

Suvremeni razvoj i izazovi vodoopskrbnog sustava općine Livno

Perković, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:427284>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-19**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Marko Perković

Suvremeni razvoj i izazovi vodoopskrbnog sustava općine Livno

Diplomski rad

**Zagreb
2020.**

Marko Perković

Suvremeni razvoj i izazovi vodoopskrbnog sustava općine Livno

Diplomski rad

predan na ocjenu Geografskom odsjeku
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
radi stjecanja akademskog zvanja
magistra geografije

**Zagreb
2020.**

Ovaj je diplomski rad izrađen u sklopu diplomskog sveučilišnog studija *Geografija; smjer: Fizička geografija s geoekologijom* na Geografskom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom doc. dr. sc. Ivana Čanjevca

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek

Diplomski rad

Suvremeni razvoj i izazovi vodoopskrbnog sustava općine Livno

Marko Perković

Izvadak: Livanjski vodovod je trenutno jedan od najvećih projekata općine Livno u Bosni i Hercegovini. Ovaj rad prikazuje trenutno stanje livanjskog vodovoda, njegove probleme i izazove s kojima se on susreće. Rad prikazuje vodne resurse općine Livno, njegove kvalitete i mogućnosti. U radu su na temelju dostupnih podataka i podataka dobivenih novim mjerenjima prikazana neka od najboljih tehničkih rješenja za livanjski vodovod. Posebna pažnja dana je vodovodima naselja Glavice i Smričani, te su prikazana najbolja trenutna rješenja za ta dva lokalna vodovoda.

39 stranica, 15 grafičkih priloga, 9 tablica, 27 bibliografskih referenci; izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: hidrogeografija, vodovod, Livno, razvoj, izvor

Voditelj: doc. dr. sc. Ivan Čanjevac

Povjerenstvo: doc. dr. sc. Ivan Čanjevac
izv. prof. dr. sc. Danijel Orešić
izv. prof. dr. sc. Neven Bočić

Tema prihvaćena: 7. 2. 2019.

Rad prihvaćen: 13. 2. 2020.

Rad je pohranjen u Središnjoj geografskoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19, Zagreb, Hrvatska.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geography

Master Thesis

The modern development and challenges of the Livno municipality water supply system

Marko Perković

Municipal water supply is currently one of the biggest projects in Livno municipality, Bosnia and Herzegovina. In this work current state, challenges and problems of the water supply system are described. In addition, water resources, the quality and possible solutions are presented. This work shows some of the best technical solutions based on available data and data obtained by new measurements. Special attention was given to water supply system of Glavice and Smričani settlements with the best possible solutions for those two local water supply systems.

39 pages, 15 figures, 9 tables, 27 references; original in Croatian

Keywords: hydrogeography, water system, Livno, development, spring

Supervisor: Ivan Čanjevac, PhD, Assistant Professor

Reviewers: Ivan Čanjevac, PhD, Assistant Professor
Danijel Orešić, PhD, Associate Professor
Neven Bočić, PhD, Associate Professor

Thesis title accepted: 07/02/2019

Thesis accepted: 13/02/2020

Thesis deposited in Central Geographic Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Marulićev trg 19, Zagreb, Croatia.

Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Ciljevi i zadaci istraživanja.....	3
2. Pregled dosadašnjih istraživanja	4
3. Podaci i metode rada	5
4. Vode općine Livno	7
4.1. Klima općine Livno	8
4.2. Geomorfološka obilježja i hidrološke cjeline općine Livno.....	8
4.3. Livanjske rijeke	9
4.3.1. Sturba	10
4.3.2. Žabljak.....	11
4.3.3. Bistrica	12
4.4. Jezera općine Livno	14
4.4.1. Buško jezero	14
4.4.2. Jezero Mandek.....	14
4.4.3. Lipsko jezero	16
5. Livanjski vodovod.....	17
5.1. Livanjski gradski vodovod	17
5.2. Vodovod ruralnih naselja općine Livno	18
5.3. Antropogeni utjecaj na kvalitetu vode livanjskoga vodovoda.....	21
5.4. Problemi livanjskog vodovoda	21
5.5. Analiza potrošnje vode	22
6. Rezultati analize vodovoda Glavice i Smričani u 2019. godini	25
6.1. Vodovod Glavice.....	25
6.2. Rezultati i rasprava.....	27
6.3. Vodovod Smričani.....	31
6.4. Rezultati i rasprava.....	32

7. Zaključak.....	34
8. Literatura i izvori.....	35

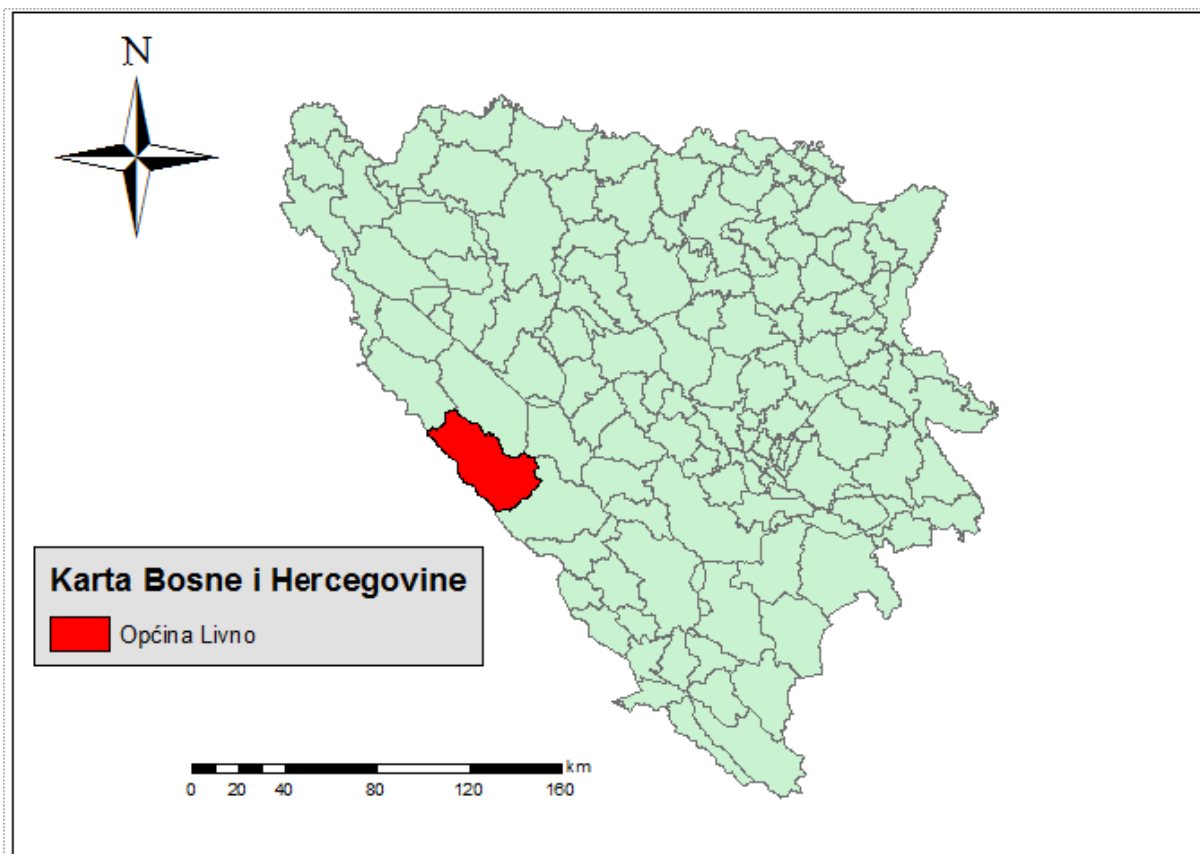
1. Uvod

Livno je grad u jugozapadnom dijelu Bosne i Hercegovine (43°49'39.5"N 17°00'13.2"E) (Sl. 1). Grad Livno prema popisu iz 2013. godine ima 9045 stanovnika dok prostor cijele općine Livno ima 37487 stanovnika. Površina općine iznosi 994 km².

Najznačajnije je mjesto Hercegbosanske županije, čije je kulturno i administrativno središte. Grad se nalazi na 730 m iznad mora i smješten je većim dijelom na obroncima i u podnožju brda Bašajkovac, iz kojeg izvire i krška rijeka Bistrica (Čečura, 2002). Prostor općine Livno ima umjereno toplu vlažnu klimu (Cf) s jakim vjetrovima, hladnim zimama, nestabilnim proljećima, toplim ljetima i kišovitim jesenima. Relativno visoka osunčanost s oko 2250 sati godišnje (prema procjenama najveći broj sunčanih dana u zemlji) (Federalni hidrometeorološki zavod Bosne i Hercegovine, 2019) čini ga posebno povoljnim za život. Livanjsko polje, čije je Livno najveće naselje, je najveće krško polje u Bosni i Hercegovini. Visina stalno naseljenih dijelova općine Livno ne prelazi 1000 m, osim nekoliko stočarskih posjeda. Preduvjet razvoja svakoga naselja pa tako i grada Livna je izgradnja i poboljšanje stanja komunalne infrastrukture.

Istraživanje unutar ovoga rada je obavljeno na području grada Livna gdje je vodovod u potpunosti izgrađen te na okolnim mjestima u kojima je vodovod u izgradnji ili postoje planovi izgradnje. Predmet istraživanja je vodovod općine Livno, njegova problematika i potencijalna rješenja. Analizirana je kvaliteta, mogućnosti i potencijal livanjskih rijeka (Bistrica, Sturba i Žabljak) i jezera (Buško jezero, Lipsko jezero, Mandek).

Planiranje livanjskoga vodovoda započelo je krajem 20. stoljeća, nakon čega slijedi postupna izgradnja i širenje sve do današnjeg opsega koji se naziva *Livanjski horizont*. Prema podacima Službe za graditeljstvo Grada Livna (SZGGL, 2018) *Livanjski horizont* trenutno pokriva 70 % ukupnog stanovništva, dok je faza izgrađenosti cjelokupnoga projekta približno 60 %. Planirani rok završetka *Livanjskog horizonta* je 2040. godina.



Sl. 1. Geografski položaj općine Livno na teritoriju Bosne i Hercegovine

Glavna crpna stanica i najveća količina zahvaćene vode korištene u livanjskom vodovodu nalazi se na izvoru rijeke Bistrice (vrela Duman). Manji dio zahvaćene vode u Livanjskom vodovodu uzima se iz izvora rijeke Sturbe. Minimalni protok izvora Duman je 260 l/s, dok je minimalni protok na izvoru rijeke Sturbe oko 1000 l/s (J. P. Komunalno Livno, 2012). Uzimajući u obzir položaj izvora, udaljenost od korisnika, financijsku isplativost, zaključeno je da je vrelo Duman u većem pogledu isplativije za crpljenje i korištenje vode u livanjskom vodovodu. Voda rijeke Sturbe se koristi u manjem udjelu ukupnog livanjskog vodovoda, ponajviše uz mjesta u blizini izvora Sturbe. Cilj ovoga rada je da se na osnovu određenih novih istraživanja i mjerenja ukaže na problematiku i potencijalna rješenja za određene probleme s kojima se susreće livanjski vodovod i neki njegovi korisnici. Posebna pažnja dana je naseljima Glavice i Smričani koji koriste lokalne vodovode te se ne ubrajaju u cjelinu *Livanjskog horizonta*. Korisnici ova dva lokalna vodovoda u određenim dijelovima godine zbog manjka vode nailaze na probleme u vodoopskrbi.

