

Elektronski potpis projektanta Digitally signed by Siniša Višnjić DN: OU=Vigoris Ecotech, O=Vigoris Ecotech, CN=Siniša Višnjić, E=sinisa.visnjic@vigoris.me Reason: I am the author of this document Location: your signing location here Date: 2026.02.11 13:24:33+01'00' Foxit PDF Editor Version: 11.2.1 Siniša Višnjić	Elektronski potpis revidenta	Elektronski potpis nadležnog organa za izdavanje građevinske dozvole
--	------------------------------	--

INVESTITOR¹

Opština Andrijevica

OBJEKAT²

Rekonstrukcija i proširenje sistema snabdijevanja vodom u opštini Andrijevica

LOKACIJA³

Opština Andrijevica

DIO TEHNIČKE
DOKUMENTACIJE⁴

IDEJNO RJEŠENJE

AUTOR PROJEKTA⁵

Siniša Višnjić, MSc građ.
br.licence UPI 09-332/25-2195/2

PROJEKTANT⁶



VIGORIS ECOTECH d.o.o.

Adresa: Vlada Četkovića 4,
Podgorica 81000, MNE

ODGOVORNO LICE⁷

Siniša Višnjić, MSc građ.
br.licence UPI 09-332/25-2195/2

VODEĆI PROJEKTANT⁸

Siniša Višnjić, MSc građ.
br.licence UPI 09-332/25-2195/2

ODGOVORNI PROJEKTANT⁹

Siniša Višnjić, MSc građ.
br.licence UPI 09-332/25-2195/2

SARADNICI NA PROJEKTU¹⁰

Branka Peruničić, Spec. sci. CE
Stevan Popović, Spec.sci. CE

¹ Naziv/ime investitora

² Naziv objekta koji se gradi

³ Mjesto gradnje, planski dokument, urbanistička parcela, katastarska opština, katastarska parcela

⁴ Idejno rješenje, idejni projekat, glavni projekat, projekat izvedenog stanja, projekat održavanja

⁵ Ime i prezime autora projekta

⁶ Naziv privrednog društva, pravnog lica odnosno preduzetnika koji je izradio tehničku dokumentaciju, adresa

⁷ Ime i prezime odgovornog lica u privrednom društvu ili pravnom licu ili ime i prezime preduzetnika

⁸ Ime i prezime vodećeg projektanta

⁹ Ime i prezime odgovornog projektanta

¹⁰ Ime i prezime saradnika na izradi dijela tehničke dokumentacije

Sadržaj dokumentacije

TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA	4
1. UVOD	4
1.1 Predmet idejnog rješenja	4
1.2 Pravni i planski osnov.....	4
1.3 Ciljevi projekta.....	4
2. PRIRODNE KARAKTERISTIKE SLIVNOG PODRUČJA IZVORIŠTA „KRKORI“	5
2.1 Geografski položaj	5
2.2 Orografske karakteristike terena	5
2.3 Hidrografske karakteristike	6
3. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE SLIVNOG PODRUČJA IZVORIŠTA KRKORI	7
3.1 Opšte klimatske odlike.....	7
3.2 Režim padavina	7
4. REŽIM TEMPERATURE SLIVNOG PODRUČJA IZVORIŠTA „KRKORI“	8
5. REŽIM VJETA SLIVNOG PODRUČJA IZVORIŠTA „KRKORI“	9
6. GEOLOŠKA GRAĐA SLIVNOG PODRUČJA IZVORIŠTA „KRKORI“	10
6.1 Stratigrafsko-litološki sastav terena.....	10
6.2 Mezozoik.....	10
6.3 Kvartar	12
6.4 Geotektonski sklop terena	12
7. HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE SLIVNOG PODRUČJA IZVORIŠTA KRKORI	14
7.1 Hidrogeološka svojstva I funkcija stijenskih masa	14
7.2 Oblast rasprostiranja izdani u planu I profile.....	16
7.3 Pretpostavljena zona uticaja na izvorište „Krkori“ i pravci kretanja podzemnih voda	17
7.4 Režim karstno-pukotinske izdani izvorišta „Krkori“	18

8. HIDROGRAFSKE I HIDROLOŠKE KARAKTERISTIKE TERENA.....	19
8.1 Glavni vodotok i sliv.....	19
8.2 Hidrometrijska istraživanja.....	20
8.3 Režim protoka i sezonske oscilacije	20
9. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA SISTEMA VODOSNABDIJEVANJA	25
9.1 Izvorište „Krkori“ – opis I hidrogeološke karakteristike	25
9.2 Opšte karakteristike vodovodnog sistema	25
9.3 Postojeći rezervoari u sistemu.....	30
1. Rezervoar u zoni hlodne stanice (Krkori – MHE) -----	30
2. Rezervoar iznad gradske zone Andrijevice -----	30
3. Rezervoari Božići -----	31
9.4 Vodozahvat I tehničke karakteristike izvorišta „Krkori“	31
9.5 Kvalitet sirove vode izvorišta „Krkori“	35
9.6 Zaštita izvorišta I kontrolni monitoring – izvorište „Krkori“	38
1. Uvod -----	38
2. Zona zaštite izvorišta-----	38
3. Kontrolni monitoring-----	38
9.7 Identifikovani nedostaci postojećeg sistema vodosnabdijevanja	38
1. Ekstremno visok nivo neprihodovane vode -----	38
2. Uzroci visokih gubitaka u mreži-----	39
3. Ograničenja hidrauličkog kapaciteta u ključnim dionicama-----	39
4. Neuravnoteženi pritisci u mreži I nedostatak zoniranja -----	39
5. Značajan procenat cjevovoda nedovoljnih prečnika-----	39
6. Nedostatak mjerenja I praćenja rada sistema-----	40
7. Sezonski porast potrošnje I neefikasno korišćenje vode -----	40
8. Neadekvatno održavanje sistema I nelegalni priključci -----	40
10. KONCEPCIJA UNAPRIJEĐENJA I PROŠIRENJA SISTEMA VODOSNABDIJEVANJA OPŠTINE ANDRIJEVICA	41
10.1 Opis Sistema predviđenog Idejnim rješenjem	42
NUMERIČKA DOKUMENTACIJA	47
1. Predmjer i predračun radova.....	47
GRAFIČKA DOKUMENTACIJA.....	49

TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

1. UVOD

1.1 Predmet idejnog rješenja

Predmet ovog Idejnog rješenja je rekonstrukcija postojećeg i izgradnja novog vodovodnog sistema prema predviđenim potrebama za vodom postojećih i novoplaniranih objekata, na osnovu plana razvoja vodovodnog sistema i postojeće planske dokumentacije za ovo područje.

Idejno rješenje vodosnabdijevanja, shodno zahtjevima Investitora, baziraće se na postojećem konceptu funkcionisanja i proširenju vodovodne mreže na osnovu kapaciteta koji su na raspolaganju a smatraju se dovoljnim za unaprijeđenje sistema.

U nastavku se daje detaljna analiza postojećeg vodovodnog sistema i potrebnih količina vode za cijelokupno područje, definišu se trase i objekti vodosnabdijevanja za predmetnu zonu.

1.2 Pravni i planski osnov

Idejno rješenje se radi u skladu sa:

- Prostorno-urbanističkim planom opštine Andrijevisa
- Zakon o izgradnji objekata, "Službeni list Crne Gore", br. 019/25 od 04.03.2025, 092/25 od 07.08.2025, 160/25 od 30.12.2025
- Zakon o uređenju prostora, "Službeni list Crne Gore", br. 019/25 od 04.03.2025, 028/25 od 19.03.2025, 049/25 od 20.05.2025
- Zakonom o komunalnim djelatnostima
- Pravilnikom o tehničkim normativima za vodovodne sisteme
- Planom upravljanja vodama Crne Gore

1.3 Ciljevi projekta

- Rekonstrukcija postojećeg Sistema
- Proširenje sistema snabdijevanja vodom prema ruralnim naseljima
- Poboljšanje pouzdanosti vodosnabdijevanja
- Hidrauličko zoniranje i regulacija pritiska
- Priprema sistema za budući demografski i turistički razvoj

2. Prirodne karakteristike slivnog područja izvorišta „Krkori“

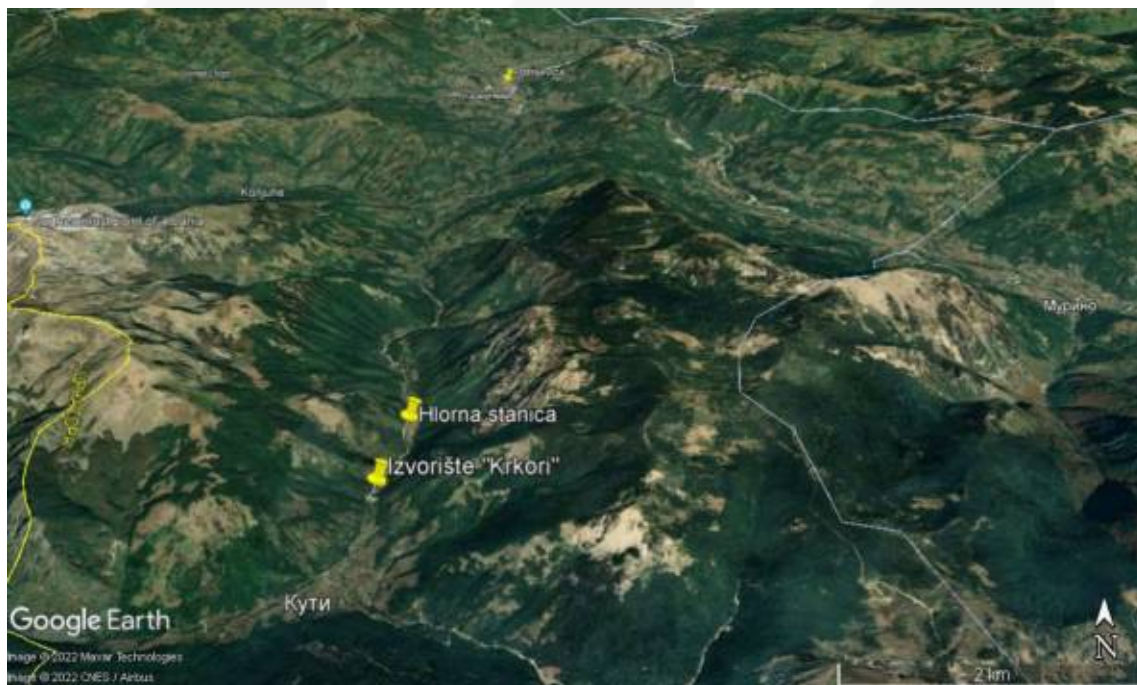
2.1 Geografski položaj

Izvorište „Krkori“, koje predstavlja osnovni vodni resurs za vodosnabdijevanje opštine Andrijevice i okolnih naselja, nalazi se na udaljenosti od oko **13 km jugoistočno od Andrijevice**, u planinskom području sliva **Kutske rijeke**, na njenoj lijevoj obali.

Vrelo je formirano u kraškom terenu i nalazi se na nadmorskoj visini od oko **1000 m.n.v.** Lokacija izvorišta pripada području sa izraženim planinskim karakteristikama i slabije razvijenom putnom infrastrukturuom, što otežava pristup u zimskim periodima.

Sliv izvorišta „Krkori“ prostire se na teritoriji sjeveroistočnog dijela Crne Gore, u zoni dodira planinskog masiva Zeletina i planinskog vijenca Mojanskih vrhova – Ilijine glave – Tomove glave.

Položaj izvorišta je prikazan na satelitskom snimku (slika 2.1.1).



Slika 2.1.1. Prikaz položaja vodoizvorišta „Krkori“, hlorne stanice i Andrijevice (satelitski snimak)

2.2 Orografske karakteristike terena

Reljef slivnog područja izvorišta „Krkori“ predstavlja rezultat dugotrajnog djelovanja endogenih i egzogenih procesa, prije svega tektonskih pokreta, glacijacije, fluvijalne erozije i denudacije, uz značajan uticaj litološkog sastava terena.

Na osnovu geomorfoloških karakteristika, u slivu izvorišta mogu se izdvojiti dvije osnovne orografske cjeline:

1. **Planinski masiv Zeletina**
2. **Planinski vijenac Mojanskih vrhova – Ilijine glave – Tomove glave**

Ove planine su izgrađene od vulkanita i karbonatnih sedimenata mezozojske starosti, a karakteriše ih izražena raščlanjenost reljefa, veliki visinski rasponi i prisustvo brojnih površinskih i podzemnih oblika kraškog reljefa.

Planinski vijenac je morfološki odvojen od Prokletijskog masiva dolinama rijeka Veruše, Grnčara i Ljuče. Tokom pleistocenske glacijacije, ovo područje je bilo zahvaćeno formiranjem planinskih lednika, što je dovelo do nastanka brojnih glacijalnih oblika kao što su cirkovi, morene i U-doline.

Lednik Zeletina formirao se u velikom glacijalnom cirku na sjevernoj strani masiva i spuštao se u pravcu doline rijeke Lim, do iznad sela Kruševa. Lednici sa Mojanskih vrhova, Ilijine glave i Tomove glave kretali su se prema sjeveru i jugoistoku, učestvujući u oblikovanju doline današnje Kutske rijeke, naročito na teritoriji Albanije, u rejonu Seferce.

Ovakva orografija ima značajan uticaj na hidrogeološke i hidrološke prilike terena, prvenstveno u pogledu infiltracije padavinskih voda i formiranja podzemnih kraških tokova koji hrane izvorište „Krkori“.

2.3 Hidrografske karakteristike

Hidrografsku mrežu slivnog područja izvorišta „Krkori“ dominantno formira **Kutska rijeka**, lijeva pritoka rijeke Lim.

Kutska rijeka izvire na teritoriji Republike Albanije, u oblasti Seferce, u podnožju planinskih vrhova Veliki Mojan (2157 m), Mali Mojan (2070 m), Ilijina glava (2165 m), Žijeva glava (2129 m) i Tomova glava (2123 m).

Na teritoriju Crne Gore rijeka ulazi na području sela **Kuti**, na nadmorskoj visini od oko **1073 m**, ispod padina planine Šutica (1659 m). Od sela Kuti nizvodno, rijeka protiče kroz usku klisuru, sa lokalnim proširenjima u zoni sela Cecun, a zatim se uliva u rječicu Perućicu kod sela Đulići.

Na području sela Kuti, na koti od oko **1011 m.n.v.**, Kutska rijeka prima značajnu pritoku – **Štitsku rijeku**, koja izvire sa katuna Izvori (oko 1820 m n.v.), sjeveroistočno od vrha Smetine (2053 m).

U dolini Kutske rijeke registrovan je veći broj kraških vrela, ali se po izdašnosti, stabilnosti i značaju izdvaja izvorište „**Krkori**“, koje predstavlja ključni izvor vodosnabdijevanja za opštinu Andrijevica i prigradska naselja.

Hidrografske karakteristike sliva, zajedno sa izraženim kraškim procesima i razvijenim pukotinskim sistemima u stijenskoj masi, omogućavaju formiranje podzemnih tokova koji direktno hrane ovo izvorište.

3. Klimatske karakteristike slivnog područja izvorišta Krkori

3.1 Opšte klimatske odlike

Klimatske karakteristike slivnog područja izvorišta „Krkori“ su složene i uslovljene prvenstveno geografskim položajem, velikom raščlanjenošću reljefa, nadmorskom visinom, konfiguracijom terena, kao i uticajem planinskih masiva Mićanove gore, Kutskih planina i prostora Šutice.

Područje sliva, u najvećem dijelu, nalazi se pod uticajem **kontinentalne, planinske i subalpske klime**. Ove klimatske prilike karakterišu duge i oštre zime, kratka i svježja ljeta, kao i izražene temperaturne amplitude u toku godine.

Klimatološki podaci za ovo područje preuzeti su iz:

- Vodoprivredne osnove Crne Gore (VOCG, 2001)
- Strategije upravljanja vodama Crne Gore (2017)

Kao referentne stanice za širi prostor sliva korišćene su hidrometeorološke stanice **Plav, Gusinje i Berane**, koje se nalaze u relativnoj blizini istraživanog područja.

3.2 Režim padavina

Padavine predstavljaju jedan od najznačajnijih klimatskih elemenata sa aspekta formiranja i izdašnosti izvorišta. Njihova količina i raspodjela zavisi od temperaturnog režima, raspodjele atmosferskog pritiska, orografskih uslova i pravaca strujanja vazдушnih masa.

Područje slivnog područja se karakteriše **planinsko-kontinentalnim režimom padavina**, uz izražen uticaj vlažnih vazдушnih masa sa Atlantskog okeana, koje često zahvataju sjeverne i sjeveroistočne krajeve Crne Gore.

Analizom višegodišnjih podataka utvrđeno je da prosječna godišnja suma padavina iznosi:

- **1137 mm** na HMS Plav,
- **1318 mm** na klimatološkoj stanici Gusinje.

Na osnovu karte srednjih višegodišnjih izohijeta Crne Gore može se usvojiti da prosječna godišnja količina padavina na području sliva izvorišta „Krkori“ iznosi približno **1200 mm**.

(Tabela 1: Prosječne mjesečne padavine na HMS Plav i Gusinje)

Stanica	Padavine	Mjeseci												god
		jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec	
Plav	Sr.vr.	117	109	85	95	80	64	49	51	78	107	161	143	1137
Gusinje	Sr.vr.	143	128	102	112	87	71	53	57	84	125	187	171	1318

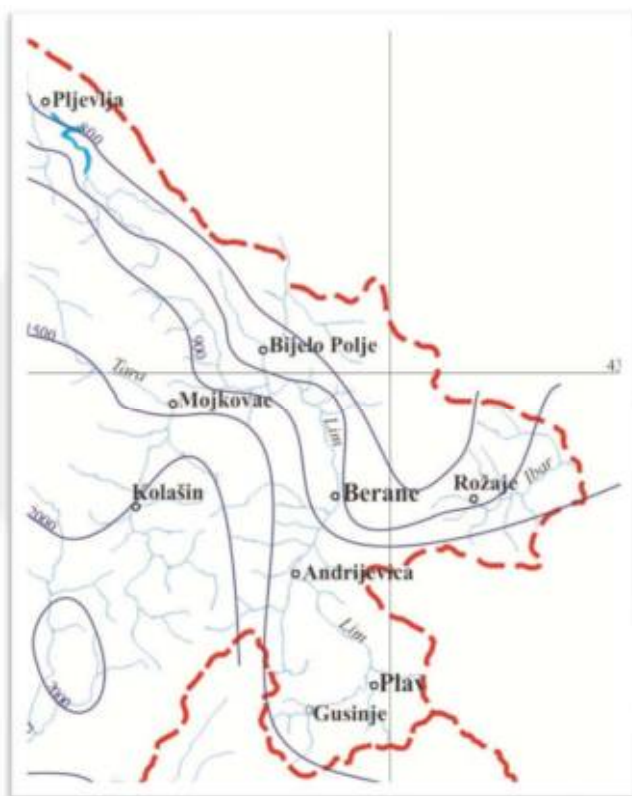
Takođe, na osnovu višegodišnjih analiza za teritoriju Crne Gore utvrđeno je da se:

sniježni pokrivač formira iznad **400 m n.v.**

iznad **600 m n.v.** dostiže debljinu veću od 30 cm

iznad **800 m n.v.** dostiže i preko 50 cm

S obzirom da se izvorište nalazi na oko 1000 m n.v., može se očekivati dugotrajno zadržavanje sniježnog pokrivača, što ima značajan uticaj na sezonski režim izdani.



