

ANALIZE VARIJANTNIH RJEŠENJA ZA DOVOD VODE NA PODRUČJE SPLITA IZ ALTERNATIVNIH PRAVACA

IDEJNO RJEŠENJE KNJIGA 3

Tehno-ekonomski sažetak
izabranih varijanti s planom
daljnjih aktivnosti

OZNAKA PROJEKTA/KNJIGE:
AD/03

NARUČITELJ:

HRVATSKE VODE
Ulica grada Vukovara 220
10000 Zagreb



IZVODITELJI:

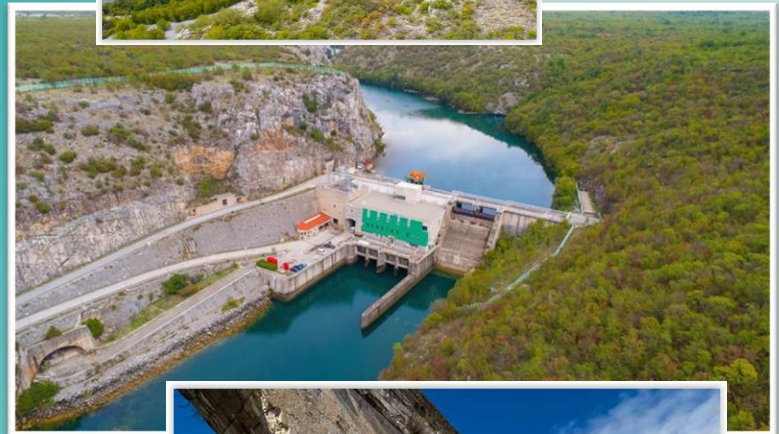
INFRA PROJEKT d.o.o.
Vukovarska 148
21000 Split



HIDROING d.o.o.
Trg Hrvatske bratske zajednice 2
21000 Split



Split, studeni 2022



NARUČITELJ:	Hrvatske vode Ulica grada Vukovara 220 10000 Zagreb
VODITELJI PROJEKTA:	INFRA PROJEKT d.o.o. Vukovarska 148 21000 Split Goran Marinović, dip.ing.građ. HIDROING d.o.o. Trg Hrvatske bratske zajednice 2 21000 Split Zdenko Čelan, dipl.ing.građ.
NAZIV PROJEKTA:	ANALIZE VARIJANTNIH RJEŠENJA ZA DOVOD VODE NA PODRUČJE SPLITA IZ ALTERNATIVNIH PRAVACA Knjiga 3 – Tehno-ekonomski sažetak izabраниh varijanti s planom daljnjih aktivnosti
RAZINA PROJEKTA:	IDEJNO RJEŠENJE
OZNAKA PROJEKTA:	AD/03
IZVODITELJI:	INFRA PROJEKT d.o.o. Goran Marinović, dipl. ing. građ. Elis Katalinić, dipl. ing. građ. Ivna Sinovčić - Jović, dipl. ing. građ. Ana Ricov, mag. ing. aedif. HIDROING d.o.o. Zdenko Čelan, dipl. ing. građ. Zvončica Mimica Koščina, dipl. ing. građ. Luka Čelan, dipl. ing. građ. Ana Aleksić, univ. spec. oecoing.
PODIZVODITELJI:	Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu doc. dr. sc. Davor Bojanić, dipl. ing. građ. doc. dr. sc. Ivo Andrić, dipl. ing. građ. Adrijana Vrsalović, mag. ing. aedif. Projektni biro Split d.o.o. Ivo Martinac, dipl. ing. el. Srđan Lašić, dipl. ing. građ.
VANJSKI SURADNICI:	Zdravko Brajković, dipl. ing. geol. Mate Soža, dipl. oec.

SADRŽAJ:

0	Projektni zadatak	5
1	Uvod	16
2	Tehno-ekonomski sažetak izabranih varijanti	18
2.1	Varijanta 1 – Akumulacija Đale-Jadro	18
2.1.1	Tehničko rješenje	18
2.1.1.1	Osnovni podaci.....	18
2.1.1.2	Tehnički opis	19
	- Kapacitet dovoda	19
	- Vodozahvat na akumulacijskom jezeru Đale	19
	- Dovod u hidrotehničkom tunelu	20
	- Krajnja točka dovodnog sustava - UKPV Jadro	22
2.1.1.3	Hidraulički proračun	23
	- Stacionarno pogonsko stanje	23
	- Nestacionarna pogonska stanja	24
2.1.1.4	Geomehanička klasifikacija tunela	31
2.1.2	Trošak investicije i održavanja	32
2.1.2.1	Procjena troškova izgradnje	32
2.1.2.2	Procjena troškova održavanja	32
2.2	Varijanta 2 – Akumulacija Đale-Žrnovnica-Jadro	33
2.2.1	Tehničko rješenje	33
2.2.1.1	Osnovni podaci.....	33
2.2.1.2	Tehnički opis	34
	- Kapacitet dovoda	34
	- Vodozahvat na akumulacijskom jezeru Đale	34
	- Dovod u hidrotehničkim tunelima	34
	- Međutočka dovodnog sustava – Žrnovnica (zaseok Dvori)	36
	- Krajnja točka dovodnog sustava - UKPV Jadro	36
2.2.1.3	Hidraulički proračun	37
	- Stacionarno pogonsko stanje	37
	- Nestacionarna pogonska stanja	38
2.2.1.4	Geomehanička klasifikacija tunela	44
2.2.2	Trošak investicije i održavanja	45
2.2.2.1	Procjena troškova izgradnje	45
2.2.2.2	Procjena troškova održavanja	45
2.3	Način upotrebe dovodnog sustava	46
3	Zaključna razmatranja	48
4	Plan daljnjih aktivnosti	51
5	Grafički prilozi	53
5.1	Pregledna situacija: Varijantna rješenja mj 1:50 000	53
5.2	Mikrolokacija: Akumulacijsko jezero i HE Đale mj 1:5 000	53
5.3	Mikrolokacija: Majdan (UPOV Jadro) mj 1:5 000.....	53
5.4	Mikrolokacija: Žrnovnica mj 1:5 000.....	53