1.1. Ciljevi i zadaci istraživanja

Cilj ovoga rada je prikazati postojeće stanje vodovoda općine Livno, upoznati trenutnu problematiku i analizirati mogućnosti. Nakon toga u radu su na osnovu analize podataka, izvršenih mjerenja i anketnog ispitivanja predstavljene mogućnosti i rješenja za prisutne probleme vodoopskrbe u naseljima Glavice i Smričani.

S obzirom na navedene ciljeve postavljeni su sljedeći zadaci:

1. Prikupiti odgovarajuću literaturu
2. Analizirati dosadašnja istraživanja i mjerenja
3. Obaviti terenski rad
 - a) opažanje, skiciranje, fotografiranje
 - b) mjerenje protoka vode na zadanim lokacijama u naseljima Glavice i Smričani metodom zapremine volumena posude (volumetrijska metoda).
4. Analizirati istraživanja mjerenja protoka vode
5. Izvršiti anketno ispitivanje korisnika vodovoda u naseljima Glavice i Smričani
6. Analizirati anketno ispitivanje i s postojećim mogućnostima i sredstvima donijeti konačno rješenje

Na temelju trenutnog stanja Livanjskog vodovoda postavljene su sljedeće hipoteze:

1. Kapacitet i izgrađenost vodovoda grada Livna zadovoljava potrebe, dok prostor općine Livno zahtjeva daljnja ulaganja i proširenje vodovoda.
2. Prisutna je dovoljna količina vode na promatranom području koja može zadovoljiti potrebe stanovništva.
3. Vodovod naselja Glavice zahtjeva novi priključak na livanjski vodovod (rijeka Sturba), jer trenutni vodovod ne zadovoljava potrebe korisnika.
4. Vodovod naselja Smričani trenutno zadovoljava sve potrebe svojih korisnika.

2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Srebrenović (1963.) opisuje kretanje podzemnih voda općine Livno i hidrološki slijev Bistrice. Istraživanje kretanja podzemnih voda na području općine Livno urađeno je 1960. godine kada je u ponor Dragnić (Glamočko polje) puštena boja u vodu koja se pojavila na izvoru Duman te 1961. kada je na području Kupreškog polja u ponoru Milač puštena boja koja se pojavila na izvoru Duman, što je dokaz da se voda sporo kreće. Ova istraživanja su značajna jer daju informaciju s kojega prostora dolazi velika količina vode koja se koristi u livanjskom vodovodu.

Higijenski zavod u Splitu (1971.) uradio je do sada najveće istraživanje voda na području općine Livno. Istraživanja su pokazala fizikalno-kemijske, bakteriološke i radiološke karakteristike vode za sve 3 livanjske rijeke. Ova istraživanja su značajna jer su pokazala da se vode rijeke Bistrice i Sturbe mogu koristiti u livanjskom vodovodu, dok je analiza vode rijeke Žabljak pokazala da ta voda nije pogodna za vodoopskrbu.

Tvrtka *Hidroprojekt* (1976.) radila je istraživanje u sklopu projekta „Idejno rješenje kanalizacijskog sustava grada Livna“. Projekt prikazuje da kanalizacijski sustav općine Livno zagađuje livanjski vodovod i treba novo rješenje.

Štambuk Giljanović (1998.) prikazuje vrijednosti analize vode na području Livna. Navodi kvantitativne vrijednosti livanjskih voda i kemijske karakteristike. Ako se usporede te vrijednosti s današnjim vrijednostima može se zaključiti da se kvantitativne i kvalitativne karakteristike voda u općini Livno nisu mnogo promijenile.

Perković (2012.) u djelu *Vode Livanjskog kraja* daje opis voda i vodoopskrbnog sustava Općine Livno. Navodi probleme livanjskog vodovoda, ali ne daje potencijala rješenja.

Mišković (2005.) za potrebe korisnika vodovoda Glavice obavlja mjerenja na vodovodu Glavice, a analizom mjerenja pokazalo se da vodovod ne zadovoljava potrebe korisnika vodovoda. Mjerenja protoka izmjerena u 2005. godini posjeduje sam autor, a ista su ustupljena za potrebe rada.

3. Podaci i metode rada

Podaci korišteni u ovom radu su vrijednosti protoka (srednji godišnji i srednji minimalni godišnji protok vode na izvorima livanjskih rijeka za razdoblje 2000.-2010. godina). Mjerenja su obavljena na mjernim postajama Sturba 1, Bistrica i Žabljak 1, a navedene podatke ustupilo je javno poduzeće *Komunalno Livno* (2012.) koji obavlja mjerenja. Zavod za javno zdravstvo županije Splitsko-Dalmatinske (1971.) je uradio do sada najveću analizu vode na području općine Livno u kojoj su prikazana fizikalna, kemijska, bakteriološka i radiološka svojstva vode. Podaci se nalaze u *Zavodu za javno zdravstvo Hercegbosanske županije*, a za potrebe ovog rada su ustupljeni. *Zavod za javno zdravstvo Hercegbosanske županije* jednom mjesečno, a po potrebi i češće obavlja analizu vode na području općine Livno, a isti su ustupljeni na korištenje prilikom izrade ovoga rada. *Federalni hidrometeorološki zavod Bosne i Hercegovine* je ustupio klimatološke podatke koji su korišteni u ovom radu. *Služba za graditeljstvo grada Livna* je ustupila podatke hipsometrijskih obilježja naselja općine Livno te podatke vezane za srednju dnevnu, maksimalnu dnevnu i maksimalnu satnu potrošnju vode za 2010. i 2015. godinu kao i procjene istih vrijednosti za razdoblje 2020.-2040. Uz navedene podatke ista služba je za potrebe rada ustupila podatke vezane za kapacitet postojećih i kapacitet potrebnih rezervoara vode u sklopu projekta *Livanjski horizont*.

S ciljem dopune spoznaja o vodoopskrbi naselja Glavice i Smričani obavljena su terenska mjerenja protoka te anketiranje lokalnog stanovništva. Volumetrijskom metodom na ulazu u sabirne bazene mjeren protok vode koji utječe u akumulacijski bazen. Tijekom tri sušna mjeseca (lipanj, srpanj, kolovoz) 2019. godine rađena su jednom tjedno (na lokaciji Glavice) ili jednom u dva tjedna (na lokaciji Smričani) mjerenja protoka (tri mjerenja i izračun aritmetičke sredine).

U mjestu Glavice na ulaznom mjestu u sabirni bazen na k. d. (kota dna) 760 m n. v. urađeno je 12 mjerenja u razdoblju od 3 mjeseca. Mjerenja su rađena 4 puta mjesečno: 8. lipnja, 15. lipnja, 22. lipnja, 29. lipnja, 6. srpnja, 13. srpnja, 20. srpnja, 27. srpnja, 3. kolovoza, 10. kolovoza, 17. kolovoza i 24. kolovoza. Praksa je pokazala da su ova tri mjeseca najkritičnija za ispostavu vode u selu Glavice pa je prema tome za mjerenje određen taj sušni dio godine.

U mjestu Smričani na ulaznom mjestu u sabirni bazen na k. d. 755 m. n. v. na isti je način urađeno 6 mjerenja u razdoblju od 3 mjeseca. Mjerenja su rađena 2 puta mjesečno: 15. lipnja, 29. lipnja, 13. srpnja, 27. srpnja, 10. kolovoza te 24. kolovoza. Iskustvo lokalnoga

stanovništva je pokazalo da su u Smričanima ova 3 mjeseca najsušnija pa je upravo radi toga uzeto to razdoblje za mjerenje.

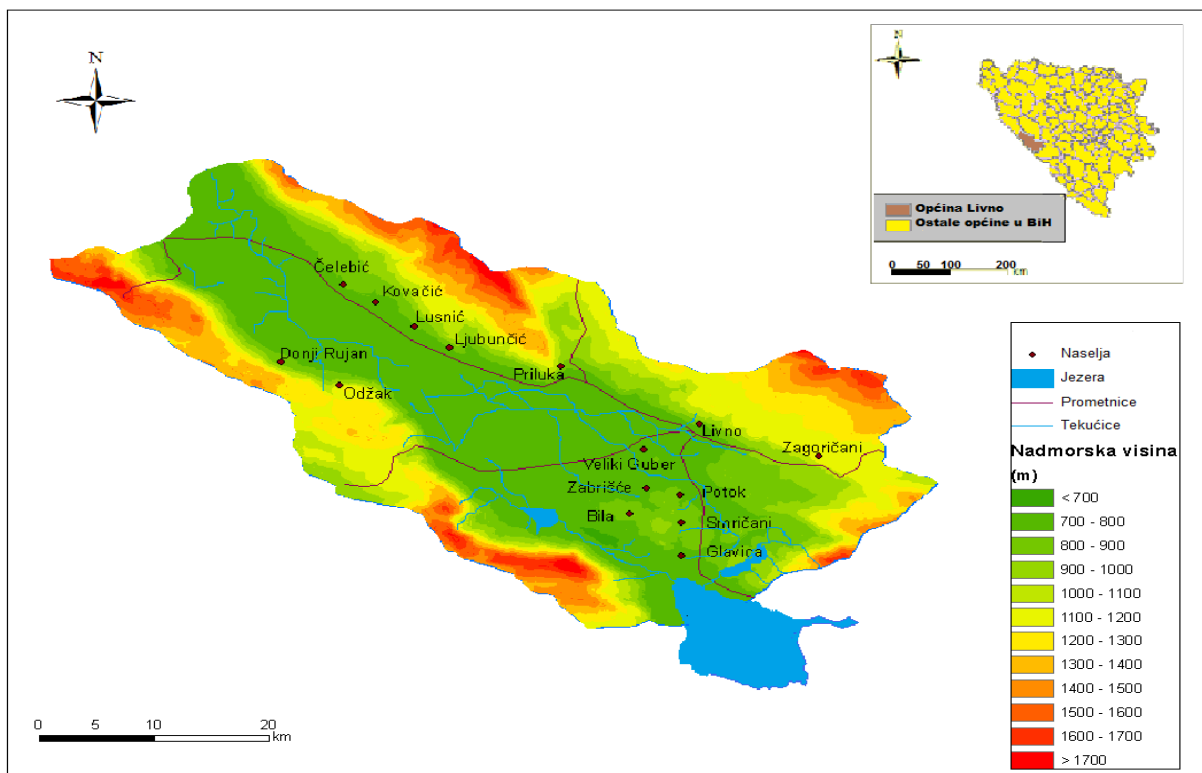
Osim mjerenja napravljeno je usmeno anketno ispitivanje korisnika vodovoda u naseljima Glavice i Smričani u kojem im je postavljeno pitanje za koju su od navedenih opcija. U anketnom ispitivanju stanovnici naselja Glavice su se mogli izjasniti za koju su od 4 navedene opcije. Anketiranje je obavljeno u rujnu 2019. godine. Prilikom ispitivanja ispitanici su objasnili zašto su izabrali jednu od ponuđenih opcija. Zbog pojedine informatičke nepismenosti korisnika ova anketa se nije mogla izvršiti anketnim Internet upitnikom. U anketnom ispitivanju sudjelovala su 33 kućanstva. Stanovnicima naselja Glavice je postavljeno pitanje jesu li u mjesecima lipanj, srpanj i kolovoz 2019. godine došli u 2 situacije a to su: potpuni nestanak vode te smanjenje količine isporučene vode. Stanovnicima naselja Smričani u kolovozu 2019. godine postavljeno je pitanje za koje su od 2 navedena rješenja vezana za vlastiti vodovod, a svoj odabir su prilikom anketiranja objasnili. U ispitivanju su sudjelovala 62 kućanstva.

4. Vode općine Livno

Vodne resurse općine Livno možemo podijeliti na nekoliko kategorija: izvorišta, rijeke, jezera, podzemna voda u bunarima, padaline i potencijali sanitarnih kanalizacijskih i industrijskih otpadnih voda (Perković, 2012).