Slika 2.2.2. Karta srednje višegodišnjih izohijeta šireg istražnog prostora

4. Režim temperature slivnog područja izvorišta „Krkori“

Temperaturne prilike u sjevernim i sjeveroistočnim oblastima Crne Gore uslovljene su udaljenošću od mora, nadmorskom visinom i konfiguracijom terena. Područje sliva izvorišta „Krkori“ ima izražen **kontinentalno-planinski temperaturni režim**.

Na osnovu podataka sa hidrometeorološke stanice **Berane**, najtopliji mjesec u godini je jul, dok je najhladniji **januar**.

- Srednja julska temperatura u nižim predjelima iznosi od **15 do 20°C**, dok je u Beranama zabilježena vrijednost od **18,2°C**.
- Srednja januarska temperatura iznosi između **–2°C i –4°C**, dok u višim predjelima dostiže i niže vrijednosti.
- Srednja minimalna januarska temperatura iznosi oko **–6°C** (Berane –6,5°C).

Planinski masivi zapadno i južno od sliva sprečavaju jači maritimni uticaj Jadranskog mora, što dovodi do izraženijih temperaturnih ekstrema.

Tabela 2.3.3.1. Srednja mjesečna temperatura vazduha na hidrometeorološkoj stanici Berane (1961-1990)

Mjesec													
	<i>jan</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>apr</i>	<i>maj</i>	<i>jun</i>	<i>jul</i>	<i>avg</i>	<i>sep</i>	<i>oct</i>	<i>nov</i>	<i>dec</i>	<i>GOD</i>
srv	-1.9	0.6	4.6	8.3	13.4	16.3	18.2	17.7	13.8	9.1	4.2	-0.5	8.6
max	4.8	5.9	7.4	11.3	16.5	18.5	22.3	20.5	16.3	12.6	8.5	3.5	22.3
min	-6.5	-4.8	0.3	0.6	10.3	14.4	16.2	14.2	10.0	5.4	-1.2	-3.9	-6.5

Tabela 2.3.3.2. Srednja maksimalna temperatura vazduha na hidrometeorološkoj stanici „Berane“

Mjesec													
	<i>jan</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>apr</i>	<i>maj</i>	<i>jun</i>	<i>jul</i>	<i>avg</i>	<i>sep</i>	<i>oct</i>	<i>nov</i>	<i>dec</i>	<i>GOD</i>
srv	2.6	6.3	10.8	15.1	20.3	23.3	25.6	26.0	22.0	17.0	10.0	3.5	15.2
max	7.0	12.7	14.8	19.5	24.0	26.8	31.5	30.7	25.8	20.4	15.0	7.8	31.5
min	-2.1	0.3	6.1	12.1	16.0	21.1	23.3	20.9	17.0	11.6	4.1	-0.3	-2.1

Tabela 2.3.2.3. Srednja minimalna temperatura vazduha na hidrometeorološkoj stanici „Berane“

Mjesec													
	<i>jan</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>apr</i>	<i>maj</i>	<i>jun</i>	<i>jul</i>	<i>avg</i>	<i>sep</i>	<i>oct</i>	<i>nov</i>	<i>dec</i>	<i>GOD</i>
srv	-6.0	-3.7	-0.8	2.6	6.5	9.5	10.7	11.0	7.3	3.4	-0.5	-4.1	3.0
max	-2.0	2.8	1.4	4.8	9.2	11.2	12.8	29.4	9.4	7.1	3.5	-0.1	29.4
min	-11.6	-9.6	-4.6	0.3	4.9	8.3	8.5	8.1	5.3	-0.5	-4.9	-7.5	-11.6

5. Režim vjetra slivnog područja izvorišta „Krkori“

Režim vjetra na posmatranom području u velikoj mjeri zavisi od konfiguracije terena, raspodjele polja vazdušnog pritiska i sezonskih meteoroloških uslova.

Na osnovu tridesetogodišnjih osmatranja na HMS **Berane** (1961–1990), vjetrovi različitih smjerova su približno ravnomjerno zastupljeni. Zabilježen je veliki procenat tišina – čak **64,1%**, međutim treba naglasiti da su ovi podaci dobijeni na osnovu tri termina dnevnih mjerenja, što znači da mogu služiti samo kao orijentacioni.

Veliki procenat tišina vjerovatno je posljedica metodologije mjerenja, jer terminska mjerenja često ne registruju kratkotrajna strujanja vjetra između dva termina.

Tabela 2.3.3.1. Raspodjela prosječne maksimalne i prosječne srednje brzine vjetra i njegove čestine po pravcima - v_{max} (m/s), v_{sr} (m/s), čestina (%) na hidrometeorološkoj stanici „Berane“

smjer	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TIŠ
v_{max}	11.0	13.0	10.8	5.0	6.0	11.0	9.8	14.0	12.0	18.0	15.0	17.6	10.0	14.0	8.0	11.0	
v_{sr}	2.5	2.3	2.1	1.7	1.6	1.7	2.0	2.9	3.3	3.0	2.9	3.3	3.2	2.8	2.2	2.7	
čest.	4.0	3.8	2.3	1.5	1.8	1.3	0.8	1.8	1.3	2.2	1.9	3.5	2.7	2.5	1.0	3.6	64.1

6. Geološka građa slivnog područja izvorišta „Krkori“

6.1 Stratigrafsko-litološki sastav terena

Područje sliva izvorišta „Krkori“ pokriva širok raspon geoloških jedinica, od mezozoika do najmlađih kvartarnih tvorevina. Glavni izvor podataka predstavljaju:

- Osnovna geološka karta Crne Gore 1:100.000, list „Gusinje“ (Đokić, V. i sar., 1968)
- Na osnovu ovih podataka izrađena je i geološka karta šireg područja izvorišta „Krkori“.

Veći dio istražnog područja po svojoj tektonskoj i geološkoj pripadnosti pripada **Durmitorskoj tektonskoj jedinici**, a tereni sliva većinski su formirani trijaskim vulkanitima i donjotrijaskim sedimentima. Na ovom istražnom prostoru razvijeni su sedimenti od mezozoika pa do najmlađih kvartarnih tvorevina (prilog 2.).

6.2 Mezozoik

6.2.1 Donji trijas (verfenska facija)

Donjotrijaski sedimenti obrazovani su u istočnoalpskoj verfenskoj faciji i litološki su veoma slični gornjopaleozojskim slojevima na kojima transgresivno leže. Ukupna debljina procenjuje se na oko **450 m**.

Karakterišu ih:

- sitnozrnati kvarcni pješčari
- glinoviti i opori glinci
- tamnocrvene, sive i zelenkaste nijanse
- prelazi prema gornjim kvartnim konglomeratima

Tri glavne litofacije u okviru donjeg trijasa:

a) Kvarcni i krečnjački škriljci (T_1)

Najrazvijeniji u oblasti Kutske rijeke. Predstavljani su finim kvarcnim pješčarima, karbonatnim i sivim škriljcima, kao i uškriljenim krečnjacima zelenkaste do tamnosive boje.

b) Fukoidni krečnjaci (T_1)

Javljaju se na jugoistočnim i istočnim padinama Visitora, sjevernim padinama Zeletina, u Kutoj rijeci, na Karimanu i u izvornom dijelu Mojanske rijeke.

Predstavljani su sivim do tamnoplavim, laporovitim i pjeskovitim krečnjacima, sa postepenim prelazom prema kvarcitima i krečnjačkim škriljcima.

6.2.2 Srednji trijas (T_2)

Preko donjotrijaskih sedimenata nalaze se snažno razvijene mase srednjotrijaskih krečnjaka, koje morfološki oblikuju najveći dio visokih planinskih zona (Prokletije, Asanac, Mojanski vrhovi, Ilijina glava).

a) Neraščlanjeni srednji trijas (T_2)

Zauzima najveće površine na Zeletinu, Lipovici (jugozapadni obronci), Trojanu, Asancu i Mojanskim vrhovima.

Litološke karakteristike:

- donji dijelovi: slojeviti krečnjaci sa rožnacima (sive, zelene, crvenkaste boje)
- gornji dijelovi: masivni krečnjaci, lokalno sa dolomitičnim partijama
- boja: svijetlosiva do tamnosiva, mjestimično crvenkasta ili zelenkasta
- intenzivan metamorfizam u zoni kontakta sa vulkanitima (posebno Zeletin)

Prosječna debljina prelazi **400 m**.

b) Vulkanske stijene trijasa (T_2)

Najveće površine između Zeletina i Goleša, te u oblastima Grnčara, Kutu, Asanca i Vujeve planine.

Predstavljaju tipične **submarinske izlive**, koji se smjenjuju sa rožnacima, sericitskim škriljcima i fukoidnim krečnjacima.

Dva glavna tipa vulkanita:

- **Daciti i andeziti (αT_2)** – masivne do škriljave stijene, zelene i sivozelene boje, lokalno brečaste.
- **Kvarceratofiri i keratofiri (ηT_2)** – masivne i škriljave, često brečaste stijene, razvijene zapadno u okviru Visitorske mase.

6.2.3 Jura - „Dijabaz–rožnačka formacija“ (J)

Jurski sedimenti imaju široko rasprostranjenje u slivu izvorišta, naročito na prostoru Lipovice, Biograda i Pločica. Litološki su predstavljeni:

- krečnjačko–rožnačkim facijama
- laporovito–škriljavim serijama

- pješčarskim facijama

Leže transgresivno preko trijaskih krečnjaka i vulkanita. Procijenjena prosječna debljina: oko 300 m.

U okviru ove formacije javljaju se i magmatske stijene: dijabazi, kvarcdioriti, dioriti i dioritporfirit.

6.3 Kvartar

Kvartarske tvorevine su zastupljene u savremenim riječnim dolinama, padinama i u zonama nekadašnje glacijacije.

6.3.1 Aluvijalni nanos (al)

- Nalazi se u koritu Kutske rijeke i desne pritoke Štitske.
- Sastav: šljunak, pijesak, glina.

6.3.2 Deluvijalni nanos (d)

- Padine strmih krečnjačkih strana: Lipovica, Biograd, Ilijina glava.
- Materijal uglast, nesortiran, po sastavu odgovara neposrednom zaleđu.

6.3.3 Morene (gl)

- Pokrivaju izvorišni dio Kutske rijeke na albanskoj strani.
- Sastav: pijesak, mulj, pjeskovita glina i fragmenti stijena (krečnjaci, dolomiti, pješčari, eruptivne stijene).

6.4 Geotektonski sklop terena

Istražno područje slivnog područja izvorišta Krkori pripada Durmitorskoj tektonskoj jedinici, koja se odlikuje izrazito složenom strukturom i izraženim tektonskim deformacijama, uključujući navlačenja, boranja i intenzivan metamorfizam.

6.4.1 Durmitorska jedinica

Durmitorska jedinica ima karakter **navlake**, u kojoj su tvorevine **devona, karbona, trijasa i jure** navučene preko gornjokrednog fliša. Sedimentne i magmatske stijene ove jedinice pokazuju visok stepen metamorfizma, usljed čega se:

- pojedine vulkanske stijene (npr. daciti i keratofiri) lokalno teško razlikuju od hloritnih škriljaca,
- srednjotrijaski krečnjaci pojavljuju kao mermerisani, uškriljeni i polomljeni,
- pješčari i škriljci devona i karbona javljaju u znatno izmenjenom obliku, često bez jasno izražene slojevitosti.

Glavna tektonska struktura jedinice — **Durmitorska dislokacija** — na velikom dijelu terena jasno je izražena u reljefu kao strmi odsjek.

6.4.2 Strukturne jedinice i bore istražnog prostora

U okviru visitorsko–zeletinske oblasti, koja se prostire unutar slivnog područja i njegovog šireg zaleđa, razvijene su izrazite antiklinale i sinklinale, povezane s navlačnim pokretima i kasnijim erozionim preradama.

Sinklinala Zeletina

- Uočena u visitorskoj zoni.
- U jezgru sinklinale nalaze se **srednjotrijaski krečnjaci**.
- Pravac ose: **Z–SZ / I–II**, sa blagim padom ka **JJZ**.

Visitorska antiklinala

- Centralni dio visitorske eruptivne mase nalazi se u **tjemenu antiklinale**, polegla ka **JJZ**.
- Predstavlja važnu strukturnu cjelinu koja kontroliše izdizanje vulkanskih stijena i njihov odnos prema okolnim krečnjacima.

Lipovička sinklinala

- U jezgru se nalaze **jurski pelaški sedimenti**.
- Sinklinala je polegla ka **JJZ**, sa jako erodiranim krilima.
- Osa sinklinale se nastavlja u jurskim sedimentima **Pločica i Biograda**, produžavajući se prema teritoriji Albanije.

Asanečka antiklinala

- Andeziti i daciti koji izgrađuju Asanec nalaze se u tjemenu antiklinale čija osa ima pravac **SZ–II**.
- Antiklinala se nalazi u produžetku visitorske strukture, iako morfologija doline Kutske rijeke daje utisak da se radi o dvije zasebne forme.
- Blago nagnuta ka jugozapadu i dijelom prelazi na teritoriju Albanije.

Sinklinala Vujeve planine

- Krečnjaci srednjeg, a lokalno i gornjeg trijasa na Vujevoj planini smješteni su u dnu sinklinale.
- Sinklinala dijeli zajedničko krilo sa Asanečkom antiklinalom, što ukazuje na povezan borani sistem.

Mojanska bora

- Srednjotrijaski krečnjaci sa rožnacima i krečnjačke breče na području Mojana oblikuju kompletnu boru polegla ka jugozapadu.
- Između Maja Zabelita i Planinice u profilima se smenjuju donjotrijaski i srednjotrijaski krečnjaci, što ukazuje na višestruku ponovljenost serija usled tektonskih pokreta.

6.4.3 Navlačni i reversni odnosi

Prostor Vujeve planine i Ilijine glave predstavlja visoko izdignut i **reversno navučen** blok, položen preko različitih mezozojskih jedinica.

Zabilježeni su kontakti u kojima su:

- preko jurskih pelaških sedimenata navučeni **srednjotrijaski daciti**,
- kontakt donjeg i srednjeg trijasa na desnoj obali Mojanske rijeke **isključivo tektonskog karaktera**.

Ovi odnosi potvrđuju intenzivnu tektonsku aktivnost i naknadnu deformaciju mezozojskog kompleksa.

7. Hidrogeološke karakteristike slivnog područja izvorišta Krkori

Hidrogeološke osobine slivnog područja izvorišta „Krkori“ određene su složenom litostratigrafskom građom (od donjeg trijasa do kvartara), izraženom tektonskom razuđenosti i kombinacijom karstno-pukotinskih i nepropusnih stijenskih masa. Sva dosadašnja saznanja zasnivaju se na preglednim hidrogeološkim kartama i ograničenoj količini podataka, budući da na području sliva nijesu sprovedena namjenska i detaljna hidrogeološka istraživanja.

7.1 Hidrogeološka svojstva i funkcija stijenskih masa

U okviru slivnog područja izvorišta izvršena je podjela stijenskih masa na **propusne i nepropusne** hidrogeološke jedinice.

7.1 Propusne stijene

7.1.1 Kvartarni sedimenti intergranularne poroznosti

U ovu grupu svrstani su deluvijalni, glacijalni (morenski) i aluvijalni sedimenti. Oni su prostorno ograničeni, ali lokalno značajni za akumulaciju i kratkotrajno kretanje podzemnih voda.

Deluvijalni sedimenti (drobine, sipari)

- Razvijeni na strmim padinama Lipovice, Biograda i Ilijine glave.
- Nastali raspadanjem krečnjaka, dolomita, vulkanita i rožnaca.
- Nevezani su, sa izraženom intergranularnom poroznošću.
- Omogućavaju brzu infiltraciju nakon padavina.
- U pojedinim zonama kriju **primarne izvore** na kontaktima propusnih i nepropusnih stijena — naročito kada se radi o drobinskim masama koje prekrivaju tektonske ili litološke barijere.

Glacijalni (morenski) sedimenti

- Malog rasprostranjenja i ograničene izdašnosti.
- Imaju značaj u izvorišnom dijelu Kutske rijeke (Albanska strana), gdje lokalno doprinose podzemnom dotoku prema izvorištu Krkori.

Aluvijalni sedimenti

- Razvijeni u koritu Kutske rijeke i Štitske rijeke.

- Građeni od šljunka, pijeska i glina različite sortiranosti.
- Transmisivnost je uslovljena procentom gline — veći sadržaj gline znači nižu propusnost.
- Podzemne vode se javljaju u vidu zbijenih izdani, zavisnih od nivoa površinskih tokova.
 - Deluvijalni sedimenti, glacijalni (morenske) i aluvijalni nanos u dolinama.
 - Slaba do dobra transmisivnost.
 - Intergranularni akviferi važni su za lokalnu akumulaciju podzemnih voda, naročito u koritu Kutske rijeke i Štitske rijeke.

7.1.2 Karbonatne stijene karstno-pukotinske poroznosti

U ovu kategoriju svrstani su:

- **sivi, mermerisani i uškrljeni krečnjaci srednjotrijaske starosti (T₂), lokalno sa rožnacima.**

Karakterišu ih:

- dominacija pukotinskog i prslinskog pora,
- slaba karstifikacija,
- ograničena propusnost i mala akumulativnost.

Najveće rasprostranjenje imaju u:

- višim zonama Zeletina,
- jugozapadnim padinama Lipovice,
- području Trojana i Asaneca.

Stepen propusnosti zavisi od:

- udjela rožnaca i glinovito-laporovitih primjesa,
- jačine tektonske rastrojenosti,
- visinskog položaja i odnosa prema okolnim jedinicama.

Zbog slabe karstifikacije, ove stijene čine **vodonosnike manje produktivnosti**, a infiltracija i kretanje voda pretežno je vezano za pukotine u zoni raspadanja i tektonskih deformacija.

7.2 Nepropusne stijene

U ovu grupu svrstane su litološke jedinice koje hidrogeološki predstavljaju **barijere**, odnosno terene pretežno bezvodnog karaktera:

- **Krečnjaci sa rožnacima, laporoviti škrljci, škrljavi laporci i dijabazi jurske starosti (J)**
- **Daciti, andeziti i tufovi srednjotrijaske starosti (T₂)**
- **Fukoidni krečnjaci donjotrijaske starosti (T₁)**

Ove stijene zauzimaju **najveći dio slivnog područja izvorišta Krkora** i predstavljaju dominantnu hidrogeološku cjelinu.