Popis tablica:

Tablica 1: Varijanta 1 – građevine dovodnog sustava	18
Tablica 2: Varijanta 1 - Pregled klasifikacija stijenske mase po Geomehantičkoj klasifikaciji za tunel	31
Tablica 3: Varijanta 1 – Procjena troškova izgradnje	32
Tablica 4: Varijanta 1 – Procjena troškova održavanja	32
Tablica 5: Varijanta 2 – građevine dovodnog sustava	33
Tablica 6: Varijanta 2 - Pregled klasifikacija stijenske mase po Geomehantičkoj klasifikaciji za tunel	44
Tablica 7: Varijanta 2 – Procjena troškova izgradnje	45
Tablica 8: Varijanta 2 – Procjena troškova održavanja	45
Tablica 9: Plan daljnjih aktivnosti	52

Popis slika:

Slika 1: Varijanta 1 – situacijski prikaz	19
Slika 2: Varijanta 1-lokacija zahvatne građevine iz akumulacije Đale i ulazne građevine tunela	20
Slika 3: Hidrotehnički vodoopskrbni prohodni tunel, tipski normalni poprečni presjek	20
Slika 4: Varijanta 1 – uzdužni profil Đale-Jadro	21
Slika 5: Varijanta 1-lokacija uređaja UKPV Jadro na Majdanu i izlazne građevine tunela	22
Slika 6: Varijanta 1 – uzdužni profil Đale-Jadro, hidraulički proračun	23
Slika 7: Zakon zatvaranja i ulaza u pogon dovodnih cjevovoda na uređaj UKPV Jadro	25
Slika 8: Varijanta 1 – naglo zatvaranje dovodnih cjevovoda	26
Slika 9: Varijanta 1 – naglo otvaranje (ulaz u pogon) dovodnih cjevovoda	26
Slika 10: Varijanta 1-Promjena protoka kod postepenog zatvaranja dovoda prema zadanom grafu $Q_{zatvaranje}(t)$	27
Slika 11: Varijanta 1- Promjena piezometarskih visina kod postepenog zatvaranja dovoda prema zadanom grafu $Q_{zatvaranje}(t)$	27
Slika 12: Varijanta 1- Anvelope piezometarskih stanja uslijed zatvaranja cjevovoda prema zadanom grafu $Q_{zatvaranje}(t)$...	28
Slika 13: Varijanta 1- Promjena protoka kod postepenog otvaranja dovoda prema zadanom grafu $Q_{ulaz}(t)$	29
Slika 14: Varijanta 1- Promjena piezometarskih visina kod postepenog otvaranje dovoda prema zadanom grafu $Q_{ulaz}(t)$	29
Slika 15: Varijanta 1- Anvelope piezometarskih stanja uslijed zatvaranja cjevovoda prema zadanom grafu $Q_{ulaz}(t)$	30
Slika 16: Varijanta 1 – Uzdužni profil, klasifikacija stijenske mase po Geomehantičkoj klasifikaciji za tunel	31
Slika 17: Varijanta 2 – situacijski prikaz	33
Slika 18: Varijanta 2-lokacija zahvatne građevine iz akumulacije Đale i ulazne građevine tunela	34
Slika 19: Varijanta 2-lokacija izlaznih/ulaznih građevina tunela na području Žrnovnice	35
Slika 20: Varijanta 2 – uzdužni profil Đale-Žrnovnica-Jadro	35
Slika 21: Varijanta 2-lokacija uređaja UKPV Jadro na Majdanu i izlazne građevine tunela	36
Slika 22: Varijanta 2 – uzdužni profil Đale-Žrnovnica-Jadro, hidraulički proračun	37
Slika 23: Varijanta 2 – naglo zatvaranje dovodnih cjevovoda	38
Slika 24: Varijanta 2 – naglo otvaranje (ulaz u pogon) dovodnih cjevovoda	39
Slika 25: Varijanta 2-Promjena protoka kod postepenog zatvaranja dovoda prema zadanom grafu $Q_{zatvaranje}(t)$	40
Slika 26: Varijanta 2- Promjena piezometarskih visina kod postepenog zatvaranja dovoda prema zadanom grafu $Q_{zatvaranje}(t)$	40
Slika 27: Varijanta 2- Anvelope piezometarskih stanja uslijed zatvaranja cjevovoda prema zadanom grafu $Q_{zatvaranje}(t)$...	41