S istočne strane Livanjskog polja protječu livanjske rijeke Bistrica (duga 3 km), Sturba (14.5 km) i Žabljak (4 km). Te tri rijeke nekada su se u polju ispod Suhače i Prispa sjedinjavale u Plovuću koja je dalje tekla livanjskim poljem do Čaića i tamošnjih ponora u podnožju Dinare. Izgradnjom kanalskog sustava 1974. godine vode iz livanjskih rijeka odlaze u Lipsko jezero (Sl. 2) (Perković, 2012).

Godine 1974. na južnom dijelu Livanjskog polja formirano je najveće umjetno jezero u Europi, Buško jezero površine 50 km² (Čečura, 2002). Cilj zahvata na ovom prostoru je bio da se veliki vodni kapaciteti koji su do tada bili minimalno iskorišteni iskoriste na što veći način. Ideja je bila da se voda na koju čovjek nije mogao utjecati akumulira i iskoristi za gospodarski razvoj, najviše za proizvodnju električne energije i intenzivnu poljoprivredu. (Krpan-Lisca, 2001.) Na prostoru općine Livno postoji i jezero Mandek, čija je funkcija nadopunjavanje Buškog jezera u sušnom djelu godine (Krpan-Lisca, 2001).



Sl. 2. Pregledna karta općine Livno

4.1. Klima općine Livno

Livno se nalazi na prijelazu mediteranske u kontinentalnu klimu. Utjecaj mediteranske klime umanjen je planinskim masivom Dinare i Kamešnice, te velikom nadmorskom visinom – preko 710 metara nad morem. Meteorološka stanica Livno nalazi se na 724 m. n. v.). Klimu u Livnu karakteriziraju kratka i suha ljeta, te duge i hladne zime. Jeseni su toplije i kišovitiye od proljeća. Prosječna godišnja temperatura zraka je 9,3 °C. Prosječna ljetna temperatura iznosi 18,2°C, a zimska 0,6°C. Najtopliji mjesec je srpanj s prosječnom srednjom temperaturom od 18,9°C, a najhladniji siječanj s -0,8°C. Najviša temperatura zraka izmjerena u Livnu iznosila je 37,6°C (30.7.2005. i 24.8.2007.), a najniža -29,6°C (11.1.1967.). Prosječna godišnja količina oborina iznosi 1149 l/m². 2010. godine palo je 1796 l/m², a 2006. 916. l/m². Najviše oborina Livno dobije tijekom jeseni, potom tijekom proljeća, nešto manje zimi, a najmanje ljeti. Godišnje bude oko 145 dana s oborinama. Maksimalna visina snijega u Livnu u zadnjih dvadeset godina bila je u siječnju 2002. godine i iznosila je 89 cm. U ožujku 2010. palo je 55 cm snijega, dok je tijekom 2011. godine najviši snijeg zabilježen u ožujku – 19 cm. Srednja godišnja oblačnost u Livnu je oko 5,6 desetina neba (56%), što predstavlja umjereno nisku oblačnost. Najveću oblačnost imaju kasni jesenski i zimski dani (prosinac oko 7,2 desetina), a najmanju ljetni (kolovoz 2,9 desetina). 2010. godine sunce je u Livnu sjalo 2274 sata, a 2007. godine 2524 sata (Federalni hidrometeorološki zavod Bosne i Hercegovine, 2019).

4.2. Geomorfološka obilježja i hidrološke cjeline općine Livno

Područje općine Livno u svom geomorfološkom smislu obuhvaća Livanjsko polje, zaravni i planine od kojih su najznačajnije Kamešnica, Cincar i Tušnica. To je prostor Dinarskoga krša razvijenoga na vapnenačkim stijenama. Livanjsko polje zauzima najveći dio teritorija općine Livno, a ima površinu 404 km². Dužina polja iznosi 65 km, a njegova prosječna širina je 6 km što ga ubraja u jedno od najvećih krških polja u Europi (Perković, 2012). U tektonskom smislu Livanjsko polje predstavlja udubljenje Dinarskog pravca pružanja. Okruženo je planinama Dinara i Kamešnica na jugozapadu, dok se s njegove sjeveroistočnom djelu nalaze planine Šator, Staretina i Golija. Polje je otvorenije prema jugu (visina ovoga djela je oko 750 m) dok se sjeverozapadni dio polja uzdiže prema Grahovskom polju i više je za oko 100 m (Perković, 2012).

Prema Perkoviću (2012.) Livanjsko polje se zbog različitih geomorfološko-hidroloških obilježja dijeli na:

Livanjsko polje u užem smislu

Srđevićko polje

Buško blato

Livanjsko polje u užem smislu obuhvaća sjeverozapadni i središnji dio polja. Površina ovoga dijela iznosi 292 km², a nalazi se na visini 705-710 m. Unatoč malim visinskim razlikama formirane su 3 hidrološke cjeline. Svaka od njih predstavlja zasebno područje i odvodnju sa odvojenom grupom ponora. Sjeverozapadni dio Livanjskog polja zauzima udubljenje Ždralovac. Izgradnjom magistralnog puta 70-ih godina 20. stoljeća izgrađen je nasip te ovaj dio polja rijetko kad poplavljuje.

Srđevićko polje zauzima središnji dio Livanjskog polja. Površina Srđevićkog polja je 52 km², a nalazi se na visini 740 m, što je za 30 m više od ostatka polja. Ovaj dio Livanjskog polja nije jedinstvena hidrološka cjelina. Pokraj jugozapadnog dijela Srđevićkog polja mogu se zapaziti tragovi rubne zaravni. Ova zaravan je na više mjesta isprekidana naplavinama i vododerinama koje dolaze s Kamešnice.

U jugoistočnom dijelu Livanjskog polja nalazi se Buško blato. Površina Buškog blata je 60 km². Ovalnog je oblika i na sjeveroistočnom dijelu se nastavlja na dolinu izvorišta rijeke Ričine. Ovaj dio Livanjskog polja po hidrološkim i morfološkim odlikama predstavlja zasebnu cjelinu. Visina Buškog blata je oko 705 m. U Buškom blatu nema tragova terasa i zaravni. Ovaj dio Livanjskog polja je 60-ih godina podvrgnut sustavnim hidrogeološkim istraživanjima u svrhu prikupljanja podataka na temelju kojih se pristupilo infrastrukturnim radovima te je blato pretvoreno u umjetnu hidro-akumulaciju nazvanu Buško jezero, koja je po površini najveća umjetna akumulacija u Europi (Perković, 2012).

Vode općine Livno pripadaju preko poriječja rijeke Cetine slijevu Jadranskoga mora. Vode koje poniru uz sjeveroistočne padine Kamešnice i Dinare javljaju se na vrelima u dolini Cetine (Baučić, 1967).

4.3. Livanjske rijeke

Na području općine Livno protječu 3 rijeke: Sturba, Žabljak i Bistrica. Sve tri rijeke izvire i cijelim svojim tokom protječu teritorijem općine Livno. Rijeka Bistrica izvire i protječe u području grada, dok su Sturba i Žabljak u neposrednoj blizini. Sve tri rijeke imaju odlike

krških rijeka. Sva tri izvora su nastala na pukotinama karbonatnih stijena, a izviri pod utjecajem hidrostatskog tlaka. Kapaciteti izvora su promjenjivi, a najviše ovise o padalinama (Čečura, 2002).

Tab 1. Srednji godišnji i srednji minimalni godišnji protok vode na izvorima livanjskih rijeka za razdoblje 2000.-2010. godina.

Naziv rijeke	Mjerna postaja	Q sr. g. (m ³ /s)	Q min sr. g. (m ³ /s)
Sturba	Sturba 1	4.48	1.24
Bistrica	Duman	3.60	0.61
Žabljak	Žabljak 1	2.06	0.14

Izvor: J. P. Komunalno Livno 2012.

4.3.1. Sturba

Rijeka Sturba je najduža rijeka na području općine Livno. Izvire u mjestu Sturba u podnožju brda Gradina. Dužina rijeke Sturbe je 14,5 km, a minimalni kapacitet izvora je 1000 l/s. Rijeka Stuba ima značajnu ulogu u vodoopskrbnom sustavu općine Livno. Na rijeci Sturbi postoje dva vodo zahvata. Prvi vodo zahvat se nalazi uz sam izvor, a na njega su priključena sela: Dobro, Lopatice Vidoši i Dola. Na donjem toku rijeke Sturbe u mjestu Zabrišće nalaze se vodozahvati za mjesta: Zabrišće, Guber, Karijani i Golubić. Trenutno se vodom s rijeke Sturbe koristi 8 livanjskih naselja. Zbog svoga velikoga kapaciteta rijeka Sturba je iznimno važna za daljnje proširivanje *Livanjskog horizonta* (Perković, 2012).



Sl. 3. Vodozahvat na izvoru rijeke Sturbe (23. lipanj, 2019.)

Procesom bojanja krških ponora u Kupreškom i Glamočkom polju pokazalo se da hidrološki slijev rijeke Sturbe u većoj mjeri predstavlja područje Kupreškog polja. Dio vode Glamočkog polja odlazi prema izvoru Sturbe, a to ukazuje da nema strogo odvojenih granica u području hidrološkog slijeva na području livanjskih rijeka već se podzemne vode navedenog područja miješaju (Srebrenović, 1963).

4.3.2. Žabljak

Rijeka Žabljak je duga 7 km što je čini drugom najdužom rijekom na području općine Livno. Izvire u selu Žabljak u predjelu Orlovača. Minimalan protok izvora rijeke Žabljak je 80 l/s (J.P. Komunalno Livno, 2019). Velike su razlike u kapacitetu protoka vode. Često se u vrijeme bujičnih tokova javlja plavljenje okolnih mjesta jer dolazi do velikog povećanja količine vode. U mjestu Dubočice rijeka Žabljak se ulijeva u Bisticu. Rijeka Žabljak se ne koristi u vodoopskrbi u smislu vode za piće, ali je obližnja mjesta Brina i Žabljak koriste kao komunalnu vodu. Budući da protječe kroz poljoprivredne predjele značajna je za navodnjavanje.