Karakteristike nepropusnih stijena:

- podzemne vode se u njima zadržavaju minimalno,
- dominira površinsko oticanje kroz brojne povremene i stalne potoke,
- vode se slivaju ka Kutoj rijeci i njenim pritokama,
- poniranje je moguće samo u zonama raspadanja ili lokalnog prisustva krečnjaka sa rožnacima i lomljivih pješčara.

Barijerni efekti

Donjotrijaski sedimenti (pješčari, laporoviti pješčari i konglomerati) predstavljaju snažne hidrogeološke barijere — podinske, povlatne i bočne — i usmjeravaju podzemno kretanje voda.

Vulkanske stijene srednjeg trijasa (andeziti, keratofiri, tufovi, dioriti) takođe djeluju kao **djelimične barijere**, koje lokalno mijenjaju puteve podzemnog oticanja.

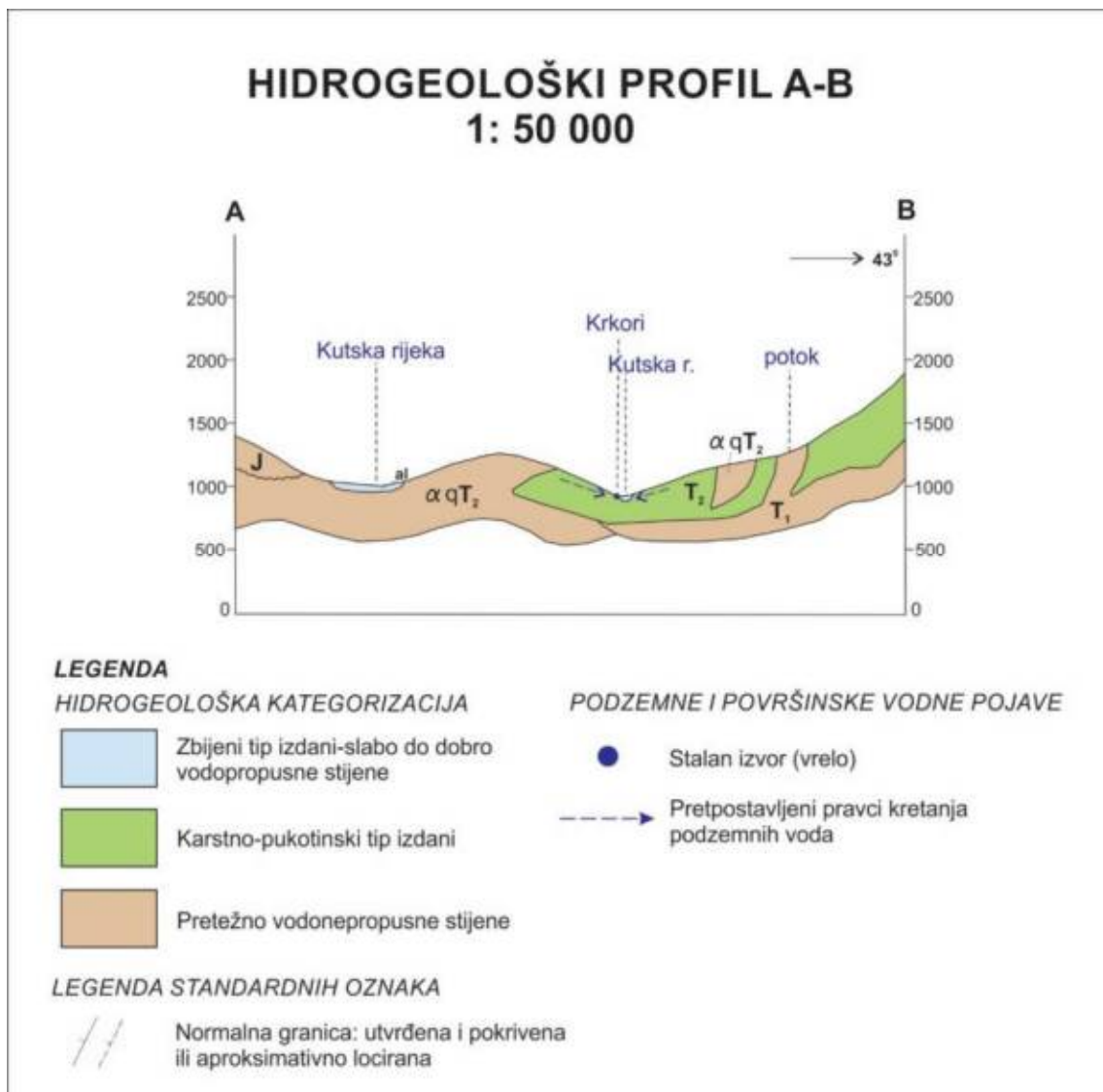
Zbog toga upravo ovaj kompleks nepropusnih i uslovno propusnih stijena daje **osnovni hidrogeološki pečat slivnom području izvorišta Krkori**, kontrolišući i količinu i putanje podzemnih tokova.

7.2 Oblast rasprostiranja izdani u planu I profile

Karstno-pukotinska izdan izvorišta „Krkori“ predstavlja ključni vodonosni sistem u najuzvodnijem dijelu sliva rijeke Kutoj, čiji se dio nalazi na teritoriji opštine Andrijevića. Mjesto pojave razbijenog izvorišta vrela Krkori smješteno je u koritu Kutoj rijeke, na njenoj lijevoj obali, i prekriveno je krupnozrnim drobinom. Isticanje podzemne vode neposredno je vezano za hidrogeološki kontakt vulkanskih stijena i krečnjaka sa rožnacima srednjotrijaske starosti, što uslovljava formiranje stabilne karstno-pukotinske izdani (slika 2.4.2).

Ležište podzemnih voda koje napaja vreo Krkori formirano je u pukotinsko-karstnom akviferu, koji se prostire na ukupnoj slivnoj površini od oko **49 km²**, od čega se dio nalazi na području Crne Gore, a dio na teritoriji Albanije. Ovakva geološka struktura omogućava akumulaciju i relativno brzo podzemno oticanje vode kroz pukotinske i karstifikovane zone.

Najveći dio izdanskih voda ovog sistema već je obuhvaćen postojećim kaptažnim objektima. Prema dostupnim podacima, minimalna izdašnost izvorišta Krkori iznosi oko **100 l/s**, pri čemu se voda odlikuje vrlo dobrim kvalitetom i stabilnim hidrološkim režimom, što čini ovaj resurs posebno značajnim za vodosnabdijevanje i planiranje daljih vodoprivrednih aktivnosti u opštini Andrijevića.



Slika 2.4.2 Hidrogeološki profil vodoizvorišta Krkori

7.3 Pretpostavljena zona uticaja na izvorište „Krkori” i pravci kretanja podzemnih voda

Pretpostavljena zona uticaja izvorišta „Krkori” obuhvata prostor gornjeg toka Kutske rijeke, sa ukupnom površinom sliva od približno **53.20 km²**, kako je prikazano na priložima 3 i 5. Ova zona graniči:

- **na sjeverozapadu** – sa slivnim područjem Mojanske rijeke,
- **na jugozapadu** – sa slivom rijeka Ljumi i Vermošit (Grlja),
- **na jugu** – sa slivnim područjem rijeke Grnčar,
- **na istoku** – sa slivom Murinske rijeke i pritokama (Dosova rijeka, Nenov potok i dr.).

Kutska rijeka, zajedno sa Perućicom, formira Zlorečicu. Njeni izvorišni dijelovi nalaze se u podnožju planinskih masiva na teritoriji Albanije (Veliki i Mali Mojan, Ilijina glava, Žijeva glava, Tomova glava).

Zbog predominacije nepropusnih stijenskih masa u većem dijelu sliva, padavinske vode se uglavnom površinski koncentrišu i odvođe u doline vodotoka.

Na području sela Kutu, u zoni ušća Štitske rijeke, Kutska rijeka formira proširenje doline u kojoj je lokalno razvijen aluvijum. U srednjem toku, od izvorišta Krkori prema vrelu Makva i dalje prema Lugovima, rijeka presijeca više hidrogeoloških cjelina: kvarcne i krečnjačke škriljce, tamnosive fukoidne krečnjake i trijasku vulkanite, stvarajući usjeke i manje klisure.

Granica pretpostavljenog sliva izvorišta „Krkori“ formirana je preko niza planinskih i pograničnih vrhova. Polazeći od sjevera, vododjelnica ide preko Pčelinjaka i Šaranovog brda (srednjetrijaski vulkaniti i jurska dijabaz-rožnačka formacija), potom preko vrhova Biograda, Tomove glave, Žijeve glave, Ilijine glave i Mojanskih vrhova (kompleksi srednjetrijaskih krečnjaka). Na južnoj strani prelazi na teritoriju Albanije preko vrhova Maja e Marljuijs, Maja e Made, Verši i Degum i Maja Štočica, da bi se kod kote 1490 m ponovo vratila u Crnu Goru prema Lipovici, Grebenu i dalje istočno preko Veljeg vrha i Mise. Na sjeveroistoku se zatvara preko Zeletina, Elezove kose i Kurdžakova krša, izgrađenih pretežno od trijaskih vulkanita.

Na osnovu hidrogeoloških karakteristika terena, smatra se da postoji **hidraulička povezanost između ponorskih zona u koritu Kutske rijeke i izvorišta Krkori**, što potvrđuje usmjerenost i struktura karstno-pukotinskog akvifera.

Generalni pravci podzemnog oticanja u širem području izvorišta su:

- od sjeverozapada ka jugoistoku i istoku,
- te od jugoistoka prema sjeveru, u zavisnosti od lokalnih tektonskih i litoloških uslova.

Ovakva konfiguracija terena i hidrogeološka građa imaju presudan značaj za razumijevanje režima podzemnih voda i definisanje mjera zaštite izvorišta na teritoriji opštine Andrijevica.

7.4 Režim karstno-pukotinske izdani izvorišta „Krkori“

Režim karstno-pukotinske izdani izvorišta „Krkori“ može se sagledati samo kroz opšte geološke i hidrogeološke zaključke, budući da su dostupni podaci ograničeni i zasnovani na procjeni minimalne izdašnosti, poznavanju geološke građe, hidrogeoloških osobina terena, stepena skaršćenosti, vegetacionog pokrivača, nadmorske visine sliva i klimatskih uslova. Među klimatskim faktorima, **padavine** imaju najveći uticaj na dinamiku izdašnosti predmetnog vrela.

Za pouzdano definisanje režima karstno-pukotinskih voda neophodan je detaljan skup podataka, dobijen kontinuiranim praćenjem **kvaliteta i kvantiteta** izdanjskih voda. Takva mjerenja omogućavaju analizu odziva sistema, procjenu kapaciteta akvifera i definisanje hidrogeoloških parametara od značaja za upravljanje vodnim resursom.

S obzirom na to da u slivnom području izvorišta „Krkori“ **nisu sprovedena namjenska, detaljna hidrogeološka istraživanja**, uključujući:

- definisanje izdani u planu i profilu,
- sistemsko praćenje režima izdašnosti,
- određivanje parametara vodonosnog sistema,

nije moguće dati precizne podatke o ukupnim rezervama karstno-pukotinske izdani.

Na osnovu procijenjene **minimalne izdašnosti od oko 100 l/s** (u periodu niskih voda, avgust–septembar), izvršena je orijentaciona procjena dinamičkih rezervi podzemne vode. Primjenom standardne bilansne jednačine dobija se godišnja količina obnavljajućih rezervi u iznosu od približno:

$$Q \approx 3,15 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{god.}$$

Iako ova vrijednost daje okvirnu sliku o potencijalu ležišta podzemnih voda, pouzdano definisanje režima izdani nije moguće bez uspostavljanja **kontinuiranog monitoringa**, koji trenutno nedostaje.

Za potrebe bilansiranja karstno-pukotinske izdani i utvrđivanja parametara vodonosnika, neophodno je izraditi i realizovati **Program hidrogeoloških istraživanja i hidrometrijskih mjerenja**. Ovaj program bi obezbijedio:

- preciznije određivanje izdašnosti i oscilacija nivoa podzemnih voda,
- uvid u odnos padavina i odziva akvifera,
- određivanje kapaciteta i dinamike punjenja i pražnjenja izdani,
- pouzdane osnove za valorizaciju i racionalno korišćenje izvorišta.

Poznavanje kvantitativnih i kvalitativnih parametara karstno-pukotinskog sistema izvorišta Krkori predstavlja ključnu pretpostavku za planiranje dugoročnog i održivog korišćenja ovog vodnog resursa na teritoriji opštine Andrijevica.

8. Hidrografske i hidrološke karakteristike terena

8.1 Glavni vodotok i sliv

Na području sliva izvorišta „Krkori“ najznačajniji vodotok je **Kutska rijeka**, koja prima brojne stalne i povremene pritoke sa slivnog područja. Nizvodno od izvorišta, Kutska rijeka se spaja sa rijekom **Perućicom** (825 mnm), čime nastaje rijeka **Zlorečica**.

Kutska rijeka je lijeva pritoka Lima II reda, sa površinom sliva od **53,19 km²** i dužinom toka od **11,75 km**. Ovaj vodotok spada u grupu djelimično izučenih vodotoka.



Slika 2.5. Prikaz sliva Kutske rijeke

8.2 Hidrometrijska istraživanja

Istraživanja Kutske rijeke vršena su od strane Hidrometeorološkog zavoda Crne Gore:

- Period osmatranja: 1985–1992. godine (profil Đulići, kota 850 mm).
- Period merenja: april 2007. – avgust 2008. godine (profil Kuti, kota 950 mm, period obrade 495 dana).
- Pokrivenost amplitude vodostaja: 60 % (Bošković i sar., 2008).

8.3 Režim protoka i sezonske oscilacije

- Srednji godišnji protok: 2,14 m³/s
- Apsolutni maksimum: 62,03 m³/s (novembar 2007)
- Apsolutni minimum: 0,266 m³/s (avgust 2007)

Odnos apsolutnog maksimuma prema srednje dnevnom proticaju: **1,6 puta**

Odnos apsolutnog minimuma prema srednje dnevnom proticaju: **1,3 puta**

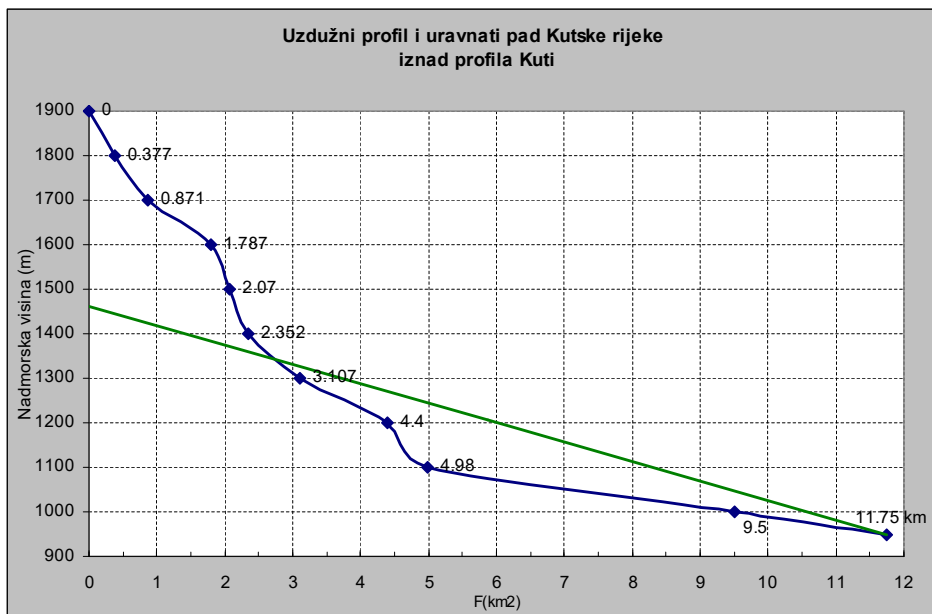
- Najvodniji mjeseci: april, maj, novembar
- Najsušniji mjeseci: avgust, septembar

Hidrografski i hidrološki podaci ukazuju na značajnu varijabilnost protoka, što je važno za planiranje vodosnabdijevanja i zaštitu izvorišta.

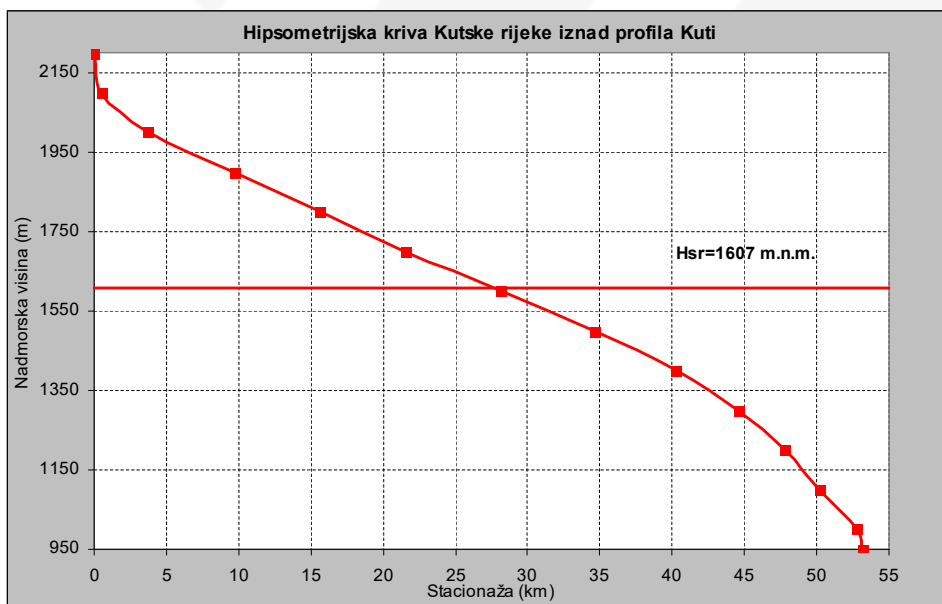
Tabela 2.5. Fizičkogeografske karakteristike sliva Kutske rijeke

1	Površina sliva F	53,2	[km ²]
2	Dužina toka L_T	11,75	[km]
3	Dužina sliva L_s	11,7	[km]
4	Obim sliva S	38,7	[km]
5	Srednja širina sliva $B=F/L_s$	4,53	[km]
6	Pravolinijska udaljenost izvor-ušće L_i	6,61	[km]
7	Pravolinijska udaljenost težišta sliva od ušća U_T	2,95	[km]
8	Koeficijent razvijenosti vododjelnice K_s	1,50	[-]
9	Koeficijent izduženja sliva K_o	2,50	[-]
10	Koeficijent koncentracije sliva K_c	0,932	[-]
11	Koeficijent krivudavosti toka K_L	1,75	[-]
12	Maksimalna visina sliva H_{max}	2196	[m n. m.]
13	Minimalna visina sliva H_{min}	950	[m n. m.]
14	Srednji pad sliva I_{sr}	53,6	[%]
15	Maksimalni pad kosine doline I_{max}	60,4	[%]
16	Srednja nadmorska visina sliva H_{sr}	1607	[m n. m.]
17	Srednja visinska razlika sliva ΔH	657	[m]
18	Uravnati pad toka I_t	4,34	[%]
19	Maksimalni pad toka I_{t1}	35,3	[%]
20	Srednji maksimalni pad toka I_{t2}	12,4	[%]