Slika 28: Varijanta 2- Promjena protoka kod postepenog otvaranja dovoda prema zadanom grafu $Q_{ulaz}(t)$	42
Slika 29: Varijanta 2- Promjena piezometarskih visina kod postepenog otvaranje dovoda prema zadanom grafu $Q_{ulaz}(t)$	42
Slika 30: Varijanta 2- Anvelope piezometarskih stanja uslijed zatvaranja cjevovoda prema zadanom grafu $Q_{ulaz}(t)$	43
Slika 31: Varijanta 2 – Uzdužni profil, klasifikacija stijenske mase po Geomehničkoj klasifikaciji za tunel	44
Slika 32: Dugoročno rješenje vodoopskrbnog sustava Splitsko-dalmatinske županije (izvadak iz Vodoopskrbnog plana Splitsko-dalmatinske županije, izrada 2008.g.)	48
Slika 33: Varijantna rješenja alternativnog dovoda na područje Splita	49

**Vodoopskrbni sustav
Split – Solin – Kaštela – Trogir**

PROJEKTNI ZADATAK

za izradu

**Analize varijantnih rješenja za dovod vode na područje Splita
iz alternativnih pravaca**

- IDEJNO RJEŠENJE

Sadržaj:

1. Uvod
2. Postojeće stanje
3. Zadatak idejnog rješenja
4. Metodologija - Plan rada
5. Raspoložive podloge i projektna dokumentacija
6. Sadržaj projektne dokumentacije
7. Ostalo

Privitak:

- Troškovnik
- Pregledna situacija – tehničko rješenje vodoopskrbe vanplanskog razdoblja iz Studije - Vodoopskrbni plan Splitsko-dalmatinske županije

Split, listopad 2019.

1. UVOD

Predmet ovog projektnog zadatka je izrada idejnog rješenja s analizom varijantnih rješenja dovoda vode na područje Splita iz alternativnih pravaca, s ciljem povećanja sigurnosti javne vodoopskrbe u sustavima koji koriste samo jedno izvorište i za koje je karakteristična velika ranjivost vodonosnika, čime bi se zadovoljile smjernice *Strategije upravljanja vodama*.

Naime, izvorište rijeke Jadro, kao izuzetno vrijedan i značajan resurs za vodoopskrbu područja gradova Splita, Solina, Kaštela i Trogira, gdje obitava cca 290.000 stanovnika, je jedini zahvat sustava. Izvorište rijeke Jadro je krški izvor s prostorno značajnim slivnim područjem, što znatno povećava opasnost od incidentnih zagađenja podzemnih voda, a time i izvora. Neke karakteristike krškog područja su velike količine padalina, niske retencijske sposobnosti te brzi podzemni tokovi. Temeljne značajke krških slivova su prostrane zone prikupljanja vode i vrlo kompleksni uvjeti izviranja. Važnu ulogu u kakvoći vode podzemnih tokova čine vode kratkog zadržavanja koje stvaraju velike probleme s količinom i kakvoćom, jer nastaju kao posljedica poplavnih valova, koje ispiru onečišćenja akumulirana na površini terena.

Imajući u vidu da vodoopskrba s izvora rijeke Jadro za sada nema tehnički razrađeno alternativno rješenje, izrađen je ovaj projektni zadatak u cilju sagledavanja problematike dovoda vode prema području Splita.

Izrađeno idejno rješenje trebalo bi biti temelj za:

- Usvajanje strateških odluka i ciljeva;
- Prijedlog implementacije predloženih rješenja kroz prostorno - plansku dokumentaciju;
- Definiranje prioriteta, kratkoročnih i dugoročnih strateških istražnih radova i investicija.

Temeljni dokument vodoopskrbe šireg predmetnog područja je *Vodoopskrbni plan Splitsko-dalmatinske županije* (izradili: Institut građevinarstva hrvatske d.d., Hidroing d.o.o. Split, Akvaproyekt d.o.o. Split, Infra projekt d.o.o. Split i Geoprojekt d.d. Split u prosincu 2008. godine). Planom je predstavljeno objedinjeno osnovno konceptijsko rješenje vodoopskrbe cijele Županije. Rješenje je rađeno za plansko razdoblje do 2025 god., a za dio sustava i za izvan plansko razdoblje (nakon 2025 g.). Prijedlogom rješenja za izvan plansko razdoblje, sagledana je mogućnost dovoda vode za područje aglomeracija Split–Solina–Kaštela–Trogir, Sinj, Trilj–Otok–Drimac, Omiš–Brač–Hvar–Šolta–Vis te Makarsko primorje, s horizonata rijeke Cetine te u daljnjem razvoju i sa zahvatom na izvoru rijeke Rude.