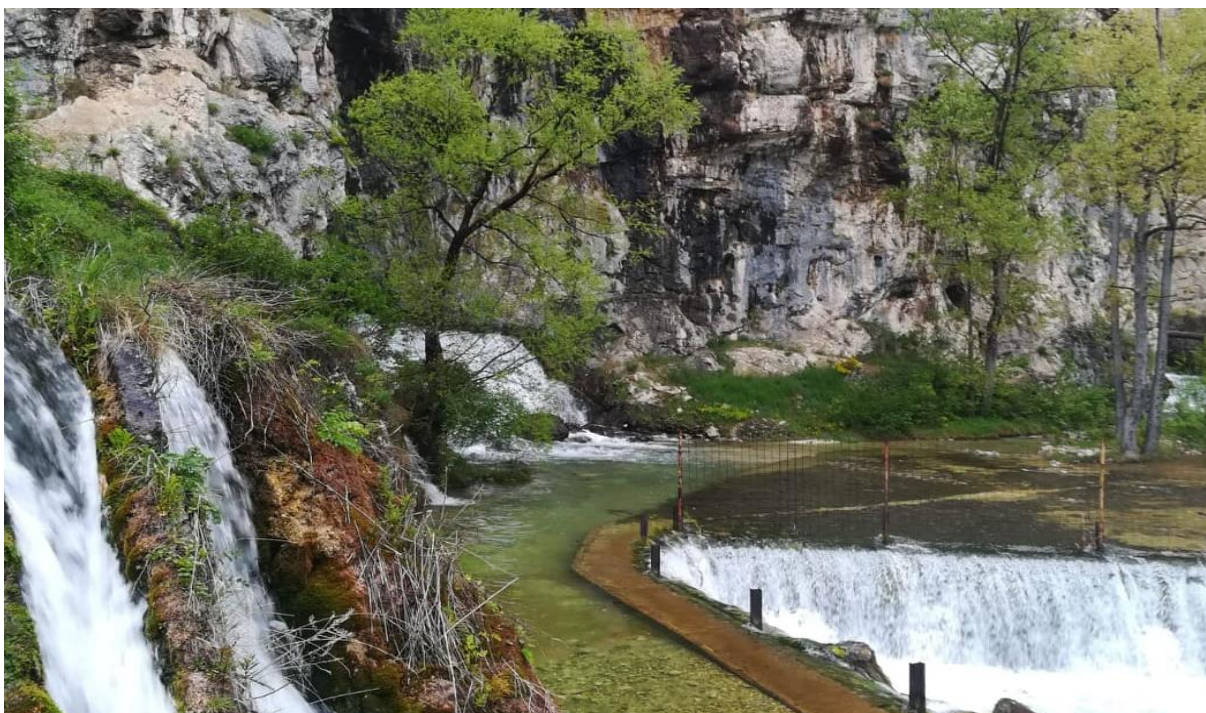
U blizini rijeke Žabljak u prošlosti je djelovala tvornica tkanine Livtex. Iako je u krugu tvornice postojao sustav za primarnu preradu tehnoloških otpadnih voda koji je prihvaćao i pročišćavao vode, često su se javljali problemi koji su se odnosili na onečišćenje rijeke Žabljak. Ponekada se voda iz tvornice ispuštala u rijeku bez primarne obrade što je dovelo do velikih onečišćenja i uginuća biljnog i životinjskog svijeta u rijeci. (Perković 2012). Hidrogeološkim istraživanjima utvrđeno je da se hidrološko slijevno područje rijeke Žabljak nalazi na području Kupreškog polja te manjim dijelom na području Glamočkog polja (Srebrenović, 1963).

Kvaliteta izvora i vodotoka rijeke Žabljak ovisi o stanju dva lokaliteta na području rijeke. Prvi lokalitet je izvorište rijeke gdje dolazi do onečišćenja. Prostor izvora nije zgrađen i dolazi do izravnog pristupa ljudi i životinja. Druga lokacija u kojoj se događa izravno onečišćenje je područje gornjeg toka koje protječe kroz naselje Gornji Žabljak gdje dolazi do ispuštanja fekalnih otpadnih voda izravno i neizravno u vodotok rijeke. Rezultati mikrobioloških istraživanja izvorišta Žabljak pokazuju da vode ne udovoljavaju propisima mikrobioloških parametara vode za piće.

Općina Livno prilikom strateškog planiranja i razvoja *Livanjskog horizonta* ne ubraja rijeku Žabljak kao potencijalni resurs za vodoopskrbu. Ako se javi potreba za distribucijom vode iz ove rijeke ona je moguća pod uvjetom kontinuiranog kloriranja i stalnog higijenskog nadzora (Perković, 2012).

4.3.3. Bistrica

Bistrica je najkraća livanjska rijeka, duljine 3 km. Izvor rijeke Bistrice je u podnožju Crvenice. Izvorište Duman (Sl. 4) se javlja iz pukotine karbonatne stijene, pod utjecajem hidrostatskog tlaka, a kapacitet izvora ovisi od godišnjem dobu i padalinama. U jesenskom djelu godine izvor je veoma jak, dok se u sušnom ljetnom djelu godine on uvelike smanjuje što izravno utječe na dužinu toka rijeke (Čečura, 2002).



Sl. 4. Izvor rijeke Bistrice (Duman) (7. srpanj, 2019.)

Kaptirani izvor Duman predstavlja glavni vodozahvat livanjskog vodoopskrbnog sustava. Maksimalni protok Dumana je 4800 l/s, a njegov minimalni protok je 260 l/s (Perković, 2012).

Hidrogeološkim istraživanjima 1960. godine dokazano je da vode izvora Duman dolaze s područja Glamočkog polja (ponor Dragnić) i Kupreškog polja (ponor Milač) (Srebrenović, 1963). Rijeka Bistrica protječe kroz grad Livno i u svom gornjem toku prima otpadne vode grada Livna bez bilo kakve prethodne obrade. U prošlosti se rijeka Bistrica zajedno sa Sturbom i Žabljakom ulijevala u Plovuću koja je ponirala u ponoru u selu Čaić. Izgradnjom kanalskog sustava današnje vode rijeke Bistrice se kanalom odvede do Lipskog jezera. Rijeka Bistrica stanovnicima Livna predstavlja puno više od same rijeke, te ima veliki kulturalni značaj.

Projektom *Livanjski horizont* planira se dovesti vodu u sve dijelove općine Livno, a kao glavno crpilište predviđen je izvor Duman. Postavlja se pitanje da li će planirana potrošnja vode koju J. P. *Komunalno Livno* planira distribuirati do potrošača i privrednih subjekata u budućnosti ugroziti biološki minimum rijeke Bistrice. Trenutno stanje i količina vode daju pozitivne procjene i voda se može crpiti bez značajnijih negativnih posljedica. Važan čimbenik u zaštiti rijeke je sprječavanje onečišćenja koji dolaze ispuštanjem sanitarnih i tehnoloških otpadnih voda u korito rijeke (Perković, 2012).

4.4. Jezera općine Livno

4.4.1. Buško jezero

Zaravan jugoistočnog djela Livanjskog polja naziva se Buško jezero (Sl. 5). Općini Livno u katastarskom smislu pripada 1/3 područja, dok 2/3 pripadaju općini Tomislavgrad. Jezero je izgrađeno 1972. godine, a na jezeru su izgrađene 2 brane: brana Podgradina i brana Kazaginac. Površina jezera je oko 59 km². Maksimalan kapacitet jezera je oko 800 milijuna m³ vode, što predstavlja dvogodišnju srednju vrijednost dotoka u akumulaciju. Dno jezera se nalazi na 703 m. n. v. Maksimalna dubina Buškog jezera iznosi 15.5 m. (Štambuk-Giljanović, 1986).



Sl. 5. Buško jezero (22. svibanj, 2019.)

Područje oko Buškog jezera je slabo naseljeno, a u blizini ne postoji industrijska proizvodnja. Poljoprivreda u okolini Buškog jezera nema ozbiljnije onečišćivače (Perković, 2012). Izravno onečišćenje Buškog jezera dolazi od bujičnih voda sa okolnih padina koje okružuju jezero (Štambuk-Giljanović, 1986).

4.4.2. Jezero Mandek

Jezero Mandek (Sl. 6) drugog naziva Val je hidroakumulacija izrađena kao pričuvna količina vode koja se može ispustiti u Buško jezero. Na izlaznom mjestu nalazi se izrađena brana koja ima funkciju prikupljanja vode u jezeru i regulaciju ispuštanja vode u Buško

jezero. Na brani je izrađen prozor koji višak vode preljeva dalje u odvodni kanal. Jezero ima kapacitet od 3.6 milijuna m³ (Štambuk-Giljanović, 1986.). Voda osim dijelom površinski u jezero dolazi iz većeg broja manjih izvora koji dolaze iz podnožja Tušnice (Čečura, 2002).



Sl. 6. Jezero Mandek (snimka iz zraka)

Izvor: Kelava, 2019.

Vodu iz jezera Mandek koriste stanovnici sela Podhum kao komunalnu vodu, a veoma je značajna za korištenje u poljoprivredi. U prošlosti je voda bila znatno više zagađena ali prestankom rada rudnika smeđeg ugljena Tušnica voda je bolje kvalitete (Perković, 2012).



Sl. 7. Jezero Mandek (10. listopad, 2019.)

4.4.3. Lipsko jezero

Na rubu istočnog dijela sela Lipa u podnožju planine Kamešnica nalazi se Lipsko jezero (Sl. 8). Jezero se nalazi na 700 m.n.v. a kapacitet jezera je 1.6 milijuna m³. Lipsko jezero predstavlja prostor koji kanalskim sustavom dovede jednodnevnu vodu s područja livanjskih rijeka, a dalje kroz Kamešnicu tunelom dugim 12100 m voda odlazi u Republiku Hrvatsku za potrebe hidro elektrane Orlovac. U kišnom periodu dotok vode je veći od mogućnosti potrošnje, pa se akumulacija Lipskog jezera puni. Višak vode se jakim pumpnim postrojenjem šalje u hidro akumulaciju Buško jezero (Štambuk-Giljanović, 1986).



Sl. 8. Lipsko jezero (panorama s planine Kamešnica) (22. svibanj, 2019.)

Lipsko jezero trenutno osim hidroenergetske funkcije nema drugu funkciju. U blizini jezera se nalaze poljoprivredne površine pa je jezero pogodno za navodnjavanje, ali trenutno se ne iskorištava u značajnoj mjeri.

5. Livanjski vodovod

Livanjski vodovod kao projekt općine Livno naziva se *Livanjski Horizont*. Glavni investitor projekta je općina Livno, dok nedostatak financijski sredstava u praksi nadoplaćuju korisnici. Livanjskim vodovodom upravlja J. P. *Komunalno Livno*.

Raspoloživi vodni resursi, koji mogu zadovoljiti dugoročne potrebe korisnika Livanjskog vodovoda su vrela rijeke Bistrice (Duman) i rijeke Sturbe. Stanje vodoopskrbe na prostoru općine Livno, uz izuzetak samog grada Livno je nezadovoljavajuće. Treba naglasiti da je za ovakve prostore, niske gustoće stanovništva, velike udaljenosti između naselja i koncentriranih vodenih resursa, isporuka dovoljnih količina voda za sve potrošače složen i skup proces koji ne može biti završen u kratkom roku (SZGGL, 2005). Pri tome treba imati definirano cjelovito rješenje vodoopskrbe, a sama realizacija se odvija u fazama.

Prema (SZGGL, 2005) livanjski vodovod se dijeli na:

1. Livanjski gradski vodovod
2. Vodovod ruralnih naselja Livanjskog horizonta

5.1. Livanjski gradski vodovod

Najznačajniji objekti postojećeg sustava *Livanjskog horizonta* su locirani u središtu Livna. Prvi objekti vodovoda grada Livna su izgrađeni još krajem 19. stoljeća, a u narednom periodu, do današnjeg vremena su rekonstruirani ili proširivani. Vodni resurs livanjskog gradskog vodovoda je izvor rijeke Bistrice (Duman) u samom gradskom području, a nalazi se na 750 m. n. v. Izvor Duman kaptiran je prije 1910. godine, a vodozahvatni cjevovod koji je još danas u upotrebi izgrađen je oko 1920. godine (Čečura, 2002). Dovodni cjevovod (Sl. 9) je od čeličnih cijevi Ø 450 mm, dužine 50 m. Minimalni kapacitet izvora je $Q_{min} = 260$ l/s (J. P. KL, 2012).

Iz vodozahvata se voda gravitacijski doprema do pumpne stanice (ukupnog kapaciteta od 108 l/s, visine dizanja vode od 50 do 110 m, ukupne instalirane snage od 152 kW), odakle se potiskuje u četiri gradska spremnika (SZGGL, 2005).



Sl. 9. Izvor Duman s vodozahvatnim cjevovodom (4. listopada, 2019.)

Postojeći vodoopskrbni sustav Livna je pumpno gravitacijski za visoku i srednju zonu i gravitacijski za nižu zonu. Zajednički objekti za sve zone vodoopskrbe su dovodni cjevovod i crpna stanica u kojoj su instalirane crpke za visoku i srednju zonu i u kojoj se nalazi zahvat za gravitacijski vod, te uređaj za dezinfekciju pitke vode. (J. P. KL, 2012).

