koja se koristi za pročišćavanje krških voda u posljednjih 15 godina. Konsultant je već projektirao i izgradio nekoliko takvih postrojenja i uvjeren je da bi takav tretman vode Klokot ispunio očekivanja.

Procjena troškova postrojenja za pročišćavanje vode koja slijedi u daljnjim koracima obrade iznosi oko 6 milijuna eura pretpostavljajući da bi u Bihaću 2040. godine živjelo 70.000 stanovnika.

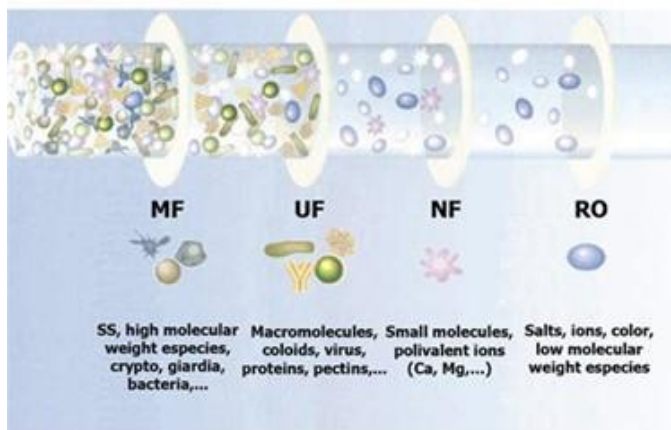


### Ultrafiltracija

Ultrafiltracija (UF) može se koristiti za uklanjanje čestica i makromolekula iz sirove vode za proizvodnju pitke vode. UF procesi se trenutno preferiraju u odnosu na tradicionalne metode prečišćavanja iz sljedećih razloga:

- Osim čišćenja, nisu potrebne kemikalije
- Stalna kvaliteta proizvoda bez obzira na kvalitetu opskrbe
- Kompaktna veličina postrojenja
- Može prekoračiti regulatorne standarde kakvoće vode

Najvažniji dio ultrafiltracijskog sustava je membrana. Voda koja se prečišćava prolazi kroz membranu pod pritiskom, dok se čestice i organizmi veći od pora membrane vraćaju natrag. Na taj način samo čista i sigurna voda može proći i može se odmah koristiti ili pohraniti za kasniju upotrebu.



**Slika 12.4:** : Ultrafiltracijski postupci koriste polupropusnu membranu da bi odvojili mikrokontamine iz vodenog toka

Legenda:

MF = Mikrofiltracija, UF = Ultrafiltracija, NF = Nanofiltracija, RO = Reversna osmoza

UF membrane su posebno dizajnirane za pročišćavanje pitke vode. Sa svojom veličinom pora od 0,02 mikrona, pruža više nego dovoljan učinak pročišćavanja:

Napon	Učinkovitost čišćenja
Bakterije, virusi	> 99.999 %
Suspendirane krute tvari i mutnoća	100 %

## 12.7 SAŽETAK PREPORUKA

U narednoj tabeli su prikazane preporuke ključnih mjera u okviru slivnog područja u funkciji njihovog djelovanja na kvalitet vode.

Utjecaj na kvalitetu pitke vode u Klokotu	Tip kontaminacije	Preporuke mjera
<b>Otpadne vode</b>	Mikrobiološka i hemijska kontaminacija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razviti i upravljati sakupljanjem i pročišćavanjem otpadnih voda u skladu s EU Direktivom o prečišćavanju urbanih otpadnih voda (91/271/EEC). Podrazumijeva projektiranje, izgradnju i upravljanje postrojenjima za pročišćavanje otpadnih voda aglomeracija u slivnom području Republike Hrvatske.</li> <li>• Provjeravati funkcionalnost i vodonepropusnost postojećih septičkih jama i sistema otpadnih voda.</li> <li>• Nove septičke jame i sistemi za prečišćavanje na licu mjesta trebaju se projektirati, izvoditi i raditi na profesionalni način u skladu sa standardima.</li> <li>• U zoni 2 ne bi se trebalo graditi novo naselje (izuzeci su mogući uz dodatne mjere zaštite).</li> <li>• Praćenje kvalitete površinske i podzemne vode.</li> <li>• Itd</li> </ul>
<b>Farme</b>	Pesticidi, gnojiva, hemijska i mikrobiološka onečišćenja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poštovanje EU i nacionalnog zakonodavstva od strane poljoprivrednih proizvođača.</li> <li>• Količinu, mjesto i vrijeme upotrebe pesticida i gnojiva moraju registrirati poljoprivrednici.</li> <li>• Zabranjeno je skladištenje gnojiva i pesticida u zaštićenim zonama.</li> <li>• Poljoprivrednicima se trebaju redovito pružati informacije o alternativama fitosanitarnim proizvodima, koje su zabranjene.</li> <li>• Sistem upozorenja s telefonskim brojem za pozivanje u slučaju nesreće i / ili drugih incidenata s onečišćenim podzemljem.</li> <li>• Praćenje kvalitete površinske i podzemne vode.</li> <li>• Itd</li> </ul>
<b>Ceste</b>	Hemijska (posebno benzinska) kontaminacija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nove ceste u zoni 2 se ne bi trebale graditi. Iznimke su moguće uz dodatne zaštitne mjere.</li> <li>• Upotreba fitosanitarnih proizvoda za uklanjanje korova uz ceste bi trebala biti zabranjena u zoni 2 i izbjegnuta u zoni 3. Informacije o alternativama fitosanitarnim proizvodima bi trebale biti proslijeđene.</li> <li>• Na granicama sliva i na strateškim mjestima unutar zaštićenih zona, na ključnim mjestima, posebno uz prometnice, zona sanitarne zaštite treba biti vrlo jasno i vidljivo označena.</li> <li>• Telefonski broj za upozorenja koji se može nazvati u slučaju nesreće i onečišćenog podzemlja (na</li> </ul>