U predmetnom vodoopskrbnom planu dovod vode s Cetine, za vodoopskrbni sustav Split – Solin – Kaštela – Trogir (SSKT) predstavljen je kroz dvije varijante:

1. Dovod vode s rijeke Cetine - horizont HE Đale;
2. Dovod vode s rijeke Cetine – horizont HE Zakućac.

Takvim pristupom omogućeno je i širenje sustava s horizonata rijeke Cetine (HE Đale / brana Prancevići / HE Zakućac) prema ostalim vodoopskrbnim sustavima na području Županije, i to prema UKPV Zadvarje (za opskrbu vodom Makarskog primorja), odnosno VS Vučipolje (za vodoopskrbu dijela splitske zagore koji pripada vodoopskrbnom sustavu Ruda). Tako postavljen vodoopskrbni sustav s ishodištem na horizontu rijeke Cetine dalje se može nadograđivati prema izvoru rijeke Rude, kao i prema akumulacijskom jezeru Peruća.

Kroz županijski Vodoopskrbni plan su postavljeni temeljni pravci razvoja vodoopskrbnog sustava uvažavajući potrebe/zahtjeve šireg područja županije. Resursi rijeke Cetine sa zahvatom na predloženim lokacijama predstavljaju stratešku odrednicu kojom se omogućava ravnomjerni razvoj županije, a pri tome je u perspektivi, odnosno u daljnji fazama razvoja vodoopskrbe, omogućeno zahvaćanje vode i na udaljenijim horizontima.

Najvažnije uporište za izradu idejnog rješenja je spomenuta *Strategija upravljanja vodama*. Strategija upravljanja vodama je strateški dokument koji daje smjernice razvoja vodnog gospodarstva. Vodno gospodarstvo osigurava održivo korištenje voda što podrazumijeva osiguranje dovoljnih količina voda zadovoljavajuće kakvoće, te je nužno postići i odgovarajući standard i razinu sigurnosti opskrbe vodom za sve

korisnike. Strateške odrednice u području Korištenja voda sadržavaju niz mjera, a neke najvažnije u području javne vodoopskrbe su:

- Povećanje sigurnosti zahvata za javnu vodoopskrbu što se među ostalim postiže planiranjem rezervnih izvora za javne vodoopskrbne sustave koji su ovisni samo o jednom zahvatu (nužna je alternativna opskrba vodom), za sustave koji zahvaćaju vodu iz građevina hidroelektrana, za sustave za koje je karakteristična velika ranjivost vodonosnika, kao i za sustave koji nemaju zadovoljavajuću prirodnu kakvoću podzemne vode.
- Unaprjeđenje upravljanja javnim vodoopskrbnim sustavima što se među ostalim postiže i povezivanjem vodoopskrbnih sustava – regionalni sustavi sa mogućnošću dopreme vode iz više smjerova (slivova).

Uz prethodno navedene dokumente i osnovne smjernice, potrebno je imati u vidu i sljedeće činjenice:

- Prošlo je 11 godina od izrade Županijskog vodoopskrbnog plana, u kojem je tehničko rješenje za razdoblje nakon 2025.g. predstavljeno tek kao moguće rješenje za izvan plansko razdoblje;
- Predstavljeno tehničko rješenje za razdoblje nakon 2025.g. nije dalje razmatrano, niti usvojeno kao strateški dokument i cilj;
- U međuvremenu je izrađeno (ili je u tijeku njihova izrada) više studija/predstudija izvodljivosti za pojedine aglomeracije na širem predmetnom području, a koje su osim odvodnje otpadnih voda obuhvatile i vodoopskrbu pripadajućih područja;
- Pojavila se potreba usklađenja postojećih vodoopskrbnih sustava s Pravilnikom o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju (NN125/17). Definirane vrijednosti parametara za mutnoću znatno su strože nego ranije, što zahtjeva izgradnju uređaja za kondicioniranje pitke vode (UKPV).
- Pri planiranju izgradnje Uređaja za kondicioniranje pitke vode (UKPV) za potrebe sustava SSKT potrebno je sagledati uklapanje UKPV i potencijalnog novog dovoda vode, kako bi se predložila cjelovita rješenja.
- U pripremi je Zakon i ostala regulativa vezana uz vodne usluge i uslužna područja s kojima će se morati usaglasiti isporučitelji vodnih usluga.

2. POSTOJEĆE STANJE VODOOPSKRBNOG SUSTAVA

Vodoopskrbni sustav Split - Solin - Kaštela – Trogir klasificiran je kao regionalni sustav. Sustavom upravlja tvrtka Vodovod i kanalizacija d.o.o. Split, a područje opskrbe je: Grad Split (s gravitirajućom Općinom Podstrana), Grad Solin (s dijelom gravitirajuće Općine Klis), Grad Kaštela i Grad Trogir (s gravitirajućom Općinom Seget i Općinom Okrug).