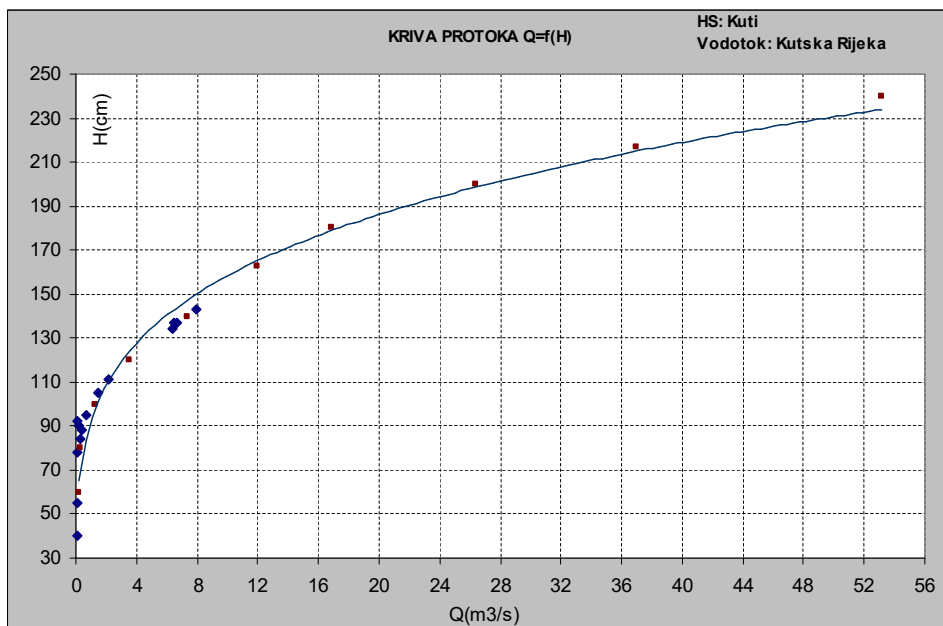
Dijagram 2.5.1. Uzdužni profil i uravnati pad Kutske rijeke iznad profila Kuti



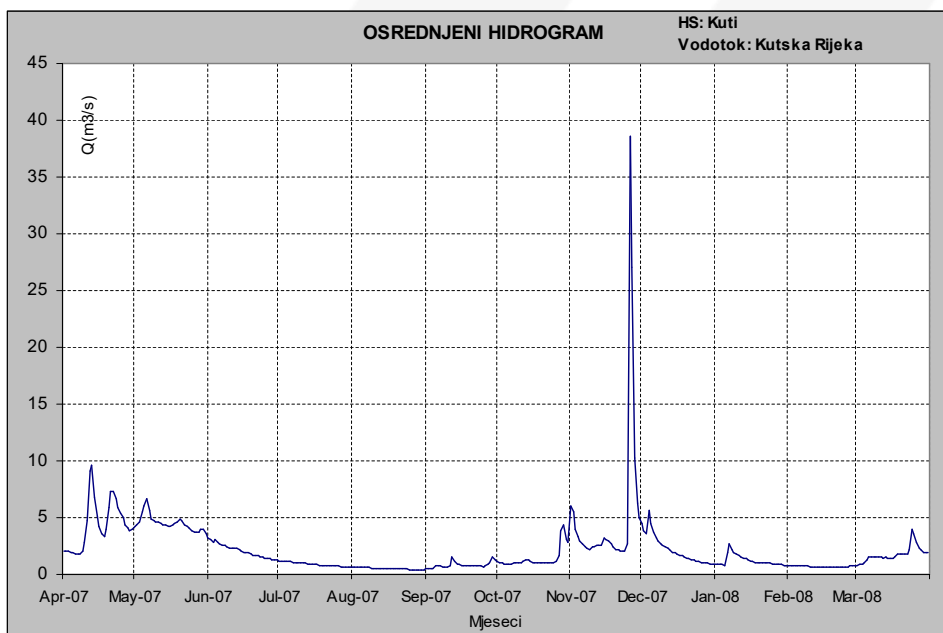
Dijagram 2.5.2. Hipsometrijska kriva Kutske rijeke iznad profila Kuti



Dijagram 2.5.3. Kriva protoka na Kutoj rijeci



Dijagram 2.5.4. Osrednji hidrogram na Kutoj rijeci



Dijagram 2.5.5. Kriva trajanja učestalosti na Kutskoj rijeci

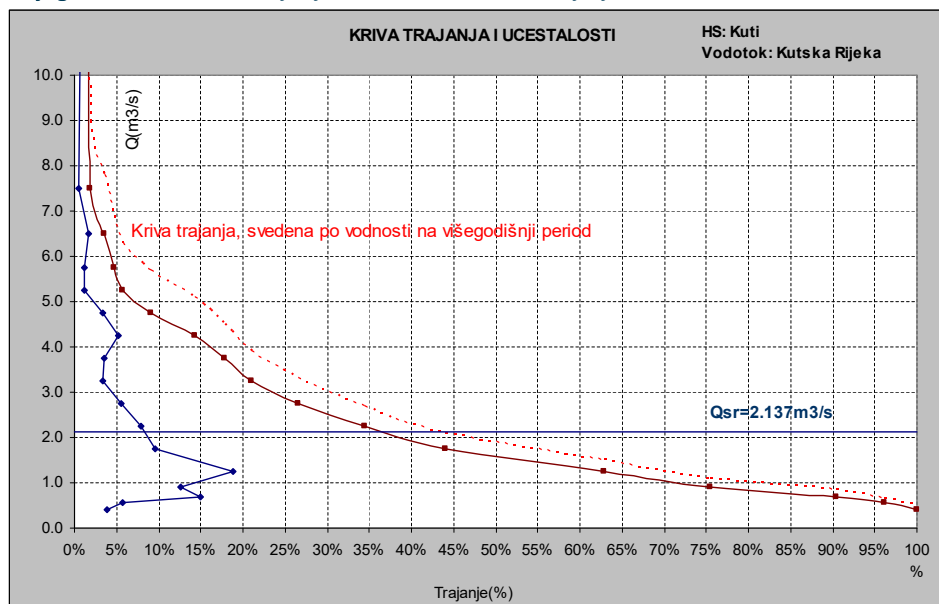


Tabela 2.5.6. Središnji protok Kutske rijeke

Trajanje	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
Q(m³/s)	5.5	4.7	4.16	3.39	2.88	2.54	2.21	1.88	1.73	1.53
Trajanje	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	
Q(m³/s)	1.42	1.31	1.17	1.02	0.875	0.847	0.750	0.678	0.583	

Tabela: 2.5.7. Srednji godišnji protok na pojedinim profilima Kutske rijeke

Profil (mm)	Q _{sr} (m³/s)	Modul oticanja (q (l/s/km²))	Koeficijent oticaja k
Đulići – 850	4.15	48.03	0.918
Kuti – 950	2.56	48.10	0.893
Profil - 1000	2.32	48.60	0.902

9. Analiza postojećeg stanja sistema vodosnabdijevanja

9.1 Izvorište „Krkori“ – opis I hidrogeološke karakteristike

Izvorište „Krkori“ predstavlja centralni i strateški najznačajniji vodozahvat za sistem vodosnabdijevanja opštine Andrijevice. Sa aspekta raspoloživih količina, mogućnosti gravitacionog transporta i kvaliteta vode, ovo izvorište čini osnovu postojećeg i budućeg razvoja sistema vodosnabdijevanja za gradsko područje i dio okolnih ruralnih naselja.

Izvorište se sastoji od **tri kaptažna objekta** kojima se zahvata voda sa ukupno **četiri izvora**. Radi se o kontaktnim izvorima u složenoj geološkoj sredini, gdje se ističu masivni krečnjaci u povlati, škriljavi i fukoidni krečnjaci, te vulkanske stijene u podini.

Kotne visine izvora su:

- **Kaptaža 1:** 1002,62 mnm
- **Kaptaža 2:** prvi izvor 1002,26 mnm, drugi izvor 1001,95 mnm
- **Kaptaža 3:** 1001,80 mnm

Prema podacima iz Glavnog projekta vodovoda za Andrijevicu iz 1980. godine, procijenjena izdašnost izvorišta iznosila je **200-250 l/s**. Nakon rekonstrukcije tokom 2015/2016. godine, instalirani kapacitet sistema povećan je na **505 l/s**. Time je obezbijedena dovoljna količina vode za pouzdano snabdijevanje grada Andrijevice i dijela pripadajućih mjesnih zajednica, uključujući Trešnjevo, Zabrdje, Slatinu, Prisoje, Seoca, Andželate i Bojoviće.

Voda sa pojedinačnih kaptaža se **sabirnim kanalima** gravitaciono dovodi do taložnice, gdje se vrši osnovna hidraulička i sanitarna kontrola dotoka, nakon čega se dalje transportuje prema hlornoj stanici i distributivnoj mreži sistema vodosnabdijevanja.

9.2 Opšte karakteristike vodovodnog sistema

Prvobitni sistem vodosnabdijevanja naselja Andrijevice bio je baziran na zahvatanju vode sa izvora rijeke Zlorečice, uz primjenu pumpnog postrojenja, rezervoarskog prostora i ograničene distributivne mreže. Takav koncept bio je funkcionalan u početnoj fazi razvoja naselja, ali je usljed demografskog rasta, širenja urbanog područja i povećanih potreba za vodom, vremenom postao nedovoljan i nepouzdan.

Krajem 1980-ih godina, Vodoprivredna organizacija „Zeta“ iz Titograda izradila je Glavni projekat vodovoda za Andrijevicu, kojim je predviđen novi i znatno kapacitetniji sistem vodosnabdijevanja. Projektom je planirano zahvatanje vode sa izvorišta „Krkori“, koje se nalazi na lijevoj obali Kutske rijeke, na udaljenosti od oko 13 km od Andrijevice. Topografski uslovi omogućili su projektovanje gravitacionog sistema.

Projektovani sistem zamišljen je kao dugoročno rješenje koje treba da obezbijedi stabilno i kvalitetno snabdijevanje vodom grada Andrijevice i okolnih naselja (Andželate, Bojovići, Đulići, Kralje, Prisoje, Seoce i Slatina), sa planskim horizontom od najmanje 50 godina.

Tokom 2015/2016. godine izvršena je rekonstrukcija vodozahvata izvorišta „Krkori“, pri čemu je instalirani kapacitet sistema povećan na 505 l/s. Sa ovog izvorišta trenutno se snabdijeva oko 2.100

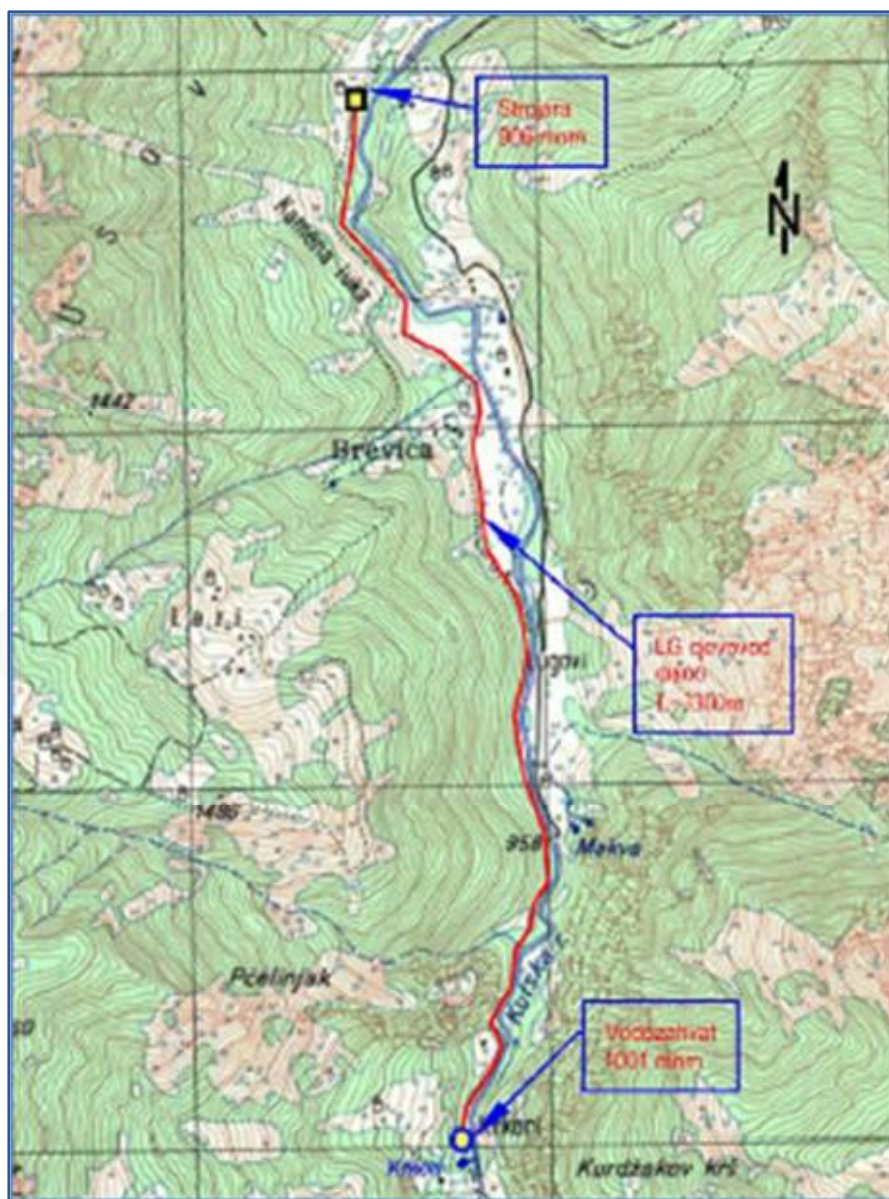
stanovnika opštine Andrijevica. Pored gradskog jezgra, u sistem su djelimično uključeni i periferni dijelovi navedenih mjesnih zajednica.

Rekonstrukcija je obuhvatila i izgradnju čeličnog cjevovoda DN 800 mm u dužini od 3 336 m, koji vodi od vodozahvata do prekidne komore, hlorne stanice i objekta male hidroelektrane. U narednom periodu, tokom 2016/2017. godine, rekonstruisana je i dionica od kuće Đekića do veterinarske stanice u dužini od oko 4,5 km, primjenom polietilenskih (PE) cijevi.

Cjelokupan vodovodni sistem funkcioniše kao gravitacioni i može se funkcionalno podijeliti na sljedeće cjeline:

1. vodozahvat „Krkori“ sa tri kaptažna objekta i sabirnim kanalima,
2. transportni čelični cjevovod DN 800 mm u dužini od 3 336km do hlorne stanice,
3. hlorna stanica sa rezervoarom zapremine 100 m³ i malom hidroelektranom,
4. transportni cjevovod od PE 100 Ø300 mm u dužini od 9 392 km do Andrijevice,
5. primarna i sekundarna distributivna mreža ukupne dužine oko 31 km.

Primarnu mrežu, u dužini od oko **15 km**, uglavnom čine cementno-azbestne (ACC) cijevi, dok je sekundarna mreža duga oko **16 km**. Trenutna pokrivenost stanovništva vodovodnom mrežom iznosi približno **25%**, što ukazuje na potrebu njenog daljeg proširenja.



Slika 2.6.1 Prikaz trase cjevovoda od vodoizvorišta Krkori do hlorne stanice



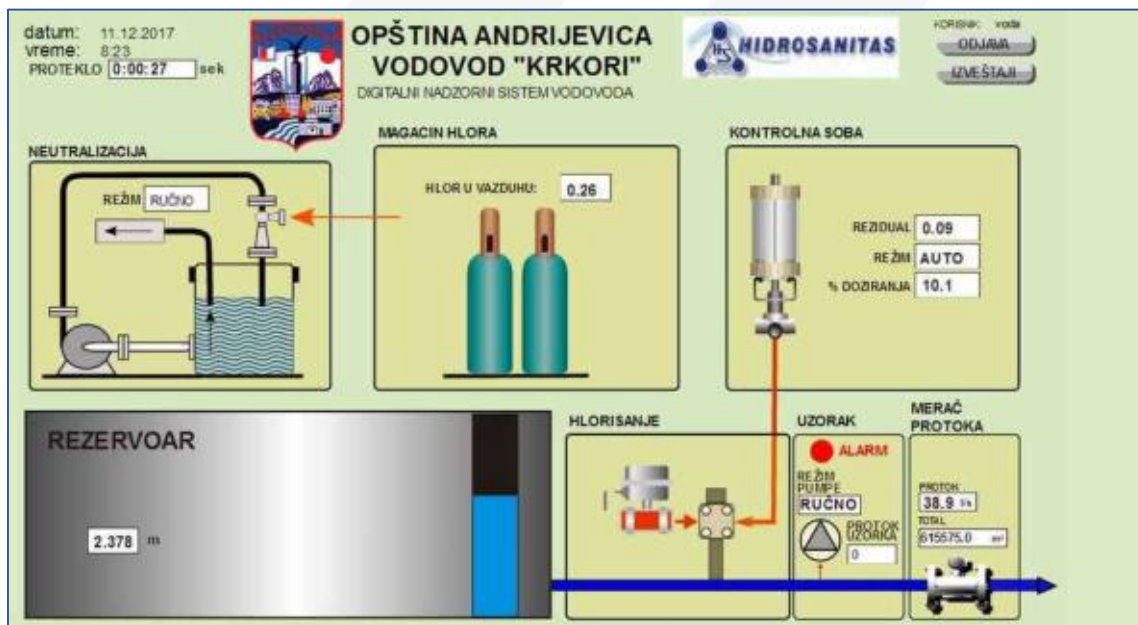
Slika 2.6.3 Prikaz vodovodnog sistema „Krkori“



Slika 2.6.4 Prikaz vodoizvorišta „Krkori“



Slika 2.6.5 Hlorna stanica vodoizvorišta Krkori



Slika 2.6.6 Šematski prikaz postrojenja za hlorisanje



Slika 2.6.7 Šema vodovodnog sistema „Krkori“

9.3 Postojeći rezervoari u sistemu

1. Rezervoar u zoni hlorne stanice (Krkori – MHE)

U sistemu vodosnabdijevanja opštine Andrijevica trenutno je u funkciji **jedan operativni rezervoar**, smješten nizvodno od vodozahvata „Krkori“, u zoni hlorne stanice i male hidroelektrane.

Objekat se nalazi na trasi između izvorišta i grada Andrijevice, u neposrednoj blizini hlorne stanice i male hidroelektrane (mHE „Krkori“), na udaljenosti od približno 3,4 km od vodozahvata.