5.2. Vodovod ruralnih naselja općine Livno

Vodovod ruralnih naselja općine Livno dijelom se oslanja na lokalne vodovode a dijelom je priključen u vodoopskrbni sustav *Livanjski horizont*. Dijeli se na (SZGGL, 2005):

Vodovod - Livno sjeverozapad

Vodovod - Livno jug

Vodovod – Livno jugozapad

Vodovod - Livno istok

Vodovod - Livno jugoistok.

Vodovod-Livno sjeverozapad obuhvaća dio naselja raspoređenih po sjeverozapadnom rubu Livanjskog polja a opskrbljuju se s izvora Bistrica, odnosno dijelom s vodovoda grada Livna. Gravitacijski se opskrbljuju dijelovi naselja Zastinje, Suhača, Veliki Kablići, Mali Kablić, Priluka, Prisap i Žirović, Strupnić, Ljubunčić. Priključenje ovih naselja je izvršeno izravno, bez zasebnih priključaka, što uz starost AC (azbestno cementnih) cjevovoda otežava normalnu ispostavu vode. Izuzetak su naselja V. Kablić i Priluka. Priključenje na distributivni cjevovod su izvršena sa pumpnim stanicama kojim se voda potiskuje u pripadajuće rezervoare kapaciteta 130 i 100 m³, i dalje vodovodnim mrežama do domaćinstava.

Vodovod - Livno jug obuhvaća naselja Podgradina, Vržerale i Podhum. Voda se zahvaća iz bazena izgrađenog uz temeljni ispust brane jezera Mandak te preko rezervoara, kapaciteta 200 m³ (k. d.=757,95 m. n. v.), gravitacijskim AC cjevovodima profila 200 i 100 mm doprema do navedenih naselja. Dužina dovodnih cjevovoda iznosi 4.600 m, a distributivnih 6.670 m. Vodovod naselja Golinjevo se sastoji od tri manja vodovoda. Zahvaćanjem vode na vrelu Ruža, kapaciteta 0,3 l/s, osiguravaju se potrebe dijela naselja. S ovog vodozahvata, voda se gravitacijski doprema do rezervoara kapaciteta 12 m³, a potom distributivnom mrežom do potrošača. Slijedeći vodozahvat nalazi se na Mihaljevića vrelu, kapaciteta 12 l/s, odakle se voda također gravitacijski doprema do rezervoara kapaciteta 25 m³ i dalje do potrošača razvodnom mrežom dužine 3.500 m. Treće vrelo je Barića vrelo, kapaciteta 0,4 l/s, odakle se voda gravitacijski doprema do rezervoara zapremine 10 m³ i dalje do potrošača razvodnom mrežom dužine oko 500 m.

Vodovod - Livno zapad obuhvaća naselja Zabrišće, Držanlije, Srđevići i Bila. Naselje Zabrišće je priključeno na sustav *Livanjski horizont*, a vodu crpi iz vrela Duman. Tlačnim cjevovodom potiskuje vodu u pripadajući rezervoar od 80 m³. Vodovod naselja Bila također je u sustavu *Livanjski horizont*. Voda se dovodi u rezervoar kapaciteta 50m³ i dalje razvodnom mrežom L=1.650 m do potrošača. Stanovnici naselja Držanlije se opskrbljuju vodom putem tri odvojena vodovoda. Vodovod naselja Golubić se sastoji od kopanog bunara u aluvijonu rijeke Sturbe odakle se voda direktno potiskuje u razvodnu mrežu. Vodovod naselja Srednje i Gornje Držanlije se sastoji od vodozahvata na vrelu Lipa kapaciteta 1,5 l/s, odakle se voda potiskuje u rezervoar kapaciteta 60 m³. Dužina cjevovoda triju vodovoda naselja Držanlije je 2.000 a razvodne mreže 2.311 m. Sela Srđevići i Lipa također koriste vodovod iz sustava *Livanjski horizont*. Problem koji se javljaju u ova dva sustava su veliko opadanje broja stanovnika koji se nije uzeo u obzir prilikom gradnje vodovoda. Ova pojava je dovela do pojave mulja u cjevovodu, jer se dešava da voda ne cirkulira. Rješavajući ovaj problem voda se mora ispuštati iz cjevovoda što dovodi do velikih gubitaka vode.

Vodovod - Livno istok obuhvaća naselja Dobro, Zagoričani i Potočani. Vodovod naselja Dobro se sastoji od vodozahvata s pumpnom stanicom na vrelu Sturba, potisnog cjevovoda i rezervoara Glavica, kapaciteta 200 m^3 , k. d. 895 m. n. v. Godine 2017. završeni su radovi na izgradnji jedinstvenog vodovoda Zagoričani-Potočani, kojim se dugoročno osigurala ispostava vode do ovih naselja. Voda se doprema cjevovodom od izvora Duman do pumpne stanice Katun. Pumpna stanica Katun kapaciteta $7,8 \text{ l/s}$ podiže vodu 217 metara u visinu kroz cjevovod $L=2.609 \text{ m}$ i profilom 100 mm do rezervoara Klačine, kapaciteta 140 m^3 , sa k. d. 1043 m. n. v. Gravitacijski voda od rezervoara Klačine cjevovodom $L=3183 \text{ m}$ i profilom 90 mm ide do rezervoara Potočani kapaciteta 120 m^3 , sa k. d. 1020 m.n.v. Dalje gravitacijskim putem kroz distributivnu mrežu voda iz ova dva rezervoara dolazi do korisnika.

Vodovod - Livno jugoistok u velikoj mjeri obuhvaća naselja koja imaju sustav lokalnih seoskih vodovoda. Vodoopskrba naselja Vidoši se obavlja zahvaćanjem vode na vrelu rijeke Sturbe. Objekti ovog vodovoda su: vodozahvat s pumpnom stanicom kapaciteta 6 l/s ; potisni cjevovod AC 80 mm i rezervoar od 200 m^3 , k. d. 843 m n. v. Vodovod je izgrađen 1983. godine. Vodovod naselja Podkraj se sastoji od bunarskog vodozahvata s pumpnom stanicom uz vrelo Haper (kapaciteta 5 l/s), potisnog cjevovoda AC 80 mm , rezervoara zapremine 130 m^3 i razvodne mreže dužine 3.250 m . Vodovod je izgrađen 1985. g. Naselje Grgurići se vodom opskrbljuju putem kopanog bunara s pumpnom stanicom, potisnog cjevovoda profila AC 80 mm , $L=1.000 \text{ m}$, rezervoara od 100 m^3 , sa k. d. 840 m. n. v. i razvodne mreže od oko 1.000 m . Vodoopskrba naselja Smričani se vrši putem lokalnog vodovoda. Iz sabirnog bazena voda se pumpama potiskuje u akumulacijski kapaciteta 50 m^3 , a dalje gravitacijski do potrošača. Vodovod naselja Lopatinac se sastoji od vodozahvata vrela Lopatinac, gravitacijskog dovoda do naselja, rezervoara od 45 m^3 i gravitacijskog distributivnog cjevovoda profila 110 mm . Naselje Glavice se opskrbljuje zahvaćanjem vrela Sapot preko rezervoara od 30 m^3 , k. d. 751 m. n. v. Naselje Potok se opskrbljuje pumpno-gravitacijskim vodovodom sa rezervoarom kapaciteta 60 m^3 (k. d.=820 m. n. v.).

Ostalo stanovništvo prostora općine Livno vodom se opskrbljuje s individualnih vodozahvata. Uvidom u opisano sadašnje stanje postojeće vodoopskrbe Livna i ostalih naselja Livanjskog horizonta može se zaključiti da jedino grad Livno po organizaciji, kapacitetu izvora i objektima vodovoda, može osigurati sigurnu i kontinuiranu ispostavu vode do potrošača (Perković, 2012).

5.3. Antropogeni utjecaj na kvalitetu vode livanjskoga vodovoda

Antropogeni utjecaj na livanjski vodovod najviše se očituje kroz nedovoljno izgrađen kanalizacijski sustav. Postojeća kanalizacijska mreža je dijelom mješovita i većim dijelom razdjelna. Mješovita kanalizacija rađena po principu zajedničkog sabirnog kolektora oborinskih, kućanskih otpadnih i industrijskih otpadnih voda je starija i nalazi se u starijem, višem dijelu grada Livna. Razdjelna kanalizacija sadrži kanalsku mrežu za oborinske, kućanske otpadne i industrijske otpadne vode. Građena je 70-ih godina 20. stoljeća, a nalazi se u nižim dijelovima grada Livna, te u novim izgrađenim dijelovima grada. Mješovita kanalizacija je rađena od betonskih i azbestno cementnih cijevi, dok su zastupljeni i zidani kanali, a razdjelna kanalizacija je izrađena od azbestno cementnih i PVC cijevi (Perković, 2012). Obzirom na starost cijevi i njihovo loše stanje, treba se računati na znatne gubitke, ali i infiltraciju u podzemlje u nižim dijelovima grada (Tuhtar, 1984). Prema glavnom projektu kolektora i idejnom projektu kanalizacije grada, kanalizacija je razdjelnog tipa, pri čemu otpadne vode grada i industrije na postrojenje dolaze posebnim kolektorom, dok se atmosferske vode dovode direktno u recipijent (J. P. KL, 2012). Recipijenti otpadnih voda su rijeka Bistrica, potok Brina i rijeka Žabljak. Idejnim projektom je predviđeno da kanalizacijski sustav bude razdjelnog tipa, a recipijent rijeka Bistrica. Predviđen je također jedan centralni uređaj za prečišćavanje otpadnih voda. Lokacija uređaja za pročišćavanje otpadnih voda određena je urbanističkim planom „Livno 2000“ koji je izrađen 1987. godine od strane „Urbanističkog zavoda BIH“ Sarajevo koji je i sada važeći (SZGGL, 2005).

Kako na prostoru grada Livna danas nema registriranog značajnijeg gospodarskog subjekta koji bi se isticao po produkciji tehnoloških otpadnih voda ocjenjeno je da zastupljeno gospodarstvo u pravilu producira sanitarne otpadne vode u zavisnosti od broja stanovnika, izuzimajući mljekaru i klaonicu gdje će trebati poduzeti prečišćavanje otpadne vode do nivoa ispuštanja u kanalizaciju (J. P. KL, 2019).

5.4. Problemi livanjskog vodovoda

Jedan od najvećih problema prilikom izgradnje livanjskog vodovoda je izvor financiranja koji zbog velikog područja i njegove male gustoće stanovništva stvara velike troškove. Da bi svaki stanovnik općine Livno imao priključak na pitku vodu to iziskuje velike troškove po stanovniku, puno veće nego u ostalim dijelovima Bosne i Hercegovine

Određena naselja općine Livno imaju veliki pad broja stanovnika. Prilikom izgradnje vodovoda urađeni su proračuni broja stanovnika na tim područjima. Zbog ekonomske, društveno političke situacije došlo je do velikog iseljavanja pa ta područja imaju konstantan pad broja stanovnika, a to se nije uzelo u obzir prilikom građenja vodovoda. Prema riječima djelatnika JP *Komunalno Livno* ova pojava rezultira smanjenim protokom vode u određenim dijelovima što izaziva stvaranje mulja u cjevovodu. J. P. Komunalno Livno da bi riješilo ovaj problem mora izvlačiti vodu iz cjevovoda natrag u bazene ili je proljevati kako se ona ne bi zadržavala u cijevima. Ova proces stvara dodatne troškove povećanjem potrošnje električne energije ili rasipanja vode.

Prilikom izgradnje vodovoda izvođači se susreću s problemima neriješenih imovinsko pravnih odnosa koji otežavaju izvođene izgradnje vodovoda.