		<p>primjer, naftna nesreća s izlivanjem nafte na tlo) treba biti dostupan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praćenje kvalitete površinske i podzemne vode.</li> <li>• Itd.</li> </ul>
<b>Vojna infrastruktura i odlagališta otpada</b>	Kemijska kontaminacija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencijal za onečišćenje treba analizirati i opasne tvari ukloniti (npr. Motorno ulje).</li> <li>• Telefonski broj za uzbunu, koji se može nazvati u slučaju incidenata u vezi s onečišćenjem treba biti dostupan.</li> <li>• Praćenje kvalitete površinske i podzemne vode.</li> <li>• Itd</li> </ul>
<b>Ostalo: kamenolomi, javna mjesta, turizam</b>	Mikrobiološka i hemijska kontaminacija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Senzibiliziranje osoblja tvrtke se mora regularno provoditi (jednom godišnje).</li> <li>• Postavljanje tabli upozorenja (zabrane pristupa i odlaganja otpada);</li> <li>• Organizirati redovne inspekcijske posjete aktivnim i neaktivnim kamenolomima kao i javnim mjestima.</li> <li>• Telefonski broj za uzbunu, koji se može nazvati u slučaju incidenata u vezi s onečišćenjem će biti dostupan.</li> <li>• Praćenje kvalitete površinske i podzemne vode.</li> <li>• Itd</li> </ul>
<b>Deponije</b>	Mikrobiološka i hemijska kontaminacija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nova odlagališta otpada (deponije) su zabranjena u zaštićenim zonama.</li> <li>• Praćenje kvalitete površinske i podzemne vode.</li> <li>• Postavljanje tabli upozorenja (zabrane pristupa i odlaganja otpada);</li> <li>• Treba organizirati redovne inspekcijske posjete odlagalištima aktivnog i neaktivnog otpada.</li> <li>• itd</li> </ul>

**PRILOG 1**  
**Pregledna Mapa Područja Sliva**

**PRILOG 2**  
**Hidrogeološka Karta**

## **PRILOG 3**

### **Tabela Provedenih Provedenih Trasirarnja Podzemnih Voda**

## **PRILOG 4**

### **Karta Zaštitnih Zona - Općenito s Tarsiranjem**



**PRILOG 4.1**  
**Karta Zaštitnih Zona - III i IV Zona**

**PRILOG 4.2**  
**Karta Zaštitnih Zona – Detaljno Zona III**

**PRILOG 4.3**  
**Karta Zaštitnih Zona – Detaljno Zona I: Klokot**

## **PRILOG 4.4**

### **Karta Zaštitnih Zona - Detaljno Zona I: Privilica**

## **PRILOG 4.5**

### **Karta Zaštitnih Zona – Detaljno Zona I: Vučjak**

**PRILOG 5**  
**Proces Izrade Medjudržavnih Dokumenta**

## **PRILOG 6**

### **Pregled i Analiza Postojećeg Zakonodano Pravnog Okvira**

## **PRILOG 7**

### **Usporedba Pravilnika FBiH i RH Pravni Dio**



## **PRILOG 8**

### **Usporedba Pravilnika FBiH i RH Tehnicki Dio**

**PRILOG 9**

**Prijedlog za izradu Pravilnik o Zast Zonama Krskih Izvor  
BH-RH**

## **PRILOG 10**

### **Prijedlog za izradu Sustava Zastite Krskih Izvorista**

**PRILOG 11**

**Prijedlog za izradu Ugovor BiH-RH o Zastiti Krskih  
Izvorista**

**PRILOG 12**

**Prijedlog za izradu Odluka o Zastiti Izvorišta RH BiH**

**PRILOG 13**

**Tabela Rezultata Fizičko-Hemijske Analize Kvaliteta Vode  
izvorišta Klokot između 2004. i 2020**

## **PRILOG 14**

### **Pregledna Tabela svih Fizičko-Hemijskih Parametara čija je Vrijednost veća od Maksimalno Dopuštene Koncentracije**

**PRILOG 15**

**Tabela Rezultata Mikrobiološke Analize Kvaliteta Vode  
izvorišta Klokot između 2004. i 2020**



## **PRILOG 16**

### **Pregledna Tabela svih Mikrobioloških Parametara čija je vrijednost veća od Maksimalno Dopuštene Koncentracije**

**PRILOG 17**  
**Karta potencijalnih zagađivača**

## **PRILOG 18**

### **Karta Prijedloga Lokacija za Oznake Zone Sanitarne Zaštite**