Rezervoar ima ulogu **radnog (operativnog) rezervoara sistema**, u kojem se vrši:

- kratkotrajno zadržavanje vode,
- hlorisanje i osnovna priprema vode za distribuciju,
- djelimična regulacija protoka prema potrošačima.

Na osnovu podataka dobijenih terenskim geodetskim snimanjem, definisane su sljedeće kote rezervoara:

- kota dna bazena: **901,56 m n.m.**
- kota nivoa vode (radni nivo): **904,05 m n.m.**
- kota vrha bazena: **905,446 m n.m.**

Rezervoar je hidraulički povezan sa glavnim transportnim cjevovodom i predstavlja **ključnu tačku sistema**, jer se neposredno nizvodno od njega nalazi mjerač protoka i pritiska, koji je trenutno jedina pouzdana mjerna tačka za praćenje rada sistema. Upravljanje pritiscima u mreži se, međutim, ne vrši automatski, već se djelimično ostvaruje nekontrolisanim ispuštanjem vode prema gradskoj mreži, što dovodi do dodatnih gubitaka i hidrauličke nestabilnosti.

2. Rezervoar iznad gradske zone Andrijevice

Na području katastarske opštine Andrijevica postoji rezervoar izgrađen 1980-ih godina, projektovan kao **prelivni objekat za regulaciju pritiska u sistemu**.

Međutim, prema dostupnim informacijama dobijenim od Opštine Andrijevica i DOO „Vodovod i kanalizacija“ Andrijevica:

- ne postoje pouzdani podaci o njegovoj zapremini,
- ne postoje potvrđene geodetske kote,
- nije jasno definisana njegova trenutna niti planirana funkcija u okviru savremenog režima rada sistema.

3. Rezervoari Božići

U naselju Božići planirana su dva rezervoara zapremine 30 m^3 i 50 m^3 , koji su projektovani, ali **nisu izgrađeni** i ne postoje u eksploataciji.

Predviđeni su za vodosnabdijevanje naselja Božići iz **posebnog lokalnog izvorišta**, koje nije povezano sa sistemom Krkori–Andrijevica.

U okviru ovog idejnog rješenja, rezervoari Božići **ne tretiraju se kao dio gradskog sistema**, već kao potencijalni elementi lokalnog vodovoda, uz mogućnost faznog povezivanja pojedinih zaseoka na gradski sistem, gdje to hidraulički i visinski uslovi dozvoljavaju.

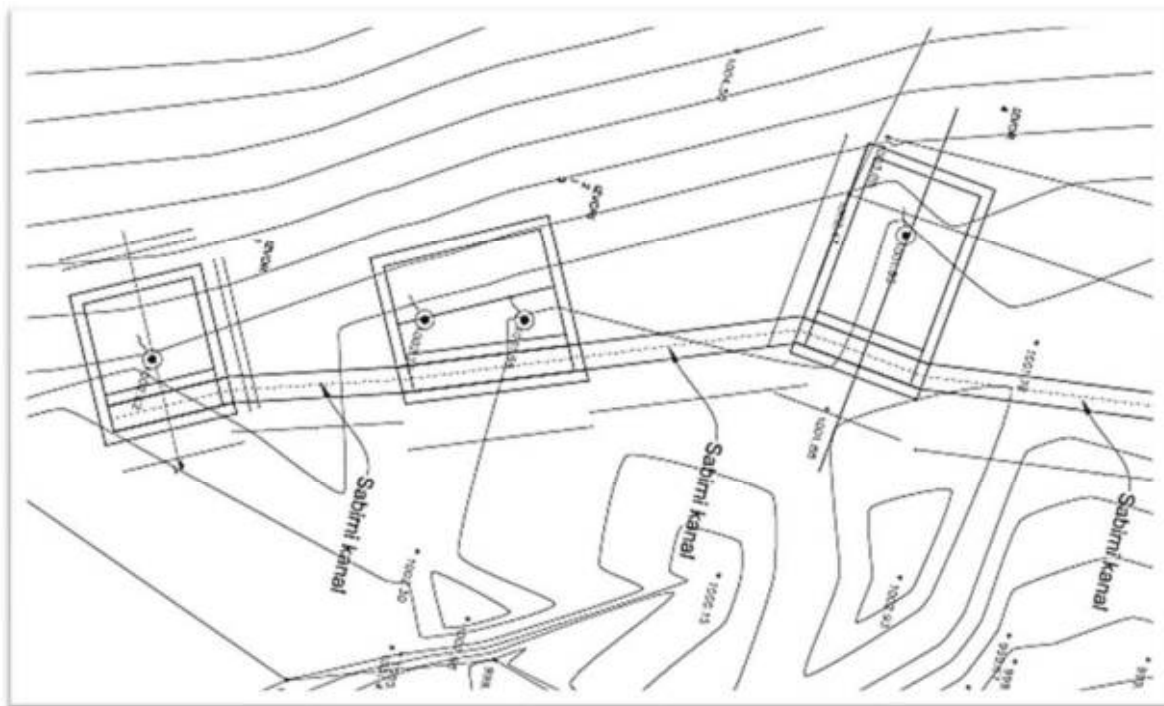
9.4 Vodozahvat I tehničke karakteristike izvorišta „Krkori“

Vodoizvorište „Krkori“ nalazi se na katastarskoj parceli br. 1131 K.O. Cecine. Izvorišna zona obuhvata tri kaptažna objekta kojima se zahvata voda sa četiri izvora locirana na kontaktu karbonatnih stijena u povlati i škriljavih, fukoidnih krečnjaka i vulkanskih sedimenata u podini.

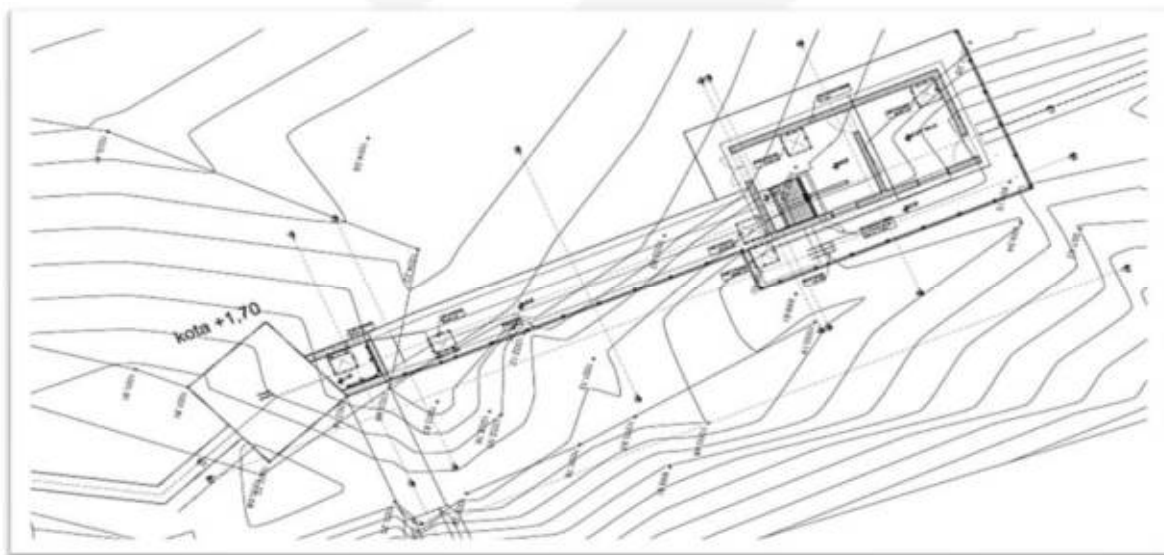


Slika 2.7.1. Prikaz izvorišta „Krkori“, betonske ustave za mHE i Kutske rijeke(Geoportal Crne Gore)

Kaptažni objekti su međusobno povezani sabirnim kanalima, putem kojih se voda gravitaciono dovodi do taložnice. Taložnica je izvedena sa ulaznim kanalom, prelaznim dijelom, aeracionim oknom i zasunskom komorom, dok se iz hlorne stanice voda distribuira u vodovodnu mrežu.



Slika 2.7.2 Prikaz položaja kaptaže (Dopuna Glavnog projekta rekonstrukcije vodovoda „Krkori“- Hidrotehnički dio; Potencijal d.o.o. Kolašina)



Slika 2.7.3 Prikaz položaja taložnice (Dopuna Glavnog projekta rekonstrukcije vodovoda „Krkori“- Hidrotehnički dio; Potencijal d.o.o. Kolašina)



Slika 2.7.4 Arhivski snimak izvorišta (prije rekonstrukcije)



Slika 2.7.5 Kaptaze vodoizvorišta „Krkori“ sa dijelom sabirnog kanala



Slika 2.7.6 Kaptaze vodoizvorišta „Krkori“ sa dijelom lokalnog puta

Prema podacima DOO „Vodovod i kanalizacija“ Andrijevica, minimalna pouzdana izdašnost izvorišta „Krkori“ u malovodnom periodu, zasnovana na kontinuiranom mjerenju protoka na mjeraču instaliranom na izlazu iz rezervoara u zoni hlorne stanice i MHE, iznosi **70 l/s**.

Ova vrijednost predstavlja **godišnji prosjek izmjerenog protoka** i jedini je operativno potvrđen i pouzdan podatak kojim upravljač sistema trenutno raspolaže. Iako postoje starije procjene da izdašnost izvorišta u pojedinim hidrološkim uslovima može dostići i do 100 l/s, navedena vrijednost nije potvrđena aktuelnim mjerenjima niti savremenim hidrogeološkim elaboratom.

Shodno tome, za potrebe ovog idejnog rješenja, **projektno-sigurna vrijednost izdašnosti izvorišta „Krkori“ usvaja se u iznosu od 70 l/s**.



Slika 2.7.7 Prikaz kaptažnih objekata i makadamskog puta

Terenskim obilaskom utvrđeno je da se iznad kaptažnih objekata nalazi lokalni makadamski put, preko kojeg se, naročito tokom perioda intenzivnih padavina, prelivaju površinske i povremene izvorske vode, što predstavlja potencijalni rizik za kvalitet kaptirane vode. Nizvodno od izvorišta nalazi se Kutska rijeka i ustava male hidroelektrane „Krkori“, čiji eventualni uticaj na režim izvorišta može biti definisan isključivo dodatnim hidrogeološkim istraživanjima.

Tehnička dokumentacija iz 2015. godine nije uključivala sistem za mjerenje proticaja kaptiranih voda. Uvođenje mjernog mjesta u sabirnom kanalu prije taložnice omogućilo bi kontinuirano praćenje kapaciteta izvorišta, uspostavljanje krivih proticaja i preciznije upravljanje resursom.

9.5 Kvalitet sirove vode izvorišta „Krkori“

Fizičko-hemijske osobine voda izvorišta „Krkori“ određene su specifičnim hidrogeološkim uslovima karstno-pukotinske izdani i litološkom heterogenošću slivnog područja, koje čine masivni karbonatni sedimenti u povlati i vulkanski kompleksi u podini. Hidrodinamički odnosi i promjenljiva atmosfera pukotinskog sistema uslovljavaju sezonske i hidrološke varijacije u sastavu sirove vode.

Stepen obogaćenosti vode rastvorenim elementima zavisi od njihovog udjela u stijenama, kontaktnog vremena, migracione sposobnosti i uticaja spoljašnjih abiotskih i biotskih faktora. Uočeni tragovi gvožđa, koji potiču iz teško rastvorljivih mineralnih sastojaka, ukazuju na moguće dopunsko obogaćivanje površinskim, odnosno plitkim infiltracionim vodama, što je naročito izraženo u periodima povećanih padavina i površinskog oticanja.

Analiza dostupnih fizičko-hemijskih parametara potvrđuje karakteristike tipične za karstno-pukotinske vode:

- **temperatura** se kreće u opsegu od 6,1 °C (mart i jun) do 11,0 °C (oktobar), što je karakteristično za dubinske, dobro zaštićene karstne sisteme,
- **pH vrijednost** varira između 7,63 i 8,12, ukazujući na stabilan karbonatni pufer sistem,
- **električna provodljivost** u intervalu od 176,1 do 220 µS/cm ukazuje na nizak stepen mineralizacije i slabiji rastvoreni mineralni zamah, što potvrđuje odsustvo intenzivnih geokemijskih interakcija.

Tokom perioda 2015–2021. godine, Institut za javno zdravlje Crne Gore izvršio je obradu ukupno osam uzoraka sirove vode sa izvorišta „Krkori“. Svi analizirani uzorci bili su **mikrobiološki neispravni**, u skladu sa zahtjevima Pravilnika o parametrima, provjeri usaglašenosti, metodama, načinu, obimu analiza i sprovođenju monitoringa zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku upotrebu („Sl. list CG“, br. 64/18). Ovaj rezultat je jasan indikator izraženog **antropogenog uticaja na slivno područje izvorišta**, koji može proizilaziti iz:

- povremenog kontakta površinskih i podzemnih voda usljed geomorfoloških karakteristika terena,
- neadekvatnog uređenja zone neposredne zaštite,
- prisustva povremenih izvora iznad kaptažnih objekata, čije se vode povremeno prelivaju preko makadamskog puta i infiltriraju u pukotinski sistem,
- nedostatka kontinuiranog režimskog monitoringa i mjerenja protoka kroz kaptažne objekte i sabirne kanale.

S obzirom na strateški značaj izvorišta „Krkori“ za vodosnabdijevanje opštine Andrijevica i okolnih ruralnih naselja, neophodno je uspostaviti **povećanu frekvenciju praćenja kvaliteta sirove vode**, uz obavezno uključivanje sljedećih parametara:

- fizičko-hemijski: temperatura, pH, elektroprovodljivost, uk. tvrdoća, Ca, Mg, Na, K, Fe;
- mikrobiološki: indikatorske i patogene mikroorganizme, u skladu sa PPSZ i Pravilnikom 64/18;
- hidrološki: mjerenje proticaja kroz sabirne kanale, kaptaže i taložnicu, u cilju određivanja krivih proticaja i uspostavljanja odnosa između kvantiteta i kvaliteta.

Tabela 2.7.8 Fizičko-hemijske i mikrobiološke karakteristike vrela vode Krkori (sirova voda)

Parametri/ datum	Kaptaža KRKORI							
	2015	2016	2017		2020		2021	
	21.12.15.	19.10.16.	20.06.17.	18.10.17.	02.06.20.	12.10.20.	31.03.21.	25.01.21.
Boja (°Co-Pt)					<5	<5	<5	<5
Mutnuća (NTU)	0.23	0.95	0.38	0.47	0.16	0.33	0.37	0.34
Temperatura vode °C	6.5	6.6	8.6	11	6.1	7.8	6.1	7.5
pH vrijednosti	8.12	7.90	8.07	7.81	8.00	8.01	7.71	7.63
Elektroprovodljivost (µS/cm)					176.1	203	220	210

Oksidabilnost (mg/l)					3.20	1.92	3.20	2.56
Ukupni organski ugljenik-TOC (mg/l)					<1.0	<1.0	1.1	1.1
Na (mg/l)							1.607	0.756
Fe (µg/l)							<3	<3
Mn (µg/l)							<0.4	<0.4
Hloridi (mg/l)	<1	<1	<1	1.2	1.3	1.0	1.8	<1.0
Nitriti NO ₂ (mg/l)	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Nitrati NO ₃ (mg/l)	1.03	1.00	<1.0	<1.0	<1.00	1.01	<1.00	1.14
Sulfati (mg/l)					2.07	2.36	7.26	3.39
Fluoridi (mg/l)	0.022	0.021	0.028	<0.020	0.072	0.023	0.026	<0.02
Amonijak - N (mg/l)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Deterdženti-anjonski (mg/l)					<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Fenoli (mg/l)					<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Da li je uzorak usaglašen					DA	DA	DA	DA
Escherichia coli -MPN (u 100 ml uzorka)	0	1	>18	22	0	31	0	3
Ukupne koliformne bakterije - MPN (u 100 ml uzorka)	0	12	>18	109	5	89	6	7
Enterococcus species (u 100 ml uzorka)	0	0	0	21	0	4	0	0
Pseudomonas aeruginosa (u 100 ml uzorka)	0	0	0	0	0	0	0	0
Aerobne mezofilne bakterije na 37°C	2	3	5	30	2	30	2	3
Aerobne mezofilne bakterije na 22°C	25	50	20	100	10	70	10	30
Salmonella spp (u 1000ml)					Nisu nađene	Nisu nađene	Nisu nađene	Nisu nađene
Shigella spp. (u 1000ml)					Nisu nađene	Nisu nađene	Nisu nađene	Nisu nađene
Paraziti i protozoe (u 1000ml)					Nisu nađene	Nisu nađene	Nisu nađene	Nisu nađene
Da li uzorak odgovara ili NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

9.6 Zaštita izvorišta I kontrolni monitoring – izvorište „Krkori“

1. Uvod

Izvorište „Krkori“ ima definisane zone sanitarne zaštite u skladu sa važećim Pravilnikom o određivanju i održavanju zona i pojaseva sanitarne zaštite izvorišta. Ove zone obuhvataju neposrednu, užu i širu zonu zaštite i omogućavaju kontrolisano upravljanje aktivnostima u slivu izvorišta. Pridržavanje mjera zaštite garantuje očuvanje kvaliteta vode, čime se stvara sigurna osnova za unapređenje i proširenje vodovodne mreže opštine Andrijevica.

2. Zona zaštite izvorišta

Za izvorište „Krkori“ definisane su sljedeće zone zaštite prema Pravilniku o određivanju i održavanju zona i pojaseva sanitarne zaštite izvorišta:

1. I zona zaštite – zona strogog režima zaštite (neposredna zaštita)
2. II zona zaštite – zona ograničenog režima zaštite (uža zona)
3. III zona zaštite – zona nadzora (pretpostavljena šira zona)
4. Pojas sanitarne zaštite duž glavnog cjevovoda (2 m od osovine cjevovoda)

Granice ovih zona određene su posebnim projektom i kao takve se u ovom idejnom rješenju ne mijenjaju. Umjesto toga, sagledavaju se njihove posljedice i ograničenja koja utiču na unaprijeđenje i proširenje sistema.

3. Kontrolni monitoring

Postojeći podaci o **monitoringu kvaliteta i kvantiteta vode** na kaptaži i u sabirnom kanalu potvrđuju da je izvorište praćeno, što omogućava planiranje racionalne eksploatacije i proširenje vodovodne mreže. Podaci monitoringa obuhvataju osnovne fizičko-hemijske i mikrobiološke parametre vode, kao i mjerenja protoka, što omogućava praćenje izdašnosti izvorišta. Hidrogeološka istraživanja sliva i dinamike podzemnih voda, koja su sprovedena ili planirana, dodatno podržavaju sigurno korišćenje resursa i planiranje novih priključaka ili rezervoarskih kapaciteta.

Ovaj pristup garantuje **sigurno i dugoročno snabdijevanje stanovništva** i predstavlja pouzdanu osnovu za projekte unapređenja i proširenja sistema vodosnabdijevanja opštine Andrijevica.