5.5. Analiza potrošnje vode

Jedan od osnovnih elemenata pri analizi planirane potrošnje vode su podaci o broju stanovnika koji stalno živi na određenom području (Rašić, 1985). Osnovno područje projekta *Livanjski horizont* je općina Livno. Prilikom izrade projekta *Livanjski horizont* područje vodoispostave je prošireno na prostor općine Tomislavgrad (naselje Prisoje) i na prostor općine Bosansko Grahovo (naselja D. I G. Kazanci, Pržine, Crni Lug, Jaruga, Grkovci, Nuglašica i Bastasi). Po zadnjem popisu stanovništva 2013. godine općina Livno ima 37487 stanovnika.

Određivanje potrebnih količina vode i kvalitete vode za piće su jedan od osnovnih koraka prilikom definiranja svakog vodovodnog sustava, bilo da se radi o rekonstrukciji postojećeg ili izgradnji novog. Osnova za određivanje potrebnih količina voda u određenom planskom periodu je „specifična potrošnja vode“ (Mayer, 2004).

Kao i svako, planiranje o razvoju specifične potrošnje vode u određenom planiranom periodu se temelji na:

- realnim, izmjerenim dosadašnjim vrijednostima, koje su osnova za određivanje budućih, očekivanih vrijednosti, ukoliko je isporuka vode u dosadašnjem periodu uredna.
- saznanjima o higijenskom, sanitarnom i tehnološkom minimumu potrebnih količina voda za određenu sredinu uzimajući u obzir kulturne, ekonomske, klimatske i ostale odrednice.
- podacima o specifičnim potrošnjama vode u drugim, sličnim sredinama s urednom ispostavom vode. (Rašić, 1985).

Prema (SZGGL, 2018) osnove za planiranje razvoja specifične potrošnje vode za predmetno područje projekta, u planskom periodu do 2040. godine, su spoznaje o:

1. Sadašnjim vrijednostima specifične potrošnje vode u domaćinstvima i privredi, koja troši vodu za piće iz gradskih vodovoda. Po podacima (J. P. KL, 2012) bruto specifična potrošnja za područje koje pokriva ovaj vodovod iznosi 171 l/dan po stanovniku, dok je potrošnja u domaćinstvima 109,6 l/dan po stanovniku.
2. Predviđanjima o ekonomskom razvoju, unapređenju standarda življenja, očekivanom povećanju cijene vode (trend, jasno vidljiv i u susjednim zemljama) te poboljšanju kvalitete ispostave vode.
3. Očekivanim zahtjevima javnosti za zaštitu okoliša – smanjenju količina komunalnih otpadnih voda a time i smanjenju potrošnje vode (uređaji za pranje sa smanjenom potrošnjom vode).
4. Predviđanjima o postupnom snižavanju gubitaka vode u vodovodnim sistemima i kućnim instalacijama.

Na temelju planske potrošnje vode, broja stanovnika, očekivane gospodarske djelatnosti, specifične potrošnje vode, planiranog postotka priključenosti stanovništva na javni vodovod, i planiranih koeficijenata dnevne i satne neravnomjernosti potrošnje određene su vrijednosti srednjih, maksimalnih dnevnih i maksimalnih satnih potrošnji voda za predmetno područje Livanjskog horizonta za period 2020.-2040. godina (SZGGL, 2018). U tablici 3, 4 i 5 prikazane su srednja dnevna, maksimalna dnevna i maksimalna satna potrošnja vode za 2010. i 2015. godinu kao i procjene istih vrijednosti za period 2020.-2040. godina.

Tab 2. Srednja dnevna potrošnja vode ($Q_{sr, dn}$) po dosadašnjim godinama i planirana potrošnja vode po godinama planskog perioda do 2040. godine (m^3/dan)

	2010.god	2015.god	2020.god	2025.god	2030.god	2035.god	2040.god
Grad Livno	2210	2863	3217	3426	3627	3751	3869
Ostala naselja	-	-	4423	4858	5320	5678	6050
UKUPNO	-	-	7640	8284	8947	9429	9918

Izvor: prema podacima SZGGL, 2018.

Tab 3. Maksimalna dnevna potrošnja vode (Q sr, dn) po dosadašnjim godinama i planirana potrošnja vode po godinama planskog perioda do 2040. godine (m³/dan).

	2010.god	2015.god	2020.god	2025.god	2030.god	2035.god	2040.god
Grad Livno	3315	4294	4665	4968	5078	5252	5416
Ostala naselja	-	-	6413	7044	7448	7949	8470
UKUPNO	-	-	11078	12012	12526	13201	13886

Izvor: prema podacima SZGGL, 2018.

Tab 4. Maksimalna satna potrošnja vode (Q sr, dn) po dosadašnjim godinama i planirana potrošnja vode po godinama planskog perioda do 2040. godine (l/s)

	2010.god	2015.god	2020.god	2025.god	2030.god	2035.god	2040.god
Grad Livno	72,9	94,4	105,3	112,1	117,5	121,6	125,4
Ostala naselja	-	-	144,7	159,0	172,4	184,0	196,1
UKUPNO	-	-	250,0	271,1	290,0	305,6	321,4

Izvor: prema podacima SZGGL, 2018.

6. Rezultati analize vodovoda Glavice i Smričani u 2019. godini

6.1. Vodovod Glavice

Glavice je naselje u općini Livno (Sl. 10), 6 km udaljeno od grada Livna. Vodovod Glavice lokalni je seoski vodovod izgrađen 1965. godine. Vodovod je izgrađen za potrebe lokalne seoske škole i 12 domaćinstava u njenoj blizini. Vodovod se temelji na vodozahvatu vrela koji je izgrađen u mjestu Sapot iznad naselja Glavice. Visina akumulacijskog bazena je na visini 751 m. n. v., a kapacitet mu je 30 m³. Za vrijeme izgradnje bazen je zadovoljavao potrebe škole i stanovništva sela. Trenutno je na vodovod u Glavicama priključeno 33 kućanstva sa 149 stanovnika. Povećanjem broja korisnika vodovoda, povećanjem životnog standarda i potreba za vodom, stanovnici nailaze na probleme nedostatka vode u ljetnim mjesecima. Vodovod je rađen po principu dva bazena. Sabirni manji bazen (Sl. 11) izgrađen je uz samo vrelo Sapot, a uz sabirni bazen izgrađen je i akumulacijski bazen (Sl. 12). Gravitacijski voda dolazi u kućanstva koja se nalaze na nižoj visini. Najniža visina priključka je 718 m.n.v. Cjevovod je betonsko azbestni, dok su noviji priključci izgrađeni od PVC cijevi. Izgradnju vodovoda su financirali mještani, a s obzirom na to voda dolazi gravitacijski, tj. da se na vodovodu ne koriste vodene pumpe, korištenje vode je besplatno.



Sl. 10. Naselje Glavice (zračni snimak) *Izvor: Kelava, 2016.*



Sl. 11. Sabirni bazen vodovoda Glavice (7. srpnja, 2019.)



Sl. 12. Akumulacijski bazen vodovoda Glavice (7. srpnja, 2019.)

6.2. Rezultati i rasprava

U tablici 5 prikazani su rezultati mjerenja protoka vode na ulazu u sabirni bazen vodovoda Glavice, izmjereni volumetrijskom metodom. Mjerenja su obavljena u periodu od 8. lipnja do 24. kolovoza 2019. godine kako bi se izmjerile vrijednosti u sušnom dijelu godine. Prikazani su dnevni rezultati dobiveni na temelju aritmetičke sredine rezultata triju uzastopnih dnevnih mjerenja.

Tab. 5. Mjerenje protoka na ulazu u akumulacijski bazen vodovoda Glavice

	Broj mjerenja	Datum mjerenja	Protok u l/s
Lipanj, 2019. godine	Mjerenje broj 1	8. lipanj, 2019.	0.75 l/s
	Mjerenje broj 2	15. lipanj, 2019.	0.73 l/s
	Mjerenje broj 3	22. lipanj, 2019.	0.64 l/s
	Mjerenje broj 4	29. lipanj, 2019.	0.59 l/s
Srpanj, 2019. godine	Mjerenje broj 5	6. srpanj, 2019.	0.66 l/s
	Mjerenje broj 6	13. srpanj, 2019.	0.49 l/s
	Mjerenje broj 7	20. srpanj, 2019.	0.73 l/s
	Mjerenje broj 8	27. srpanj, 2019.	0.50 l/s
Kolovoz, 2019. godine	Mjerenje broj 9	3. kolovoz, 2019.	0.73 l/s
	Mjerenje broj 10	10. kolovoz, 2019.	0.59 l/s
	Mjerenje broj 11	17. kolovoz, 2019.	0.68 l/s
	Mjerenje broj 12	24. kolovoz, 2019.	0.71 l/s

Ako se uzme u obzir volumen bazena i broj priključaka na vodovodu, izračunom se dolazi do podatka da bi svako domaćinstvo uključujući i školu dnevno trebalo potrošiti 882 litre vode da bi se bazen ispraznio. Ako se pretpostavi da u dotrajaloj vodovodnoj mreži ima gubitaka ovaj broj se još i smanjuje. S druge strane, da bi se napunio akumulacijski bazen za jedan dan protok na ulazu u bazen treba biti 0.347 l/s. Mjerenje protoka (tablica 5) pokazuje da je u periodu od početka lipnja do kraja kolovoza, 2019. godine minimalan dnevni protok vode bio 0.49 l/s, dok je maksimalan dnevni protok na ulazu u sabirni bazen 0.75 l/s. Količina vode koja je pristigla u sabirni bazen približno je jednaka količini vode koja

ispunjava 2 akumulacijska bazena. Za točno punjenje 2 akumulacijska bazena potreban je protok od 0,694 l/s. Mjerenje (a i iskustvo stanovnika) pokazuje da postoji manjak vode u vodovodnom sustavu naselja što pokazuje da je dnevna potreba korisnika vodovoda Glavice veća od količine 2 akumulacijska bazena, odnosno 60 m³ vode. Za potrošnju 2 akumulacijska bazena potrebno je da svako kućanstvo uključujući i školu dnevno potroši 1764 l vode, ili 403 l vode po stanovniku dnevno, uključujući i gubitke u distributivnoj mreži. Velikoj potrošnji vode po stanovniku doprinosi poljoprivreda kojom se stanovnici bave.

Kućanstva koja se nalaze na nižim dijelovima nemaju problema s ispostavom vode, dok domaćinstva na višim nadmorskim visinama ostaju bez vode u nekim sušnim danima. Ovaj problem se javlja zbog smanjenja količine vode i smanjenja tlaka u cjevovodima koji se može riješiti crpkama.

Iz godine u godinu se povećava potrošnja vode u naselju Glavice pa stanovništvo dolazi u sve veće probleme oko ispostave vode. Da bi se riješio ovaj problem razmatrana su 4 idejna rješenja:

- (a) (Rješenje broj 1) Izgradnja novog akumulacijskog bazena većeg volumena
- (b) (Rješenje broj 2) Spajanje na livanjski vodovod (rijeka Sturba) samostalno s vlastitim akumulacijskim bazenom
- (c) (Rješenje broj 3) Spajanje na livanjski vodovod (rijeka Sturba) zajedno s naseljem Smričani (zajednički akumulacijski bazen)
- (d) (Rješenje broj 4) Zadržavanje postojeće infrastrukture.