Zahvat je na izvoru rijeke Jadro na kojem se prema vodopravnoj dozvoli smije zahvaćati 2.000 l/s, odnosno 45.000.000 m³/god.

Opskrba područja je uvjetovana visinskim položajem izvora, koji se nalazi na koti 34,60 m n.m., pa sustav gotovo u cijelosti zahtijeva sukcesivno precrcpljivanje vode na više kote, i sastoji se od zasebnih podsustava.

Na zahvatu se nalazi CS Jadro koja služi za opskrbu podsustava visokog područja Općine Klis

Dovod vode od zahvata u pravcu Splita odvija se gravitacijski kroz Stari Dioklecijanov kanal dimenzija 60×120 cm i Novi splitski kanal, dimenzija 110×120 cm, koji na području Meteriza prelazi u cjevovod Ø1.000mm. Voda se doprema do centralne crpne stanice Ravne Njive, koja vodu tlači u vodospremnike Visoka, Niska i Srednja, smještene na istočnom dijelu grada, koji pokrivaju neravnomjernosti potrošnje za tri istoimene visinske zone, i u smjeru vodospremnika Marjan I i Gripe, koji zajedno pokrivaju zapadni dio grada. VS Marjan I je ujedno i polazna točka za dvije više zone na području krajnjeg zapadnog dijela grada (Marjana).

Dovod vode od zahvata u pravcu Solina, Kaštela i Trogira dijelom se još uvijek obavlja Novim kanalom sve do Vidovića mosta, gdje je izvedena nova zahvatna građevina koja ima zadatak regulirano preusmjeravati potrebne količine vode za gradove Solin, Kaštela i Trogir prema CS Kunčeva Greda novim dovodom.

CS Kunčeva Greda vodu tlači u VS Sutikva nova (k. d.=60 m n.m., V=5.000 m³) i VS Sutikva-postojeća. Iz VS Sutikva-nova pruža se 15 km dug glavni cjevovod profila Ø800/700mm. Glavni cjevovod prolazi kroz područje Solina i Kaštela, ima tranzitni karakter, i završava u crpnoj stanici Kaštel Štafilić. Na glavni cjevovod se nadovezuju lokalni podsustavi koje čine crpne stanice Solin, Sv. Kajo, Kaštel Sućurac i Kaštel Lukšić, s pripadajućim vodospremniciama Voljak, Sv. Kajo, Kaštel Sućurac i Kaštel Lukšić. Vodospremnici izravnavaju neravnomjernosti potrošnje pripadajućeg područja.

Vodoopskrbni sustav Split-Solin-Kaštela-Trogir obuhvaćen je u većoj mjeri sustavom daljinskog nadzora i upravljanja.

3. ZADATAK IDEJNOG RJEŠENJA

Temeljni zadatak idejnog rješenja je analiza i obrada varijantnih rješenja dovoda vode na područje Splita alternativnim pravcima iz rijeke Cetine za potrebe javne vodoopskrbe. Pri tome projektant mora definirati više održivih varijanti (maksimalno 6).

Temeljem prethodnih obrazloženja, odnosno postavki Vodoopskrbnog plana Splitsko-dalmatinske županije, trebaju se obraditi varijante dovoda vode s početnom točkom zahvata unutar horizonta rijeke Cetine na potezu HE Đale – brana Prančevići – HE Zakučac. Krajnje točke dovoda trebaju biti glavne građevine vodoopskrbnog sustava Split-Solin-Kaštela-Trogir unutar područja izvor rijeke Jadro-izvor rijeke Žrnovnice-ušće rijeke Žrnovnice.

Ukoliko se tijekom izrade idejnog rješenja utvrdi mogućnost i potreba obrade održivih varijanti i izvan predloženih početnih i krajnjih točaka zahvata, takve varijante će se obrazložiti projektom timu u cilju izmjene projektnog zadatka.

Obrada varijanti, i općenito idejnog rješenja, mora obuhvatiti sve relevantne tehničko-tehnološko-hidrauličke i financijske elemente, te uključiti odgovarajuće struke, kako bi se mogla nedvojbeno ocijeniti pojedina varijanta.

S obzirom na kompleksnost problematike alternativnog dovoda vode do Splita nameće se mogućnost/potreba korištenja zahvaćenih voda i za ostale namjene. Prema **Strategiji upravljanja vodama** korištenje zahvaćenih voda za javnu vodoopskrbu ima prednost u odnosu na korištenje voda za ostale namjene. Višenamjenski sustavi uređenja i korištenja voda se, osim za opskrbu vodom, mogu koristiti i za proizvodnju električne energije, navodnjavanje, plovidbu, zaštitu od poplava, melioracijsku odvodnju, uzgoj riba, šport i rekreaciju, oplemenjivanje malih voda radi očuvanja ekosustava, te za prihranjivanje podzemnih voda. Stoga je u sklopu ovoga idejnog rješenja potrebno utvrditi prihvatljivost korištenja zahvaćenih voda i za ostale namjene. Potrebno je utvrditi postojeću relevantnu studijsku i projektnu dokumentaciju koja obrađuje pojedine načine korištenja voda na predmetnom području, temeljem čega će se dati prijedlog potrebnih istražnih radova, te prijedlog izrade nove ili novelacije/razrade postojeće dokumentacije. Projektant treba procijeniti utjecaj navedenih čimbenika na predložene varijante, te po potrebi uključiti elemente višenamjenskog sustava u metodologiju ocjenjivanja varijanti.