9.7 Identifikovani nedostaci postojećeg sistema vodosnabdijevanja

Analizom tehničkih podataka o funkcionisanju vodovodnog sistema opštine Andrijevica utvrđeno je nekoliko ključnih nedostataka koji utiču na pouzdanost, efikasnost i hidrauličku stabilnost sistema. Ovi nedostaci predstavljaju osnovu za dalje definisanje mjera unapređenja unutar idejnog rješenja.

1. Ekstremno visok nivo neprihodovane vode

U Na osnovu operativnih podataka upravljača sistema, neprihodovana voda u sistemu iznosi približno **96%**, računato kao odnos izmjerenog protoka na mjerачu u zoni rezervoara i fakturisane potrošnje.

2. Uzroci visokih gubitaka u mreži

Na osnovu uvida u stanje mreže identifikovani su glavni faktori koji doprinose visokom nivou fizičkih gubitaka:

- prisustvo starijih i oštećenih cjevovoda,
- nedovoljno redovno održavanje,
- zaostali segmenti nekadašnje AC mreže (iako je glavni dio AC cijevi već zamijenjen),
- neadekvatni prečnici dijela distributivne mreže,
- nelegalni priključci.

Važno je naglasiti da je, i nakon prethodnih rekonstrukcija, uključujući zamjene starih AC cijevi, **sistem i dalje zadržao visok nivo gubitaka**, što ukazuje da su primarni problemi locirani u **sekundarnoj mreži i upravljanju sistemom**, a ne samo u materijalu cjevovoda.

Pritisak u sistemu se trenutno reguliše grubim ispustom vode na ulazu u grad kroz cjevovod Ø110 mm, što dovodi do dodatnih gubitaka, nemogućnosti kontrole i destabilizacije snabdijevanja viših zona.

3. Ograničenja hidrauličkog kapaciteta u ključnim dionicama

Uočeno je da pojedini dijelovi sistema posjeduju nedovoljan kapacitet za stabilan transport vode u periodima povećane potrošnje.

Ovo utiče na stabilnost protoka i može dovesti do zagušenja mreže u slučajevima povećanih potreba potrošača.

4. Neuravnoteženi pritisci u mreži I nedostatak zoniranja

U južnom dijelu Andrijevice registrovani su **povišeni pritisci**, što povećava vjerovatnoću nastanka curenja i kvarova. Istovremeno, sistem funkcioniše kao jedinstvena cjelina bez jasno definisanih potrošačkih zona.

Nedostatak zoniranja dovodi do:

- nemogućnosti preciznog mjerenja i upravljanja protokom,
- odsustva kontrole pritiska,
- otežanog lociranja gubitaka,
- neravnomjerne hidrauličke stabilnosti u različitim dijelovima mreže.

5. Značajan procenat cjevovoda nedovoljnih prečnika

Oko 7% ukupne mreže čine cjevovodi prečnika manjeg od 80 mm, što je ispod minimalnih preporuka za distribucione sisteme. Ovi segmenti doprinose:

- nedostatku kapaciteta,
- padovima pritiska,
- ograničenju protoka,
- stvaranju uslova za povećane hidrauličke gubitke.

6. Nedostatak mjerenja i praćenja rada sistema

Jedan od ključnih uočenih nedostataka je gotovo potpuno odsustvo mjerne i kontrolne opreme u sistemu. Nema kontinuiranog mjerenja:

- proizvodnje vode,
- protoka po zonama,
- pritisaka u mreži,
- potrošnje kod krajnjih korisnika.

Bez ovih podataka upravljanje sistemom se zasniva na procjenama, što otežava identifikaciju kvarova, planiranje održavanja i kontrolu gubitaka.

7. Sezonski porast potrošnje i neefikasno korišćenje vode

U periodima ljetnjih mjeseci dolazi do povećane potrošnje, prije svega zbog korišćenja vode za navodnjavanje. Ovo dodatno opterećuje mrežu, povećava gubitke i smanjuje nivo raspoloživog pritiska u perifernim dijelovima sistema.

8. Neadekvatno održavanje sistema i nelegalni priključci

Evidentno je da dosadašnje održavanje mreže i vodovodnih objekata nije dovoljno da spriječi degradaciju sistema. Takođe, prisutni su i nelegalni priključci na glavne cjevovode, koji dodatno komplikuju kontrolu potrošnje i povećavaju nesigurnost u radu sistema.

10. Konceptcija unaprijeđenja i proširenja sistema vodosnabdijevanja Opštine Andrijevica

Kako je već prethodno pomenuto, koncepcija snabdijevanja vodom opštine Andrijevica od kaptaže izvora Krkori do glavnog vodovodnog šahta na ulazu u grad se zadržava.

Idejnim rješenjem predviđena je rekonstrukcija kompletne postojeće mreže sistema od pomenutog priključnog čvora do krajnjih korisnika, uz značajno proširenje mreže čime se omogućuje priključenje novih potrošača.

Idejnim rješenjem planirana je nova distributivna mreža za naselja koja nijesu ili su djelimično obuhvaćena postojećim gravitacionim sistemom (Božići, Rijeka Marsenića, Seoce, Slatina, Trepča, Trešnjevo, Lugovi, Prisoja, Lukin Vir, Rasoje, Bukva, Košarine, Kamenica i druga naselja u zoni hidrauličkog uticaja).

Obuhvat idejnog rješenja je dat na sljedećoj slici:



Slika 3.1.1 Geografski predio i trasa vodovodnog sistema koji su predmet Idejnog rješenja

10.1 Opis Sistema predviđenog Idejnim rješenjem

Kao polazna osnova za definisanje koncepcije rekonstrukcije i unapređenja mrežusvojena je **minimalna pouzdana izdašnost izvorišta „Krkori“ od 70 l/s**, prema podacima dobijenim od Društva koje upravlja mrežom. Dati podatak predstavlja jedinu kontinuirano mjerenu i operativno potvrđenu vrijednost protoka u realnim uslovima eksploatacije. Ova vrijednost je dobijena očitavanjem podataka sa mjerača protoka na izlazu iz rezervoara u zoni hlorne stanice i mHE i predstavlja projektno-sigurnu osnovu za dimenzionisanje sistema u malovodnom periodu, dok se sve veće procjene izdašnosti smatraju nepouzdanim bez izrade novog hidrološkog elaborata.

Koncepcija unapređenja sistema projektovana je konzervativno, uz uvažavanje stvarnih ograničenja izvorišta, sa ciljem stabilizacije snabdijevanja postojećih korisnika i stvaranja uslova za fazno priključenje novih naselja.

Glavni radni rezervoar sistema nalazi se na trasi vodozahvata „Krkori“ – Andrijevica, u zoni mHE i hlorne stanice. Rezervoar ima ukupnu zapreminu od 100 m³, sa procijenjenom korisnom zapreminom od oko 90 m³, i predstavlja ključnu tačku sistema za:

Na osnovu geodetskog snimanja utvrđene su sljedeće kote rezervoara:

- kota dna bazena: **901,56 m.n.m.**
- nivo vode: **904,05 m.n.m.**
- kota vrha bazena: **905,446 m.n.m.**

Na osnovu ovih geodetskih parametara definisana je očekivana vrijednost pijezometra na mjestu priključenja gradskog sistema, odnosno u priključnom vodovodnom šahtu. Visina vodenog stuba na ovoj poziciji koja se očekuje je 130.00m.

Radi održavanja vrijednosti pritiska u prihvatljivim granicama u užoj gradskoj zoni, a uz to omogućavajući optimalne vrijednosti pijezometra u mreži u visinski najzahtjevnijim zonama, Idejnim rješenjem predviđena je ugradnja ventila za regulisanje izlaznog pritiska (PRV ventil) sa odgovarajućim setovanjem izlaznih parametara.

Setovanjem izlaznog pritiska na vrijednost od 90.00 mvs bilo bi omogućeno uredno snabdijevanje vodom naselja I domaćinstava koja se nalaze na geografskoj koti do cca 820.00 mm, što je hidraulički dokazano, a u skladu sa priloženom grafičkom dokumentacijom.

Duž trase glavnog distributivnog cjevovoda predviđena je, u skladu sa zahtjevima Investitora, protivpožarna hidrantska mreža, pa je na toj dionici neophodno planirati cjevovod prečnika ne manjeg od DN110mm PN10 kako bi se zadovoljio potrebni minimum od 10l/s.

Hidraulički proračun mreže izvršen je korištenjem programskog paketa EPANET 2.2, pri čemu je potvrđena stabilnost i ispravan rad modela. U sklopu grafičke dokumentacije prikazani su grafički prilozima sa rezultatima hidrauličke analize, koji obuhvataju raspodjelu protoka i pritisaka u mreži za mjerodavne scenarije potrošnje.

Za koeficijent maksimalne dnevne potrošnje Kdnmax usvojena je vrijednost 1.50, a koeficijent satne neravnomjernosti Khmax 2.20.

Prema urađenoj hidrauličkoj analizi potreba za vodom za krajnji planski period, odnosno 2030. godinu iznosi, zajedno sa potrebom za poljoprivredu, Qmax,d= 68.86 l/s, pri brzini od 1.09 m/s.

Vodovodni cjevovodi u okviru predmetnog projekta predviđeni su za izvođenje od polietilenskih (PE) cijevi, radnog pritiska PN10 bar i PN16 bar zavisno od lokalnih uslova i hidraulike u mreži. Spajanje cijevi vršiće se postupkom čeonog varenja, dok će se povezivanje sa fazonskim komadima od livenog gvožđa ostvarivati prirubničkim spojevima.

Gravitacioni cjevovod PEHD PE100 PN10/PN16bar			
Dn (mm)	Du (mm)	L (m)	PN (bar)
DN32	28.00	1,713.46	10.00
DN40	35.20	997.00	10.00
DN50	44.00	14,950.72	10.00
DN63	55.40	4,769.56	10.00
DN90	79.20	3,499.82	10.00/16.00
DN110	93.80	8,966.65	10.00/16.00
DN160	136.40	866.50	16.00
DN180	153.40	3,586.61	16.00
DN200	170.60	1,296.46	16.00
DN250	213.20	1,598.55	16.00
DN280	238.80	1,238.22	16.00
DN315	268.60	1,310.44	16.00

Tabela 3.1.2 Prikaz predviđenih promjera cjevovoda sa pripadajućim dužinama

Određivanje potrebnih količina vode za vodovodni sistem opštine Andrijevica

Kada se radi o seoskom tipu sistema za vodosnabdijevanje, veoma je teško doći do tačne procjene parametara za određivanje potrebne količine vode, tj. nesigurni su podaci o vrstama i broju budućih korisnika, konkretno za stočni fond i navodnjavanje obradivih površina, pa se jedinične norme dosta slobodno određuju.

Glavna kategorija potrošača će biti stanovništvo pomenutog naselja, međutim uzet je u obzir i stočni fond kao i navodnjavanje površina oko domaćinstava.

Stanovnici

Broj stanovnika po naseljima, prikazan je u tabeli niže, podaci su iz popisa 2023. godine, preuzeti sa sajta Uprave za statistiku – MONSTAT.

Opština	Naselje	Ukupno
Andrijevica	Andrijevica	960.00
Andrijevica	Andželati	126.00
Andrijevica	Bojovići	31.00
Andrijevica	Božići	154.00
Andrijevica	Cecuni	76.00
Andrijevica	Đulići	49.00
Andrijevica	Dulipolje	57.00
Andrijevica	Gnjili Potok	43.00
Andrijevica	Gornje Luge	94.00
Andrijevica	Gračanica	177.00
Andrijevica	Jošanica	52.00
Andrijevica	Košutići	78.00
Andrijevica	Kralje	164.00
Andrijevica	Kuti	19.00
Andrijevica	Navotina	86.00
Andrijevica	Oblo Brdo	30.00
Andrijevica	Prisoja	299.00
Andrijevica	Rijeka Marsenića	160.00
Andrijevica	Seoca	87.00
Andrijevica	Sjenožeta	31.00
Andrijevica	Slatina	280.00
Andrijevica	Trepča	161.00
Andrijevica	Trešnjevo	367.00
Andrijevica	Ulotina	170.00
Andrijevica	Zabrđe	159.00
Ukupno		3,910.00

Tabela 3.1.3 Zvanični statistički podaci vezano za stanovništvo predmetnog područja

Prema statističkim podacima dobijenim od nadležnih tijela za zvaničnu statistiku, broj stanovnika na ovom području Crne Gore prema prethodnim popisima iznosio je:

- 2003. godine: 5,785.00 stanovnika;
- 2011. godine: 5,071.00 stanovnik;
- 2023. godine: 3,910.00 stanovnika, prema najnovijem popisu stanovništva sprovedenom u decembru te godine.

Iz priloženog jasno se vidi trend pada broja stanovnika kroz nekoliko posljednja popisa, pa su i ovo parametri uzeti u obzir prilikom formiranja projekcije o broju korisnika vodovodne mreže.

Stočni fond

Što se tiče broja grla stoke za predmetno područje, podaci I projekcije su preuzeti iz važećeg prostorno urbanističkog plana Crne Gore za Opštinu Andrijevica.

Prema planskim dokumentima, seoski dio teritorije ima 300 domaćinstava od kojih svako ima 2 grla krupne stoke il 20 grla sitne stoke, ukupno 600 grla krupne stoke i 6000 grla sitne stoke.

Norme potrošnje vode

- Voda za piće

Prema podacima iz planske dokumentacije, demografskih projekcija i podacima iz Strategije upravljanja vodama Crne Gore, a zatim i pretpostavki da će stepen priključenosti stanovništva na sistem javnog vodosnabdijevanja biti povećan, pretpostavlja se i da će se smanjiti gubici vode u sistemima.

Posljednjih nekoliko godina Evropa je balansirala svoje potrebe u vodi na bazi realnih potreba za vodom, na bazi recirkulacije i ponovne upotrebe vode u industriji i na bazi zaštite prirodnih voda, ne manje od 180 l/st/dan. Proračun je izvršen uzimajući u obzir i rezervu od 10.00% zbog većeg koeficijenta sigurnosti snabdijevanja vodom za piće stanovništva.

Što se tiče objekata poput hotela, prilikom dimenzionisanja mreže takođe su i objekti ovog tipa uzeti u obzir.

U određivanju normi potrošnje za ove objekte razmatrane su predviđene norme u Strategiji upravljanja vodama Crne Gore.

U zavisnosti od vrste hotela u Vodoprivrednoj osnovi usvojene su sljedeće specifične potrošnje:

- hotel A kategorije 650 l/kor. na dan
- hotel B kategorije 450 l/kor. na dan
- hoteli nižih kategorija 350 l/kor. na dan
- privatni smještaj 350 l/kor. na dan

Za područje Andrijevice potrošnja postojećih hotela je procijenjena na 350l/korisnik/dan.

- Voda za pojenje stoke

Prema podacima iz važeće planske dokumentacije vezano za usvajanje standarda potrebne potrošnje vode, usvojeni su sljedeći parametri po zapadno evropskom standard:

Dnevna potrošnja vode po grlu krupne stoke: 80.00l/dan

Dnevna potrošnja vode po grlu sitne stoke: 10.00l/dan

- Voda za navodnjavanje bašti

Prilikom dimenzionisanja vodovodnog sistema neophodno je uzeti u obzir i potrošnju koja se planira za potrebe navodnjavanja bašti – obrađenih zemljanih površina.

Podaci i projekcije za ovu potrošnju su takođe preuzeti iz važećeg prostorno urbanističkog plana Crne Gore za Opštinu Andrijevice.

Prema planskim dokumentima svako seosko domaćinstvo zaliva zemljanu površinu od 200.00m² što ukupno iznosi 60,000.00m². Kontinualno zalivanje tokom jednog mjeseca iznosi 4l/dan/m² što za ukupnu površinu čini potrošnju od 240,000.00 l/dan.

Potrošnja po stanovniku

Prema svima gore navedenim podacima, usvojena je norma potrošnje po stanovniku od 250.00l/st./dan, uzimajući u obzir i potrošnju vode za stoku i količinu vode za naliivanje obrađenih zemljanih površina.

Predložena koncepcija unapređenja i proširenja sistema vodosnabdijevanja opštine Andrijevica zasniva se na realnim hidrauličkim i operativnim uslovima, uz maksimalno korišćenje postojeće infrastrukture. Fokus je stavljen na:

- rekonstrukciju postojećeg sistema,
- fazno proširenje mreže,
- racionalno upravljanje raspoloživim resursima,
- zoniranje i kontrolu pritisaka.

NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

1. Predmjer i predračun radova



Predmjer i predračun radova

Procjenjeni troškovnik radova za gravitacioni sistem vodosnabdijevanja Opštine Andrijevica
prema Idejnom rješenju

Objekat: Rekonstrukcije i proširenja sistema snabdijevanja vodom u opštini Andrijevica

Investitor: Opština Andrijevica

	<u>OPIS POZICIJE</u>	<u>Ukupno u EUR</u>
	<u>Dio sistema: Distributivni cjevovod promjera DN200mm - DN315mm</u> <u>PEHD PE100 PN16 DN200-315mm; L=5,500.00m</u>	
150 eur/1m' cjevovoda	Pripremni radovi	16,500.00 €
	Zemljani radovi	247,500.00 €
	Betonski i armirački radovi	55,000.00 €
	Asfalterški radovi - vraćanje u prvobitno stanje	104,500.00 €
	Instalaterski radovi	385,000.00 €
	Razni radovi	16,500.00 €
	<u>Dio sistema: Distributivni cjevovod promjera DN110mm - DN200mm</u> <u>PEHD PE100 PN16 DN110-200mm; L=13,500.00m</u>	
120 eur/1m' cjevovoda	Pripremni radovi	40,500.00 €
	Zemljani radovi	567,000.00 €
	Betonski i armirački radovi	81,000.00 €
	Asfalterški radovi - vraćanje u prvobitno stanje	90,000.00 €
	Instalaterski radovi	810,000.00 €
	Razni radovi	40,500.00 €
	<u>Dio sistema: Sekundarni cjevovod promjera DN32mm - DN110mm</u> <u>PEHD PE100 PN10/PN16 DN32-110mm; L=26,000.00m</u>	
80 eur/1m' cjevovoda	Pripremni radovi	52,000.00 €
	Zemljani radovi	910,000.00 €
	Betonski i armirački radovi	78,000.00 €
	Instalaterski radovi	988,000.00 €
	Razni radovi	52,000.00 €

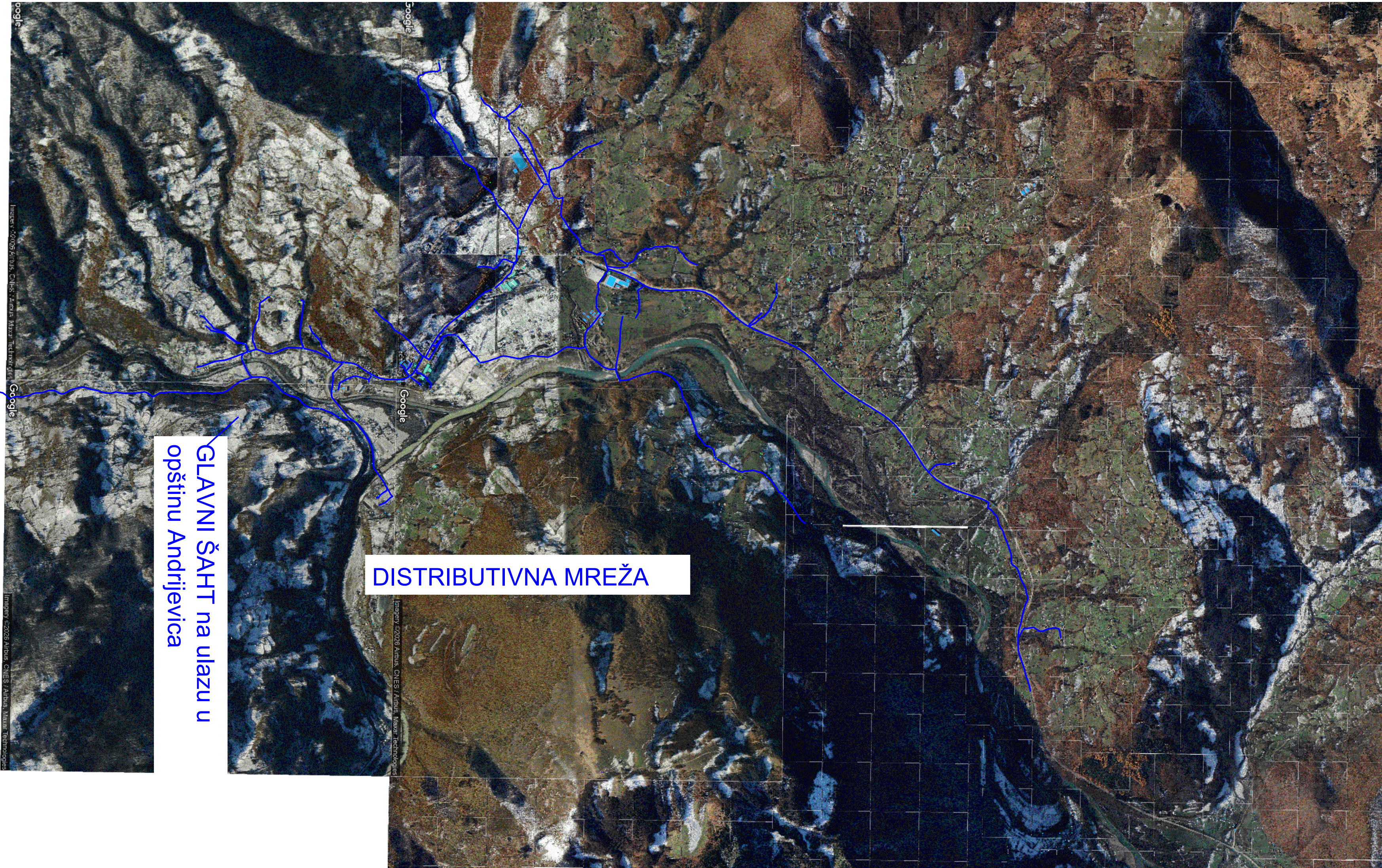
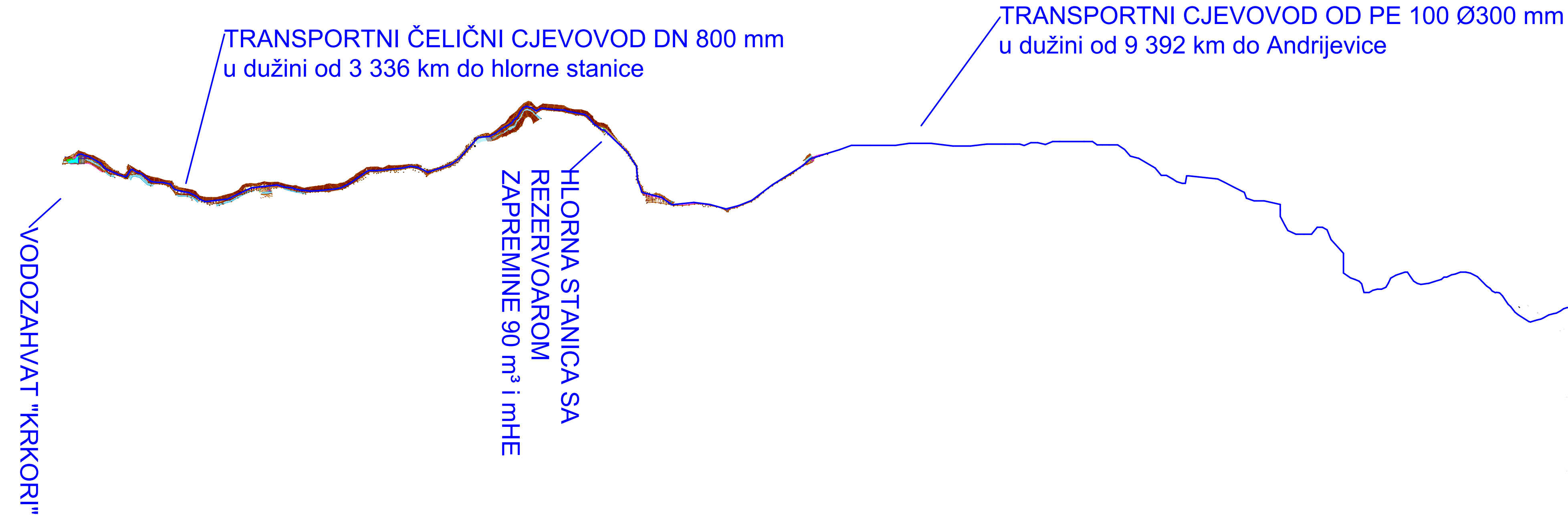
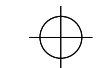
Zbirna rekapitulacija troškovnika radova

UKUPNO bez PDV-a	4,534,000.0000 €
PDV 21.00%	952,140.0000 €
UKUPNO sa PDV-om	5,486,140.0000 €

GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

- 1.1 Pregledna karta postojećeg stanja
- 1.2 Pregledna karta planirane vodovodne mreže
- 2.1 Pregledna karta pritisaka u čvorovima - minimalna potrošnja
- 2.2 Pregledna karta pritisaka u čvorovima - maksimalna potrošnja
- 2.3 Pregledna karta pritisaka u čvorovima - maksimalna potrošnja sa protivpožarnim opterećenjem
- 2.4 Pregledna karta usvojenih prečnika cjevovoda
- 3.0 Podužni profili

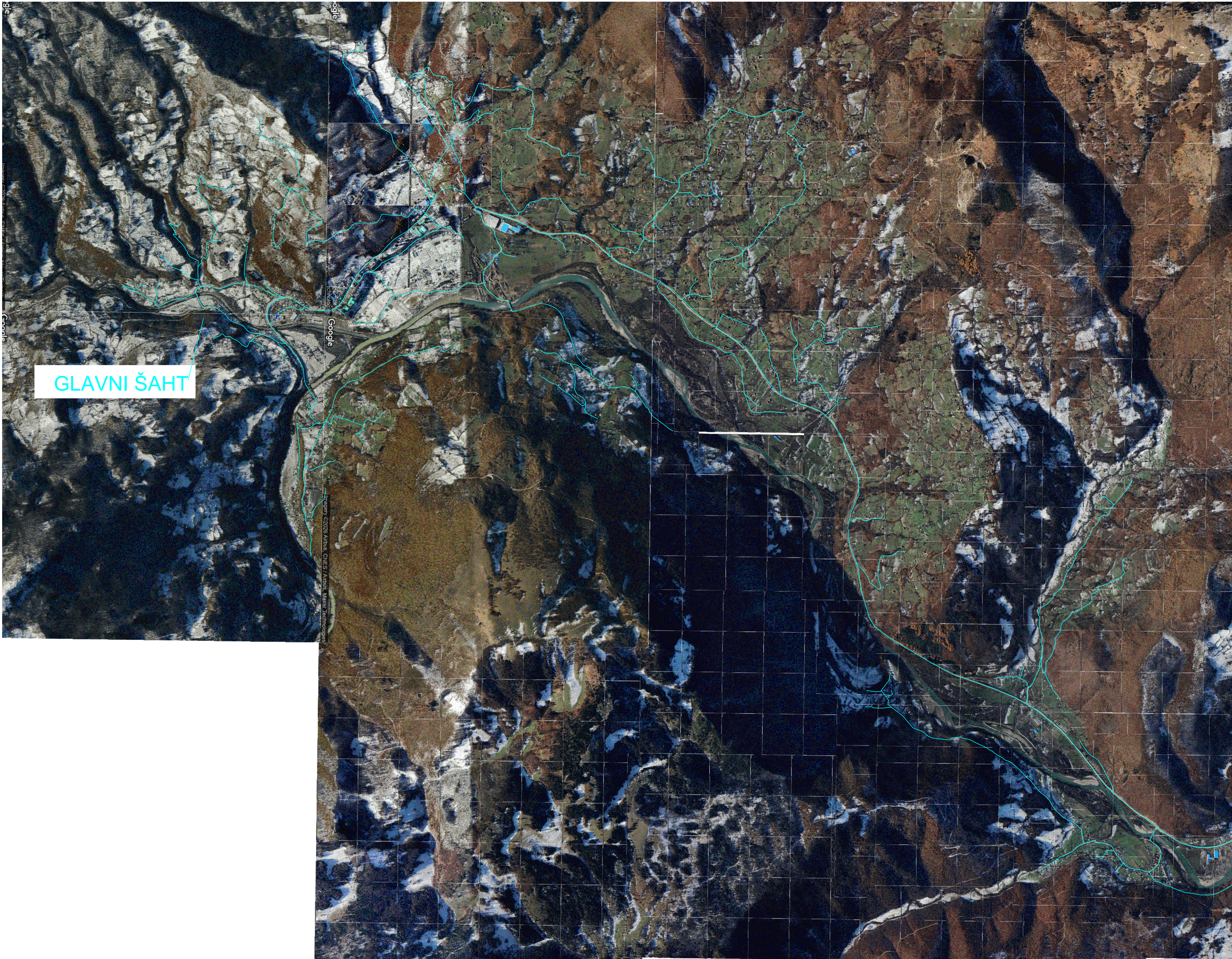




Legenda:

Postojeći vodovod

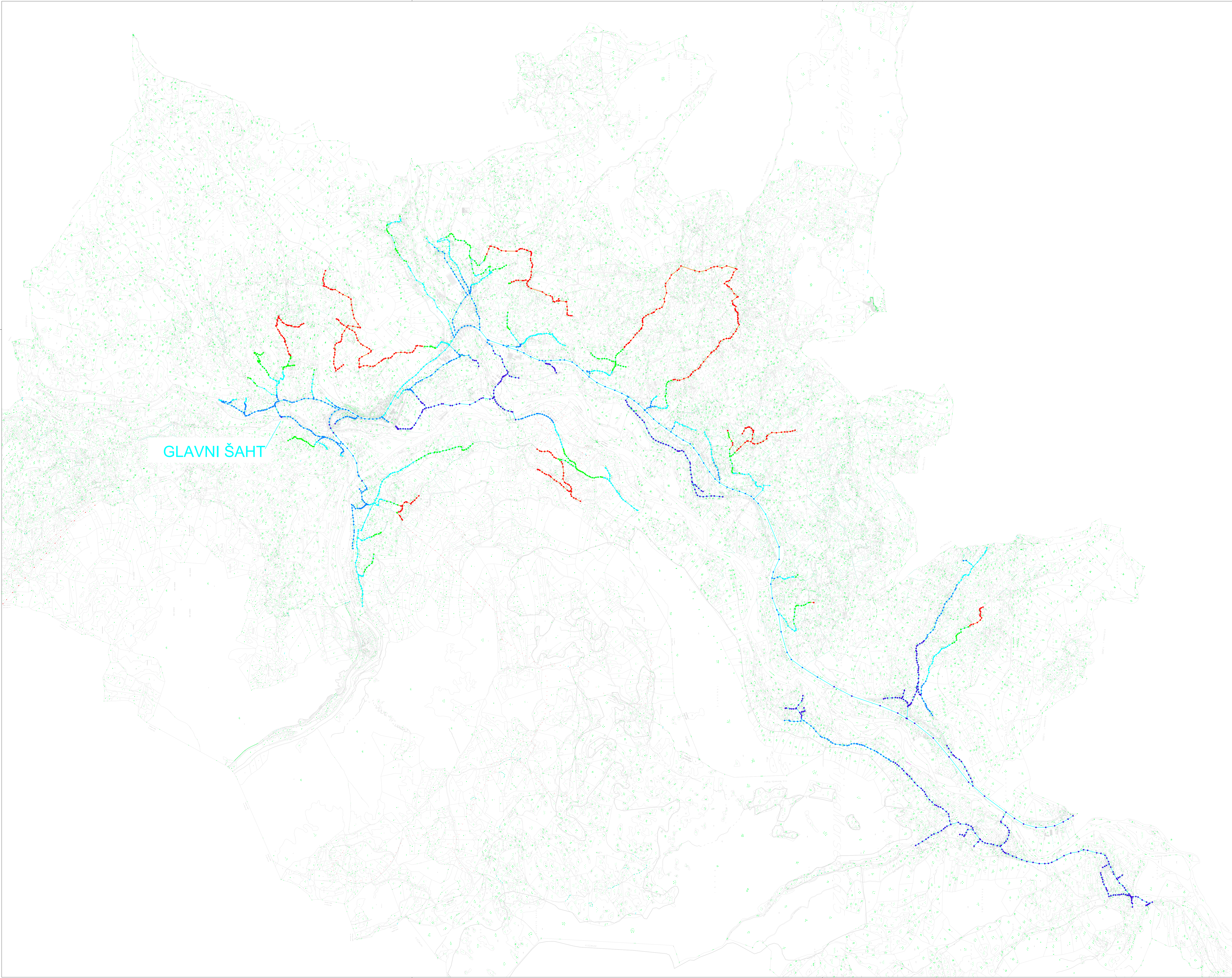
PROJEKTANT:		INVESTITOR:	
"Vigoris Ecotech" DOO Podgorica		OPŠTINA ANDRIJEVICA	
Objekat: Rekonstrukcija i proširenje sistema snabijevanja vodom u opštini Andrijevice		Lokacija: opština Andrijevice	
Autor projekta: Siniša Višnjić, MSc građ.		Vrsta tehničke dokumentacije: Idejno rješenje	
Vodeći projektant: Siniša Višnjić, MSc građ.		Dio tehničke dokumentacije: Hidrotehnička infrastruktura	Razmjera: 1:20000
Odgovorni projektant: Siniša Višnjić, MSc građ.		Prilog: Pregledna karta postojećeg stanja	Br. priloga: HI_1.1
Br. strane:		Datum revizije i M.P.	
Saradnik/ci: Svetlana Pavićević, dipl.inž.građ. Branka Peruničić, Spec.sci. CE Stevan Popović, Spec.sci. CE			
Datum izrade i M.P.			
februar 2026			



Legenda:

Planirana vodovodna mreža

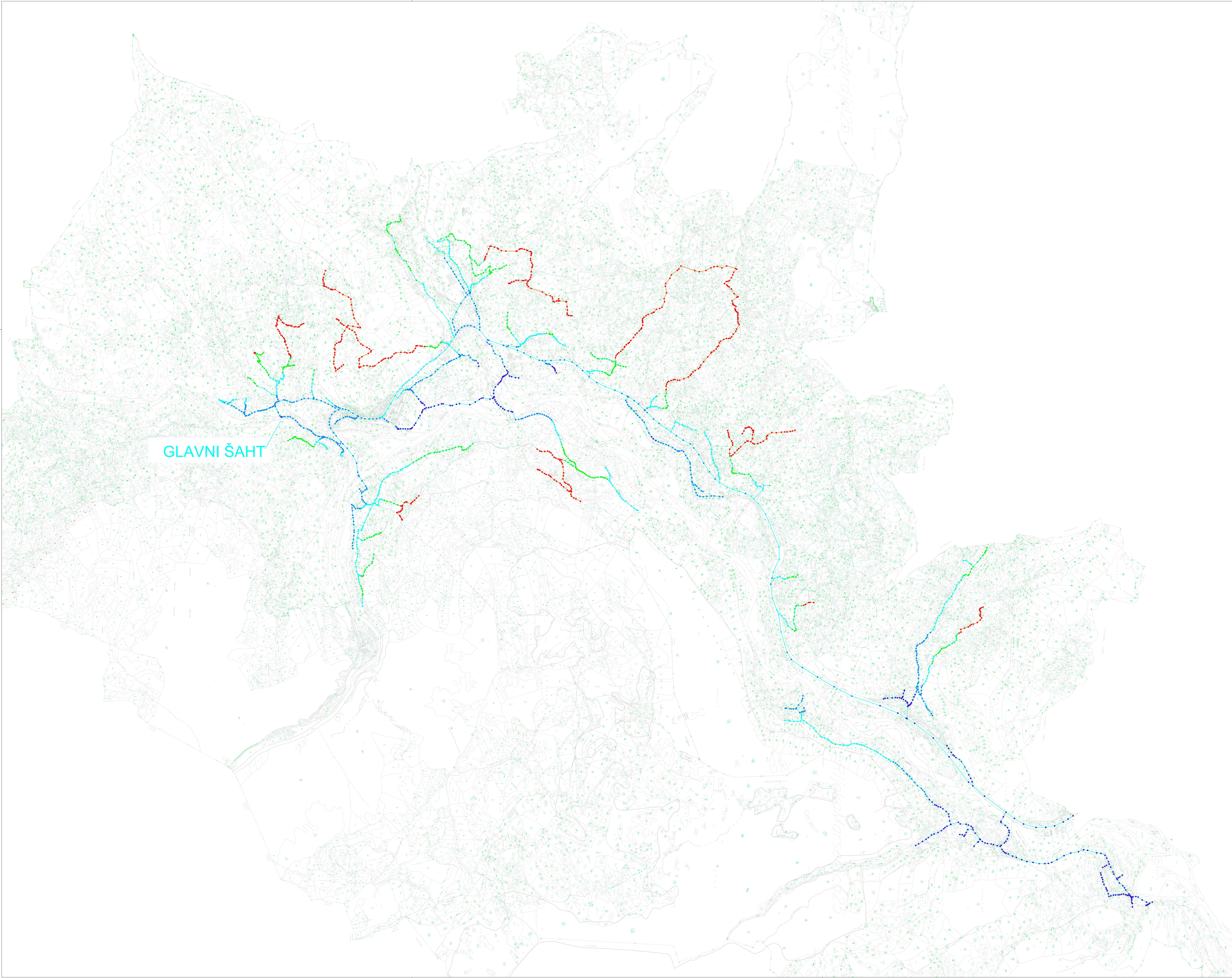
PROJEKTANT:		INVESTITOR:	
"Vigoris Ecotech" DOO Podgorica		OPŠTINA ANDRIJEVICA	
Objekat: Rekonstrukcija i proširenje sistema snabijevanja vodom u opštini Andrijevica		Lokacija: opština Andrijevica	
Autor projekta: Siniša Višnjić, MSc građ.		Vrsta tehničke dokumentacije: Idejno rješenje	
Vodeći projektant: Siniša Višnjić, MSc građ.		Dio tehničke dokumentacije: Hidrotehnička infrastruktura	Razmjera: 1:20000
Odgovorni projektant: Siniša Višnjić, MSc građ.		Prilog: Pregledna karta planirane vodovodne mreže	Br. priloga: HI_1.2 Br. strane:
Saradnik/ci: Svetlana Pavićević, dipl.inž.građ. Branka Peruničić, Spec.sci. CE Stevan Popović, Spec.sci. CE		Datum revizije i M.P.	
Datum izrade i M.P.			
februar 2026			