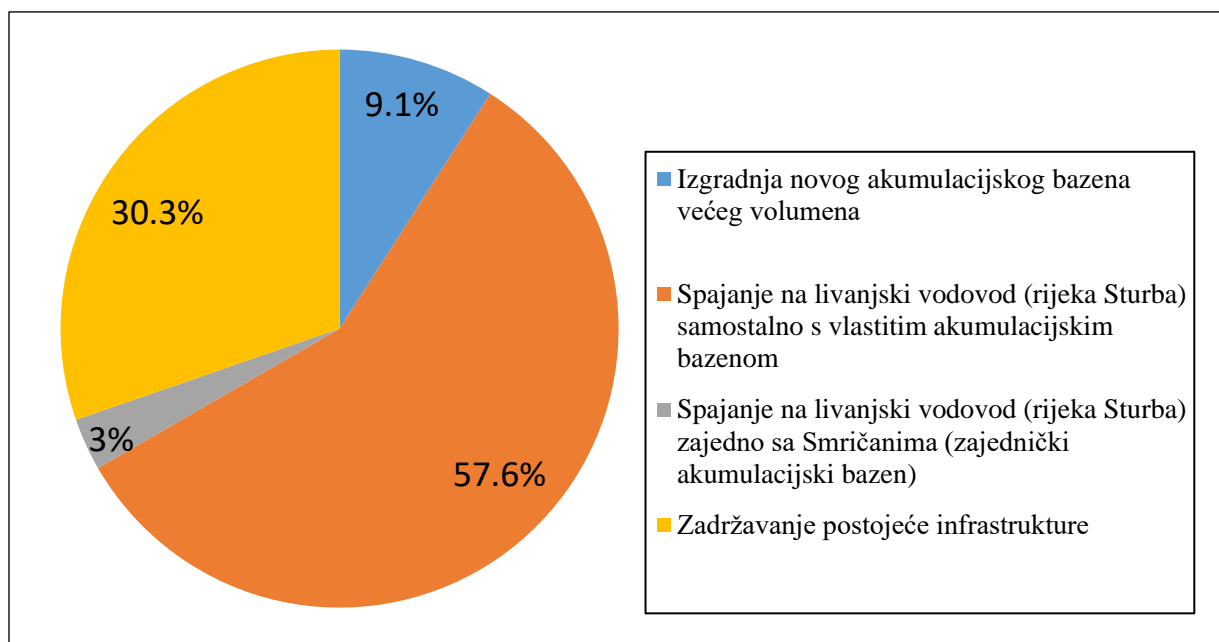
S ciljem prikupljanja mišljenja korisnika vodoopskrbnog sustava, u rujnu, 2019. godine urađena je usmena anketa 33 kućanstva te im je postavljeno pitanje za koje su od navedenih idejnih rješenja:

Tab. 6. Anketno ispitivanje korisnika vodovoda Glavice (rješenje vodovoda Glavice)

	Broj domaćinstava
(Rješenje broj 1) Izgradnja novog akumulacijskog bazena većeg volumena	3
(Rješenje broj 2) Spajanje na livanjski vodovod (rijeka Sturba) samostalno s vlastitim akumulacijskim bazenom	19

(Rješenje broj 3) Spajanje na livanjski vodovod (rijeka Sturba) zajedno sa Smričanima (zajednički akumulacijski bazen)	1
(Rješenje broj 4) Zadržavanje postojeće infrastrukture	10

Izvor: Anketu proveo autor



Sl. 13. Postotni prikaz rezultata anketnog ispitivanja idejnog rješenja vodovoda Glavice

Izvor: prema podacima anketnog ispitivanja 2019., izradio: autor

Prilikom anketiranja korisnici su objasnili zašto su odabrali određeno rješenje.

Za rješenje (a) izgradnja novog akumulacijskog bazena većeg volumena odlučila su se 3 kućanstva (9.1%), objašnjavajući da će izgradnja bazena većeg volumena smanjiti probleme ispostave vode. Terenskim radom u lipnju, srpnju i kolovozu 2019. godine ustanovljeno je da se ni trenutni bazen od 30 m³ ne može maksimalno napuniti. U periodu od 1 do 7 sati ujutro smanjena je potrošnja vode korisnika vodovoda Glavice, a u tom periodu bi se po pretpostavkama kućanstava za rješenje (a) akumulacijski bazen trebao dovoljno napuniti za dnevne potrebe. S obzirom da se trenutni bazen ne puni ni približno do maksimuma ovo nije adekvatno rješenje.

Za rješenje (b) spajanje na livanjski vodovod (rijeka Sturba) samostalno s vlastitim akumulacijskim bazenom odlučilo se 19 kućanstava (57.6%), objašnjavajući rješenje (b) kao najbolju opciju. Ova kućanstva su prilikom anketnog ispitivanja navela kako je s obzirom na

dugotrajno rješenje vodovoda i financijsku isplativost ovo najbolje rješenje. Ako bi se usvojilo ovo rješenje korisnici vodovoda Glavice bi mogli zadržati postojeći akumulacijski bazen i razvodnu mrežu. Postojeći kapacitet akumulacijskog bazena bi zadovoljavao potrebe korisnika vodovoda Glavice, a s obzirom da je visina vodozahvata Sturba niža od akumulacijskog bazena potrebno je instalirati vodene pumpe koje bi novoizgrađenim vodovodom dužine oko 3 km slale vodu od vodozahvata Sturba u akumulacijski bazen. Troškove vodovoda bi financirali korisnici vodovoda Glavice u iznosu od 50 %, dok bi 50 % troškova financirala općina Livno.

Za rješenje (c) spajanje na livanjski vodovod (rijeka Sturba) zajedno s naseljem Smričani (zajednički akumulacijski bazen) glasalo je 1 kućanstvo (3%). Korisnik vodovoda koji podupire rješenje (c) smatra da zajedničkim troškovima naselje Glavice i Smričani mogu riješiti vlastite probleme. Ako bi se stanovnici odlučili za ovu opciju bilo bi potrebno izgraditi novi, zajednički, veći akumulacijski bazen koji bi zadovoljavao potrebe oba naselja. S obzirom da su prilikom anketiranja stanovnici naselja Glavice bili upoznati da većina kućanstava naselja Smričani (91.9%) (Sl. 15) nisu za izgradnju novoga vodovoda, nije iznenađujuće da je samo 1 kućanstvo za rješenje (c).

Za rješenje (d) zadržavanje postojeće infrastrukture odlučilo se 10 kućanstava (30.3%). Korisnici vodovoda koji podržavaju ovo rješenje svoj odabir opravdavaju nedostatkom financijskih sredstava, pa prema tome nisu u mogućnosti za financiranje novoga vodovodnog projekta. Druga skupina korisnika koji podržavaju rješenje (d) stanuje na nižim nadmorskim visinama i imaju neometanu isporuku vode, pa nemaju potrebu za izgradnjom novog vodovoda.

Urađeno je ispitivanje koliko je domaćinstava imalo problema s količinom vode (smanjenje pritiska) što ih je sprječavalo u obavljanju životnih funkcija i koliko je njih potpuno ostalo bez vode u određenom mjesecu . Ispitivanje je rađeno jednom mjesečno za lipanj, srpanj i kolovoz 2019. godine. Treba napomenuti da je se u praksi pokazalo da su ova tri mjeseca najkritičnija za ispostavu vode tokom cijele godine.

Tab. 7. Smanjenje i potpuni nestanak vode po broju korisnika vodovoda Glavice u 2019. godini

	Lipanj, 2019.	Srpanj, 2019.	Kolovoz, 2019.
Smanjenje količine vode (broj kućanstava)	17	21	16

Potpuni nestanak vode (broj kućanstava)	3	4	2
--	---	---	---

Izvor: Ispitivanje proveo autor

U sušnom periodu godine javlja se potreba za navodnjavanjem. S obzirom da je tada nedostatak vode i za osnovne životne potrebe, određeno stanovništvo navodnjava zasađene površine crpljenjem vode električnim i motornim crpkama iz obližnjeg potoka koji protječe kroz naselje Glavice.

6.3. Vodovod Smričani

Smričani su naselje u općini Livno (Sl. 14), 5 km udaljeno od grada Livna. U naselju živi 203 stanovnika u 62 domaćinstva koji su priključeni na seoski vodovod. Izgradnja vodovoda je završena 1979. godine. Vodovod je izgrađen kaptazom izvora po principu sabirnog bazena na 725 m.n.v. iz kojega se voda električnim vodenim pumpama potiskuje u akumulacijski bazen na 770 m.n.v. Kapacitet akumulacijskog bazena je 50 m³. U slučaju nestanka struje spriječeno je potiskivanje vode u akumulacijski bazen pa se radi na pribavljanju agregata. Voda gravitacijskim putem ide od akumulacijskog bazena do korisnika.



Sl. 14. Naselje Smričani *Izvor:* Google maps

6.4. Rezultati i rasprava

U tablici 8 prikazani su rezultati mjerenja protoka vode na ulazu u sabirni bazen vodovoda Smričani, izmjereni volumetrijskom metodom. Mjerenja su obavljena u periodu od 15. lipnja do 24. kolovoza 2019. godine kako bi se izmjerile vrijednosti u sušnom dijelu godine. Prikazani su dnevni rezultati dobiveni na temelju aritmetičke sredine rezultata triju uzastopnih dnevnih mjerenja.

Tab. 8. Mjerenje protoka vode na ulazu u sabirni bazen vodovoda Smričani

	Broj mjerenja	Datum mjerenja	Protok u l/s
Lipanj, 2019. godine	Mjerenje broj 1	15. lipanj, 2019.	3,7 l/s
	Mjerenje broj 2	29. lipanj, 2019.	3.5 l/s
Srpanj, 2019. godine	Mjerenje broj 3	13. srpanj, 2019.	3.0 l/s
	Mjerenje broj 4	27. srpanj, 2019.	3.3 l/s
Kolovoz, 2019. godine	Mjerenje broj 5	10. kolovoz, 2019.	3.9 l/s
	Mjerenje broj 6	24. kolovoz, 2019.	3.5 l/s

Da bi se napunio akumulacijski bazen u naselju Smričani za jedan dan, srednji protok na ulazu u bazen treba biti 0.58 l/s. Minimalni protok u sabirni bazen je oko 3 l/s tj. ovaj minimalni protok je dovoljan za punjenje približno 5 akumulacijskih bazena vodovoda Smričani. Na vodovodu ne postoji vodomjer koji bi pokazao ukupnu potrošnju korisnika vodovoda Smričani, ali u praksi ne prelazi vrijednosti koje su dostupne. Postoji problem koji se javlja u kišnim danima kada dolazi do zamućivanja vode. Analizom vode utvrđeno je da ona ipak zadovoljava sve standarde pitke vode (Zavod za javno zdravstvo Hercegbosanske županije, 2018). Trenutno je svih 62 korisnika vodovoda Smričani smješteno ispod kote akumulacijskog bazena tako da nemaju problema s ispostavom vode. Javlja se problem prilikom gradnje novih stambenih jedinica koje bi se nalazile na većoj nadmorskoj visini od akumulacijskog bazena. Rješenje je da se radi novi akumulacijski bazen ili da domaćinstva hidrauličnom pumpom dopremaju vodu iz postojećeg akumulacijskog bazena u domaćinstva. Naselje Smričani trenutno ima veoma dobru vodovodnu mrežu koja zadovoljava sve korisnike. S obzirom da susjedno selo Glavice ima probleme s kapacitetom vode postavljalo je se pitanje da uz određenu financijsku naknadu koriste njihov vodovod. Zbog

tehničkih problema i neisplativosti odustalo se od te ideje. Postoji mogućnost zajedničkog priključivanja na livanjski vodovod (rijeka Sturba), a tada bi se zajedničkim vodovodom dovela voda u zajednički novoizgrađeni bazen.