Idejnim rješenjem treba se posebno obraditi slijedeće:

3.1. Varijantna tehnička rješenja dovoda vode na područje Splita alternativnim pravcima iz rijeke Cetine. Za ostale vodoopskrbne sustave na širem predmetnom području (Sinj, Trilj-Otok-Dicmo, Omiš-Brač-Hvar-Šolta-Vis te Makarsko primorje) definira se mogućnost objedinjavanja dijela dovodnog sustava, po potrebi, samo u slučaju da dio građevina dovodnog sustava može biti zajednički.

Poseban osvrt dati na sustav sa zahvatom vode u HE Zakučac u smislu mogućnosti alternativnog dovoda u sustav Omiš-Brač-Hvar-Šolta-Vis (iz bazena Prančevići ili putem drugog zahvata).

3.2. Analiza postojeće mjerodavne tehničke dokumentacije na širem predmetnom području, po potrebi, s ciljem utvrđivanja (preuzimanja) polaznih ulaznih parametara pojedinih rješenja vodoopskrbnih sustava na širem predmetnom području (Split–Solín-Kaštela–Trogir, Sinj, Trilj-Otok-Dicmo, Omiš–Brač–Hvar–Šolta–Vis te Makarsko primorje): postojeće stanje izgrađenosti (zahvat s glavnim dovodnim i opskrbnim smjerovima) i planirani glavni smjerovi, a koji su značajni za smještaj i prostornu dispoziciju varijantnih rješenja.

3.3. Analiza postojeće mjerodavne tehničke i ostale dokumentacije na širem predmetnom području, po potrebi, s ciljem utvrđivanja (preuzimanja) polaznih/ulaznih parametara pojedinih rješenja vodoopskrbnih sustava na širem predmetnom području: sumarni podaci mjerodavnih količina vode (potrebe za vodom), a koji su značajni za dimenzioniranje glavnih građevina varijantnih rješenja. Po potrebi zatražiti od nadležnih komunalnih poduzeća podatke za posljednjih par godina, radi usporedbe s izrađenom tehničkom dokumentacijom.

Osnovni zadatak ove točke je definiranje rezervnih i/ili dodatnih količina vode koje je potrebno transportirati prema području Splita. Proračun i odabir količina vode uskladiti s potencijalnim zahvatima vode ovisno o raspoloživim vodnim resursima rijeke Cetine.

3.4. Analiza postojeće mjerodavne dokumentacije na širem predmetnom području, s ciljem utvrđivanja (preuzimanja) polaznih ulaznih parametara o: osnovnim karakteristikama postojećih i planiranih vodozahvata, kakvoći vode, kapacitetima, i dr., a koji su značajni za izradu varijantnih rješenja.

3.5. Izrada minimalno 5 varijantnih rješenja dovoda vode na područje Splita alternativnim pravcima iz rijeke Cetine, unutar horizonta rijeke Cetine na potezu HE Đale – brana Prančevići – HE Zakučac. Kod postavljanja tehničkih rješenja posebnu pažnju obratiti na korištenje postojećih glavnih vodoopskrbnih objekata, koji predstavljaju okosnicu razvoja vodoopskrbnog sustava.

3.5.1. Svako varijantno rješenje mora biti obrađeno i usklađeno s postojećim i planiranim načinom iskorištavanja hidroenergetskog potencijala rijeke Cetine te predviđenim korištenjem rijeke Cetine kao prijavnika otpadnih voda pripadajućih aglomeracija.

3.5.2. Temeljem definiranih potrebnih rezervnih i/ili dodatnih količina vode te temeljem utvrđivanja mogućnosti višenamjenskog korištenja vode, treba izvršiti procjene istovremenog/izmjeničnog korištenja predloženih građevina u razdobljima uredne vodoopskrbe s izvora Jadrá, kao i u razdobljima potrebe uključivanja alternativnog dovoda u sustav javne vodoopskrbe.

3.5.3. Svako varijantno rješenje mora biti obrađeno i s aspekta uspostave koridora zahvata. Naime, potrebno je analizirati i opravdati izgradnju pojedinih strateških objekata u koridoru, kao što su hidrotehnički tuneli, crpne stanice, korištenje prometnica i sl.

3.5.4. Za hidrotehničke tunele je potrebno analizirati osnovne pokazatelje: geomehaničku (RMR) klasifikaciju stijenske mase na temelju postojećih podataka, izbor optimalnog rješenja hidrotehničkog tunela, mogućnost ugradnje dodatne infrastrukture (plinovod, energetika, komunikacije itd.), izbor optimalnog poprečnog presjeka tunela i sl.