Pritisak u čvoru	
	-200.00 <= p < 15.00
	15.00 <= p < 50.00
	50.00 <= p < 75.00
	75.00 <= p < 100.00
	100.00 <= p <= 150.00

- Legenda:
- Planirana vodovodna mreža
 - Planirana vodovodna mreža - potreba povišenja pritiska

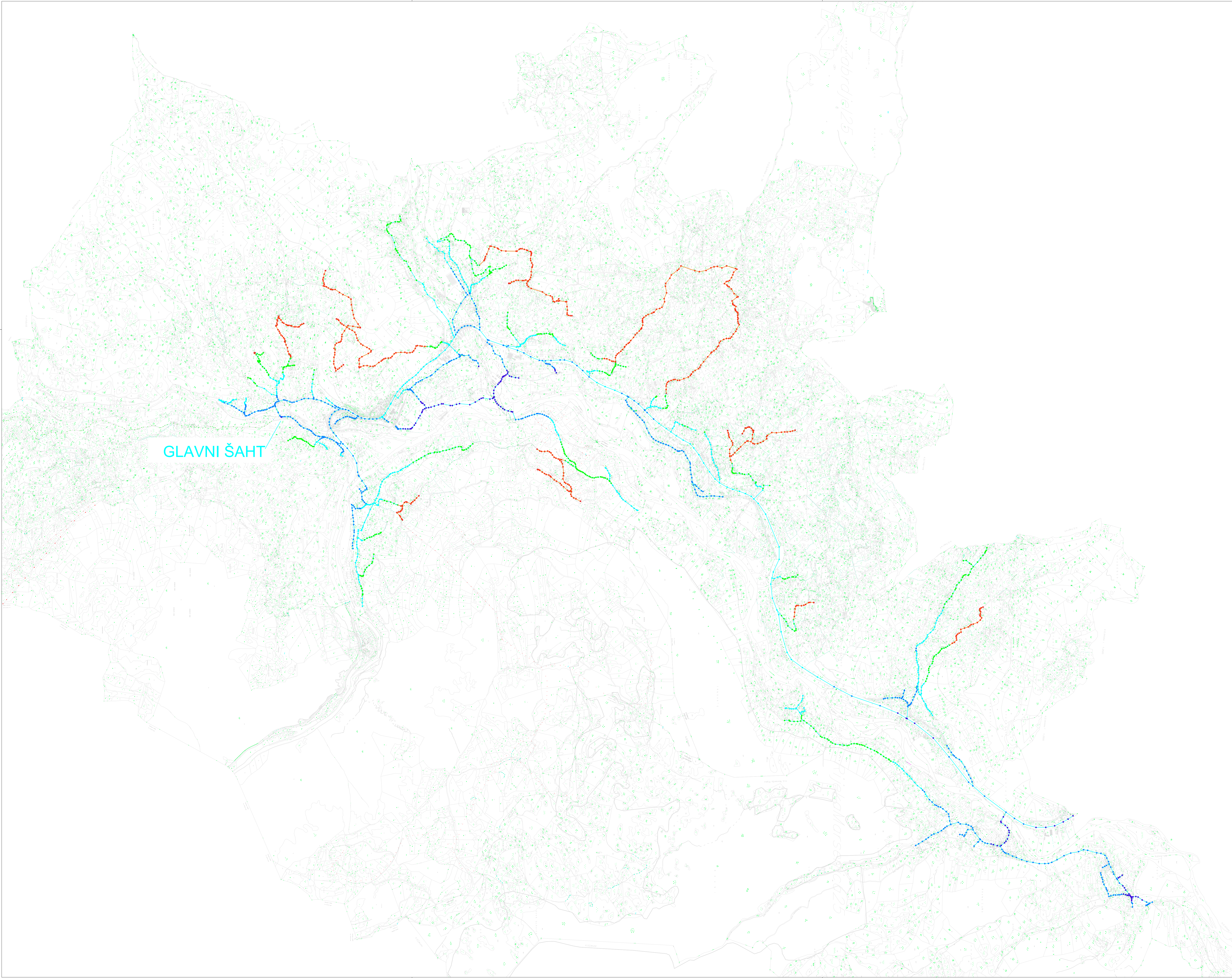
PROJEKTANT: "Vigoris Ecotech" DOO Podgorica		INVESTITOR: OPŠTINA ANDRIJEVICA	
Objekat: Rekonstrukcija i proširenje sistema snabijevanja vodom u opštini Andrijevica		Lokacija: opština Andrijevica	
Autor projekta: Siniša Višnjić, MSc grad.		Vrsta tehničke dokumentacije: Idejno rješenje	
Vodeći projektant: Siniša Višnjić, MSc grad.		Dio tehničke dokumentacije: Hidrotehnička infrastruktura	
Odgovorni projektant: Siniša Višnjić, MSc grad.		Prilog: Pregledna karta pritisa u čvorovima - minimalna potrošnja	Br. priloga: HI_2.1
Saradnik/ci: Svetlana Pavićević, dipl.inž.grad. Branka Peruničić, Spec.sci. CE Stevan Popović, Spec.sci. CE		Datum revizije i M.P.	
Datum izrade i M.P.		februar 2026	
		Razmjera: 1:20000	
		Br. strane:	



Pritisak u čvoru	
	-200.00 <= p < 15.00
	15.00 <= p < 50.00
	50.00 <= p < 75.00
	75.00 <= p < 100.00
	100.00 <= p <= 150.00

- Legenda:
- Planirana vodovodna mreža
- Planirana vodovodna mreža - potreba povišenja pritiska

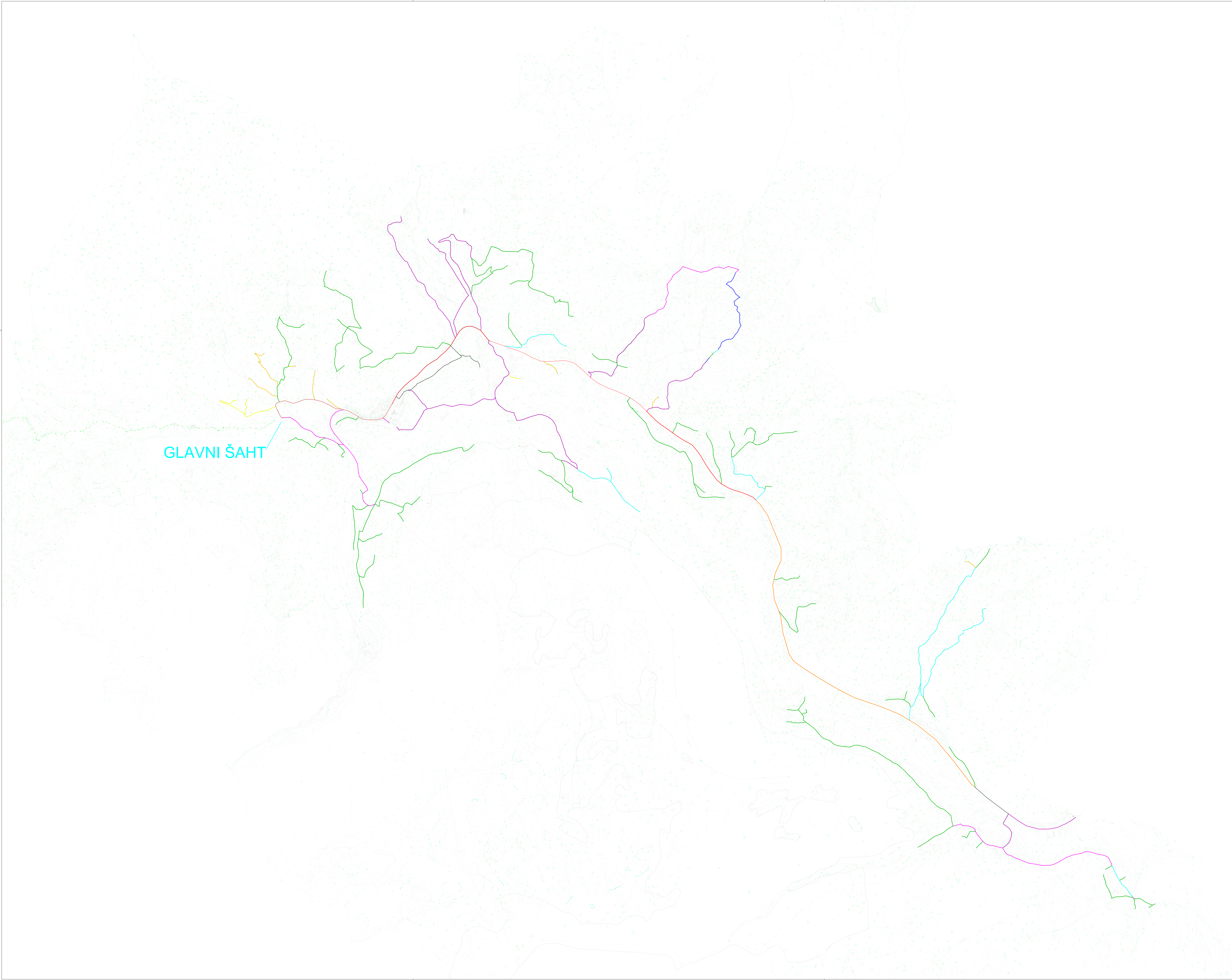
PROJEKTANT: "Vigoris Ecotech" DOO Podgorica		INVESTITOR: OPŠTINA ANDRIJEVICA	
Objekat: Rekonstrukcija i proširenje sistema snabdivljanja vodom u opštini Andrijevica		Lokacija: opština Andrijevica	
Autor projekta: Siniša Višnjić, MSc grad.		Vrsta tehničke dokumentacije: Idejno rješenje	
Vodeći projektant: Siniša Višnjić, MSc grad.		Dio tehničke dokumentacije: Hidrotehnička infrastruktura	Razmjera: 1:20000
Odgovorni projektant: Siniša Višnjić, MSc grad.		Prilog: Pregledna karta pritisa u čvorovima - maksimalna potrošnja	Br. priloga: HI_2.2 Br. strane:
Saradnik/ci: Svetlana Pavićević, dipl.inž.grad. Branka Peruničić, Spec.sci. CE Stevan Popović, Spec.sci. CE		Datum revizije i M.P.	
Datum izrade i M.P. februar 2026			

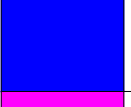
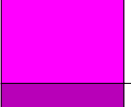
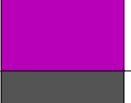


Pritisak u čvoru	
	-200.00 <= p < 15.00
	15.00 <= p < 50.00
	50.00 <= p < 75.00
	75.00 <= p < 100.00
	100.00 <= p <= 150.00

- Legenda:
- Planirana vodovodna mreža
- Planirana vodovodna mreža - potreba povišenja pritiska

PROJEKTANT: "Vigoris Ecotech" DOO Podgorica		INVESTITOR: OPŠTINA ANDRIJEVICA	
Objekat: Rekonstrukcija i proširenje sistema snabijevanja vodom u opštini Andrijevica		Lokacija: opština Andrijevica	
Autor projekta: Siniša Višnjić, MSc grad.		Vrsta tehničke dokumentacije: Idejno rješenje	
Vodeći projektant: Siniša Višnjić, MSc grad.		Dio tehničke dokumentacije: Hidrotehnička infrastruktura	Razmjera: 1:20000
Odgovorni projektant: Siniša Višnjić, MSc grad.		Prilog: Pregledna karta pritisa u čvorovima - maksimalna potrošnja sa protivpožarnim opterećenjem	Br. priloga: HI_2.3 Br. strane:
Saradnik/ci: Svetlana Pavićević, dipl.inž.grad. Branka Peruničić, Spec.sci. CE Stevan Popović, Spec.sci. CE		Datum revizije i M.P.	
Datum izrade i M.P. februar 2026			



	Nazivni prečnik	Dužina dionice (m)
	32.00	1713.45
	40.00	996.97
	50.00	23146.94
	63.00	5365.34
	75.00	1007.85
	90.00	4654.34
	110.00	10031.90
	160.00	1486.27
	180.00	3586.61
	200.00	1296.46
	250.00	1586.24
	280.00	1250.53
	315.00	13860.72

PROJEKTANT:				INVESTITOR:	
"Vigoris Ecotech" DOO Podgorica		OPŠTINA ANDRIJEVICA			
Objekat: Rekonstrukcija i proširenje sistema snabđivanja vodom u opštini Andrijevica		Lokacija: opština Andrijevica			
Autor projekta: Siniša Višnjić, MSc građ.		Vrsta tehničke dokumentacije: Idejno rješenje			
Vodeći projektant: Siniša Višnjić, MSc građ.		Dio tehničke dokumentacije: Hidrotehnička infrastruktura		Razmjera: 1:20000	
Odgovorni projektant: Siniša Višnjić, MSc građ.		Prilog: Pregledna karta usvojenih prečnika cjevovoda		Br. priloga: HI_2.4 Br. strane:	
Saradnik/ci: Svetlana Pavićević, dipl.inž.građ. Branka Peruničić, Spec.sci. CE Stevan Popović, Spec.sci. CE		Datum revizije i M.P.			
Datum izrade i M.P. februar 2026					

UZDUŽNI PROFIL GLAVNOG DISTRIBUTIVNOG CJEVOVODA

PEHD PE 100 PN 16 DN 315

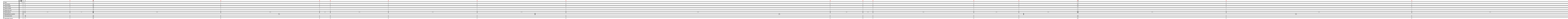
PEHD PE 100 PN 16 DN 280

PEHD PE 100 PN 16 DN 250

VISINA PIEZOMETRA 891.98m

VISINA PIEZOMETRA 850.98m

VISINA PIEZOMETRA 837.40m

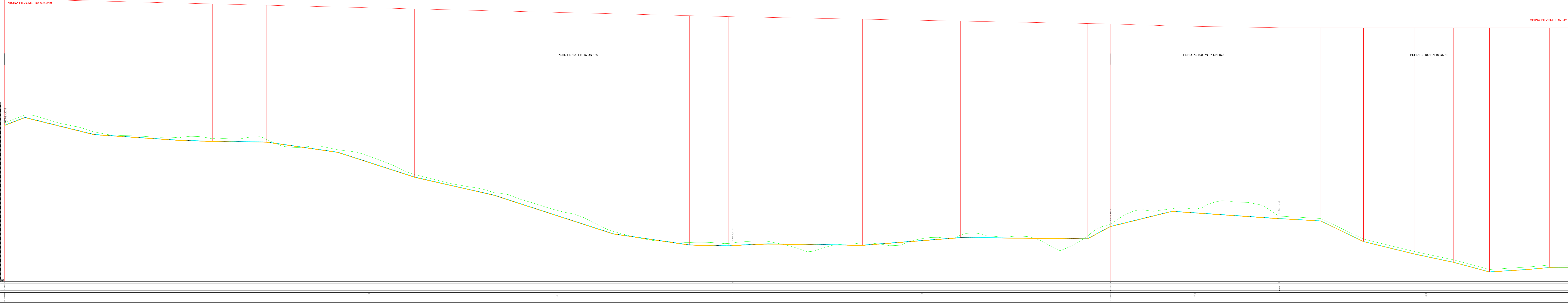


PROJEKTANT: "Vigoris Ecotech" DOO Podgorica		 INVESTITOR: OPŠTINA ANDRIJEVICA	
Objekat: Rekonstrukcija i proširenje sistema snabdevanja vodom u opštini Andrijevica		Lokacija: opština Andrijevica	
Autor projekta: Siniša Višnjić, MSc građ.		Vrsta tehničke dokumentacije: Idejno rješenje	
Vodeći projektant: Siniša Višnjić, MSc građ.		Dio tehničke dokumentacije: Hidrotehnička infrastruktura	
Odgovorni projektant: Siniša Višnjić, MSc građ.		Razmjera: 1:500/100	
		Prilog: Podužni profil	
		Br. priloga: HI_3.1	
		Br. strane:	
Saradnik/ci: Svetlana Pavićević, dipl.inž.građ. Branka Peruničić, Spec.sci. CE Stevan Popović, Spec.sci. CE		Datum revizije i M.P.	
Datum izrade i M.P. februar 2026			



PROJEKTANT:		INVESTITOR:	
"Vigoris Ecotech" DOO Podgorica		OPŠTINA ANDRIJEJICA	
Objekat: Rekonstrukcija i proširenje sistema snabdevanja vodom u opštini Andrijevica	Lokacija: opština Andrijevica		
Autor projekta: Siniša Višnjić, MSc građ.	Vrsta tehničke dokumentacije: Idejno rješenje		
Vodeći projektant: Siniša Višnjić, MSc građ.	Dio tehničke dokumentacije: Hidrotehnička infrastruktura		Razmjera: 1:500/1
Odgovorni projektant: Siniša Višnjić, MSc građ.	Prilog: Podužni profil	Br. priloga: HI_3.2	Br. strane
Saradnik/ci: Svetlana Pavićević, dipl.inž.građ. Branka Peruničić, Spec.sci. CE Stevan Popović, Spec.sci. CE	Datum revizije i M.P.		
Datum izrade i M.P. februar 2026			

UZDUŽNI PROFIL GLAVNOG DISTRIBUTIVNOG CJEVOVODA



PROJEKTANT: "Vigoris Ecotech" DOO Podgorica		INVESTITOR: OPŠTINA ANDRIJEVICA	
Objekat: Rekonstrukcija i proširenje sistema snabdjevanja vodom u opštini Andrijevica		Lokacija: opština Andrijevica	
Autor projekta: Siniša Višnjić, MSc grad.		Vrsta tehničke dokumentacije: Idejno rješenje	
Voditelj projektant: Siniša Višnjić, MSc grad.		Dio tehničke dokumentacije: Hidrotehnička infrastruktura	
Odgovorni projektant: Siniša Višnjić, MSc grad.		Prilog: Poduzni profil	Razmjera: 1:500/100
Sarađnici: Svetlana Pavićević, dipl.inž.grad. Branka Perunić, Spec.sci. CE Stevan Popović, Spec.sci. CE		Br. priloga: HI_3.3	Br. strane: 1
Datum izrade i M.P. februar 2026		Datum revizije i M.P.	