Korisnicima vodovoda Smričani u kolovozu 2019. postavljeno je pitanje za koje su od ponuđena 2 rješenja:

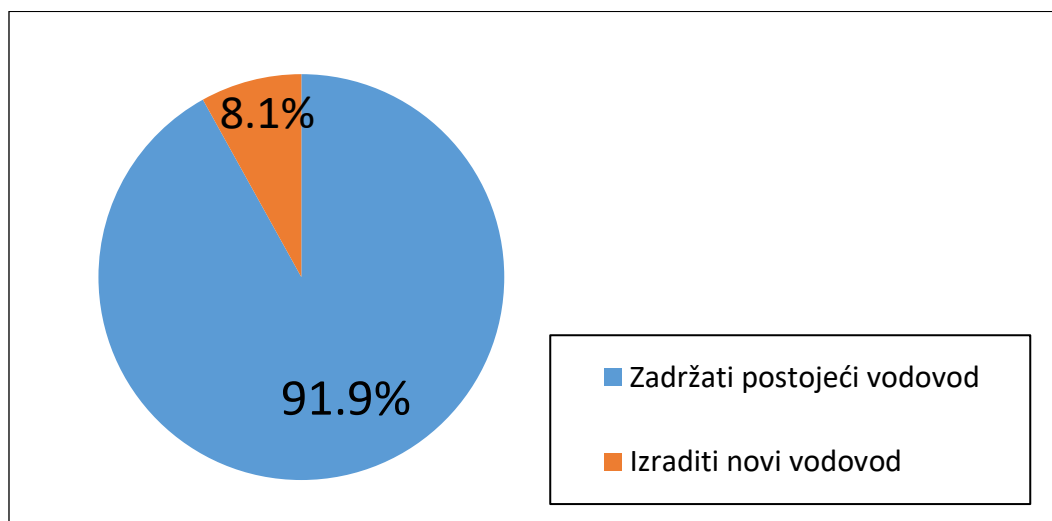
(e) (Rješenje broj 1) Zadržati postojeći vodovod

(f) (Rješenje broj 2) Izraditi novi vodovod zajedno s naseljem Glavice (rijeka Sturba).

Tab 9. Rezultati anketnog ispitivanja korisnika vodovoda Smričani (rujan, 2019.)

Ponuđeno rješenje	Broj kućanstava
(Rješenje broj 1) Zadržati postojeći vodovod	57 kućanstava
(Rješenje broj 2) Izraditi novi vodovod	5 kućanstava

Izvor: anketu proveo autor



Sl. 15. Postotak rezultata glasova anketnog ispitivanja korisnika vodovoda Smričani

Izvor: prema podacima anketnog ispitivanja iz rujana, 2019., izradio: autor

57 korisnika vodovoda Smričani (91.9%) koji podupiru rješenje (e) svoj odabir objašnjavaju time da trenutno nemaju značajnijih problema koji bi doveli do izgradnje novoga vodovoda.

5 korisnika vodovoda Smričani (8.1%) koji podupiru rješenje (f) većinom se bave poljoprivredom. Svoj odabir objašnjavaju tako što realizacijom ovoga projekta ne bi imali problema s ispostavom vode prilikom daljnjeg proširenja poljoprivrednih površina.

7. Zaključak

Projekt *Livanjski horizont* je jedan od najvećih projekata općine Livno u njenoj novijoj povijesti. Ideja projekta je da se u sve domove općine Livno dovede pitka voda iz vlastitih vodnih resursa. Trenutno stanje na području Grada Livna je odlično jer priključak na vodu imaju svi njeni stanovnici. Stanje u ostalim naseljima općine Livno nije zadovoljavajuće, jer vodu nemaju mnoga domaćinstva.

Trenutno postoji idejno rješenje ovoga projekta koje se u određenim etapama realizira. Projekt nailazi na mnoge probleme od samoga financiranja i rješavanja imovinsko pravnih odnosa prilikom trasiranja samoga vodovoda sve do dinamičnih demografskih promjena poput velikog iseljavanja stanovništva s određenih prostora i male gustoće naseljenosti. Pozitivna strana livanjskog vodovoda je velika količina pitke vode koja je prisutna na samom prostoru. Ako se pogleda trenutna situacija, s obzirom na financijsku situaciju projekt dovođenja pitke vode u sve dijelove općine Livno ide po planovima i može dobiti pozitivnu ocjenu.

U ovome radu posebna pažnja je predana dijelovima jugoistočnog djela livanjskog vodovoda tj. mjestima Glavice i Smričani. Izlaženjem na teren, mjerenjem protoka vode, anketiranjem, analizom podataka dolazi se do rješenja da vodovod Glavice nije zadovoljavajući i traži rekonstrukciju ili novu izgradnju. Vodovod Glavice trenutno ne distribuiraju potrebnu količinu vode svojim korisnicima i predloženo rješenje je da se gradi novi vodovod s izvora rijeke Sturbe. Novi vodovod sela Glavice bi mogao zadržati jedan dio postojeće infrastrukture (distributivnu mrežu i akumulacijski bazen) kako bi se smanjili troškovi. Vodovod Smričani zadovoljava trenutne zahtjeve i po svemu sudeći nema potrebe raditi njegovu rekonstrukciju ili dogradnju.

8. Literatura i izvori

Literatura

Baučić, I., 1967: *Cetina-razvoj reljefa i cirkulacija vode u kršu*, Geografski institut-Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

Čečura, Ž., 2002: *Hercegbosanska županija*, Matica hrvatska, Tomislavgrad 20-41

Krpan-Lisca, D., 2001: *Energetsko korištenje voda šireg sliva rijeke Cetine*, Šumarski list, Zagreb 20-48

Mayer, D., 2004: *Voda od nastanka do upotrebe*, Prosvjeta, Zagreb

Perković, Z., 2006: *Mikrobiološka i kemijska kakvoća vode vodoopskrbnog sustava grada Glamoča*, Magistarski rad, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb 3-19

Perković, Z., 2012: *Vode livanjskog kraja*, Matica Hrvatska-ogranak Livno, Livno

Rašić, T. D., 1985: *Voda za piće*, Udruženje za tehnologiju vode, Beograd

Srebrenović, D., 1986: *Primjenjena hidrologija*, Tehnička knjiga, Zagreb

Štambuk-Giljanović, N., 1986: *Rezultati ispitivanja kraških akumulacija Buško blato, Peruća i Prančević*, Jugoslavensko društvo za zaštitu voda, Beograd 20-33

Tuhtar, D., 1984: *Zagađenje zraka i vode*, Svjetlost, Sarajevo 66-68

Izvori

Buško jezero https://www.tripadvisor.com/Attraction_Review-g8017081-d15146390-Reviews-Busko_jezero-

Tomislavgrad_West_Herzegovina_Canton_Federation_of_Bosnia_and_Herz.html
(4.11.2019.)

Duman, izvor rijeke Bistrice u Livnu <https://razglednica.ba/duman-izvor-rijeke-bistrice-livno/>
(22.10.2019.)

Encyclopædia Britannica <https://www.britannica.com/technology/water-supply-system>
(11.11.2019.)

Federalni hidrometeorološki zavod Bosne i Hercegovine, Meteorološka postaja Livno, 2019:
Klimatske karakteristike općine Livno, Livno

Foto studio Kelava, fotografije (2.8.2016. 5.7.2019.) dron fotografije ustupljene za potrebe
diplomskog rada

Google maps: <https://www.google.bih/maps/43.772222,17.008017> (22.10.2019.)

Hrvatska elektroprivreda <http://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/pp-he-jug/cs-busko-blato/1553> (27.10.2019.)

J.P. Komunalno Livno- Vodoopskrba <https://www.komunalno-livno.ba/vodoopskrba.html>
(22.10.2019.)

J. P. Komunalno Livno, 2012: Elaborat o postojećim objektima vodoopskrbe Livna, podaci o
kapacitetima rezervoara, Livno 4-22

Hrvatska enciklopedija, Leksikografski zavod Miroslav Krleža
<http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=36883> (6.9.2019.)

Meteorološka postaja Livno je ustupila podatke minimalnih i maksimalnih ekstrema za
određene parametre

Potable Water Systems <https://www.enconcomserv.com/potable-water-systems> (20.10.2019.)

Služba za graditeljstvo-Grad Livno, 2005: Projekt: „Plansko proširenje livanjskog vodovoda za period 2010.-2040“, Livno

Služba za graditeljstvo-Grad Livno, 2018: „Budućnost Livanjskog horizonta“ Livno

Zavod za javno zdravstvo Hercegbosanske županije; 2012: Rezultati analize vode rijeke Bistrice (Duman), Sturbe i Žabljaka za period 2010.-2010. Livno

Zavoda za javno zdravstvo županije Splitsko-Dalmatinske, 1971: Analiza fizičko-kemijskih bakterioloških i radioloških karakteristika voda općine Livno za 1970. godinu., Split

Popis slika i tablica:

Slike

- Sl. 1. Geografski položaj općine Livno na teritoriju Bosne i Hercegovine
- Sl. 2. Pregledna karta općine Livno
- Sl. 3. Vodozahvat na izvoru rijeke Sturbe (23. lipanj, 2019.)
- Sl. 4. Izvor rijeke Bistrice (Duman) (7. srpanj, 2019.)
- Sl. 5. Buško jezero (22. svibanj, 2019.)
- Sl. 6. Jezero Mandek (snimka iz zraka) *Izvor:* Kelava, 2019.
- Sl. 7. Jezero Mandek (10. listopad, 2019.)
- Sl. 8. Lipsko jezero (panorama s planine Kamešnica) (22. svibanj, 2019.)
- Sl. 9. Izvor Duman s vodozahvatnim cjevovodom (4. listopad, 2019.)
- Sl. 10. Naselje Glavice (zračni snimak) *Izvor:* Kelava, 2016.
- Sl. 11. Sabirni bazen vodovoda Glavice (7. srpnja, 2019.)
- Sl. 12. Akumulacijski bazen vodovoda Glavice (7. srpnja, 2019.)
- Sl. 13. Postotni prikaz rezultata anketnog ispitivanja idejnog rješenja vodovoda Glavice
Izvor: prema podacima anketnog ispitivanja 2019., *izradio:* autor
- Sl. 14. Naselje Smričani *Izvor:* Google maps
- Sl. 15. Postotak rezultata glasova anketnog ispitivanja korisnika vodovoda Smričani *Izvor:* prema podacima anketnog ispitivanja iz rujana, 2019., *izradio:* autor

Tablice

Tab 1. Srednji godišnji i srednji minimalni godišnji protok vode na izvorima livanjskih rijeka za razdoblje 2000.-2010. godina. *Izvor: J. P. Komunalno Livno 2012.*

Tab 2. Srednja dnevna potrošnja vode (Q sr, dn) po dosadašnjim godinama i planirana potrošnja vode po godinama planskog perioda do 2040. godine (m^3/dan) *Izvor: prema podacima SZGGL, 2018.*

Tab 3. Maksimalna dnevna potrošnja vode (Q sr, dn) po dosadašnjim godinama i planirana potrošnja vode po godinama planskog perioda do 2040. godine (m^3/dan). *Izvor: prema podacima SZGGL, 2018.*

Tab 4. Maksimalna satna potrošnja vode (Q sr, dn) po dosadašnjim godinama i planirana potrošnja vode po godinama planskog perioda do 2040. godine (l/s) *Izvor: prema podacima SZGGL, 2018.*

Tab. 5. Mjerenje protoka na ulazu u akumulacijski bazen vodovoda Glavice

Tab. 6. Anketno ispitivanje korisnika vodovoda Glavice (rješenje vodovoda Glavice)

Tab. 7. Smanjenje i potpuni nestanak vode po broju korisnika vodovoda Glavice u 2019. godini *Izvor: Ispitivanje proveo autor*

Tab. 8. Mjerenje protoka vode na ulazu u sabirni bazen vodovoda Smričani

Tab 9. Rezultati anketnog ispitivanja korisnika vodovoda Smričani (rujan, 2019.) *Izvor: anketu proveo autor*