3.5.5. Svako varijantno rješenje mora biti obrađeno i u smislu definiranja potencijalnih lokacija za uređaje za kondicioniranje pitke vode (UKPV). Prijedloge rješenja uskladiti s planovima komunalnih poduzeća u smislu kondicioniranja pitke vode.

3.5.6. Svako varijantno rješenje mora biti obrađeno i s aspekta uklapanja u postojeći vodoopskrbni sustav, odnosno treba definirati točke uklapanja, koridore, kao i definiranje kompletnog energetskog potencijala od početnih točaka zahvata, preko krajnjih točaka zahvata do odabranih točaka uklapanja. Treba definirati osnovne tehničke elemente/objekte te protokole kod prelaska s redovitog pogona na pogon za vrijeme vodoopskrbe s novog (alternativnog) dovoda. Za svaku varijantu izraditi osnovne hidrauličke proračune na modelu od početne točke zahvata do krajnje točke uklapanja.

3.5.7. Za svaku varijantu utvrditi mogućnost etapne izgradnje, prezentirati etape u tehničkom, financijskom i dinamičkom smislu.

- 3.6. Tehno-ekonomska valorizacija varijantnih rješenja treba uključiti višekriterijalnu analizu. U sklopu valorizacije potrebno je analizirati monetarne pokazatelje poput troškova izgradnje, pogona i održavanja, iskorištenja energetskog potencijala varijantnih rješenja, uštede u odnosu na troškove održavanja postojećeg sustava, mogućnost korištenja voda i za ostale namjene, te nemonetarne pokazatelje poput sigurnosti postavljenog rješenja, mogućnosti etapne izgradnje, mogućnosti osiguranja potrebnog prostora, utjecaja na okoliš, mogućnosti transporta u oba smjera i sl. Prijedlog pokazatelja, kao i njihov težinski odnos usuglasiti s radnom skupinom. Nakon valorizacije varijantnih rješenja potrebno je predložiti jedno ili više rješenja s obrazloženjima.
- 3.7. Za predložena rješenja izvršiti analizu pogonskih stanja u sustavu i prijedlog načina regulacije u sustavu, sve u dogovoru s radnom skupinom. U sklopu analize izraditi hidraulički proračun nestacionarnih stanja u sustavu (vodni udar) radi definiranja zaštite sustava od tlačnih prekoračenja. Također analizirati i tromost sustava, potrebno vrijeme ubrzanja mase vode, ovisno o odabranom tipu rješenja i pogona.
- 3.8. U konačnosti potrebno je izraditi plan daljnjih aktivnosti, uključujući prijedlog istražnih radova, te prijedlog izrade studijske i projektne dokumentacije.

4. METODOLOGIJA - PLAN RADA

Planom rada predviđeno je da se ldejno rješenje izradi u više koraka. Nakon svakog koraka potrebno je Radnoj skupini prezentirati analize i rezultate, te nakon usvajanja nastaviti sa daljnom izradom dokumentacije.

U prvom uvodnom koraku je potrebno sagledati sve relevantne elemente od utjecaja na izbor varijantnih rješenja. Pri tome su planirane slijedeće aktivnosti:

- a/ preuzimanje i analiziranje do sada izrađenih raspoloživih podloga, podatka i dokumentacije relevantne za izradu predmetnih varijantnih rješenja u obimu koji je prikladan za sagledavanje varijantnih rješenja kao što su:
- prostorno planska dokumentacija,
 - ocjena stanja, mogućnosti i ograničenja na području namjeravanog zahvata,
 - urbanističko-tehnički zahtjevi,
 - načelni utjecaji zahvata na okoliš,
 - postojeće stanje izgrađenosti – zahvati i glavni objekti,
 - planirana strateška tehnička rješenja u usvojenim projektnim elaboratima, a tiču se glavnih objekata sustava uključujući uređaje za kondicioniranje pitke vode,
 - zahtjevi "Vodovoda i kanalizacije" d.o.o. Split i nadležnih komunalnih poduzeća
 - vodoprivredni zahtjevi,
 - sanitarni zahtjevi,
 - zakonska ograničenja i standardi,
- b/ preuzimanje i analiziranje do sada izrađene dokumentacije i podataka komunalnih poduzeća s ciljem:
- utvrđivanja potrebne količine vode - sumarne mjerodavne količine vode,
 - utvrđivanja potreba za dodatnim količinama vode u odnosu na raspoložive resurse,
 - definiranja količine vode prikladne za transport alternativnim pravcima,
- c/ preuzimanje i analiziranje do sada izrađene dokumentacije i podataka komunalnih i javnih poduzeća u smislu sagledavanja karakteristika zahvata i izvorišta, kao što su:
- postojeći i potencijalni zahvati u smislu kapaciteta i kvalitete vode,
 - resursi rijeke Cetine, kapacitet, kvalitet, hidroenergetko iskorištavanje,

d/ preuzimanje i analiziranje do sada izrađene dokumentacije i podataka javnih i komunalnih poduzeća s ciljem utvrđivanja postojećih ili planiranih tehničkih rješenja koja bi se mogla integrirati u predložena rješenja u funkciji višenamjenskog korištenja voda.

U drugom koraku potrebno je predložiti varijantna rješenja. Maksimalno 6 varijantnih rješenja je potrebno prezentirati radnoj skupini sa osnovnim tehničko - tehnološkim podacima. Nakon usvajanja od strane radne skupine nastaviti sa obradom varijanti. Kroz obradu varijanti sagledati će se slijedeće:

- prijedlog trase i objekata na trasi, uključujući početne i krajnje točke uklapanja u postojeći vodoopskrbni sustav,
- analiza i obrazloženja primjene pojedinih objekata (tuneli, crpne stanice i sl.),
- za tunelske varijante izvršiti obradu tunelskih geoloških profila temeljem postojećih podloga,
- hidraulička obrada varijanti za stacionarno pogonsko stanje sa osnovnim dimenzioniranjem građevina,
- financijska obrada varijanti - aproksimativni troškovnik,
- analiza prikladnosti pojedine varijante za višenamjensko korištenje voda, odnosno prikladnost istovremenog/izmjeničnog korištenja predloženih građevina u različitim razdobljima korištenja zahvaćenih količina (opskrba sa Jadra/ opskrba iz alternativnog pravca),
- analiza varijanti sa spekta potencijalnih lokacija uređaja za kondicioniranje,
- utjecaj svake varijante na vodne resurse rijeke Cetine,
- analiza varijanti sa spekta etapnosti izgradnje.

U trećem koraku je potrebno izraditi tehničko – ekonomsko vrednovanje varijanti. Prethodno je potrebno sa radnom skupinom usuglasiti predložene pokazatelje, kao i njihovu težinsku veličinu. Načelni pokazatelji su:

- Tehničko-ekonomski pokazatelji
 - troškovi izgradnje/rekonstrukcije
 - troškovi pogona i održavanja – za plansko razdoblje
 - troškovi korištenja i otkupa zemljišta
 - postupnost izgradnje (mogućnost izgradnje u etapama)
- Pokazatelji izvodljivosti
 - mogućnost osiguranja prostora za trase i lokacije objekata
 - prihvatljivost u odnosu na prostor
 - prihvatljivost za javno mišljenje
- Ostali pokazatelji
 - sigurnost i pouzdanost
 - utjecaj na okoliš
 - utjecaj na postojeći vodoopskrbni sustav
 - utjecaj na ostalu postojeću infrastrukturu
 - utjecaj na važeću prostorno-plansku dokumentaciju

Nakon provedenih analiza i usporedbe pojedinih varijantnih rješenja višekriterijalnom analizom Projektant će predložiti i obrazložiti izbor jedne ili više varijanti.

U četvrtom koraku potrebno je za jednu ili više izabranih varijanti izraditi tehno – ekonomski sažetak sa obrazloženjem svih analiziranih parametara, uključujući tehničko – tehnološke, hidrauličke i ekonomske parametre. Obrazloženje treba sadržavati i osvrt na višenamjensku upotrebu predloženog sustava, način upotrebe sustava u razdobljima iskorištenja za vodoopskrbu, u odnosu na upotrebu sustava za druge namjene.

Za jednu ili više odabranih varijanti izvršit će se analiza svih pogonskih stanja u sustavu i određivanje načina regulacije u sustavu. U sklopu analize izradit će se i hidraulički proračun nestacionarnih stanja u sustavu (vodni udar) radi definiranja zaštite sustava od tlačnih prekoračenja.

U petom koraku potrebno je izraditi plan aktivnosti, koji se sastoji od planiranja izrade daljnje studijsko-projektne dokumentacije, provedbe istražnih radova, te izrade ostale dokumentacije, uključujući prostorno plansku dokumentaciju. Plan aktivnosti je potrebno prezentirati sa dinamičkim i okvirnim troškovničkim elementima.

5. RASPOLOŽIVE PODLOGE I PROJEKTNA DOKUMENTACIJA

Vodoopskrbna problematika na predmetnom području obrađivana je u brojnoj studijskoj i projektnoj dokumentaciji. Sadašnja koncepcija budućeg razvoja vodoopskrbnog sustava Split – Solin -Kaštela – Trogir određena je u zadnjih 15-tak godina u slijedećoj dokumentaciji:

1. IBRD, Hrvatske vode Zagreb - Studija podobnosti: **Poboljšanje i dogradnja vodoopskrbnog sustava Split/Solin/Kaštela/Trogir**. Izrađivači: Hidroprojekt-ing d.o.o. Zagreb-Split i DHV Consultants BV Amersfoort, Nizozemska, u rujnu 1996. godine,
2. Agencija EKO - Kaštelanski zaljev, Ustanova Split - **Vodoopskrbni sustav Split-Solin-Kaštela-Trogir - Elaborat verifikacije i objedinjavanja tehničkih parametara objekata poboljšanja i dogradnje sustava**. Izrađivači: Hidroing d.o.o. Split i Hidroekspert d.o.o. Split, u studenom 1998. godine, sa izmjena i dopunama iz kolovoza 2001. godine
3. Vodovod i kanalizacija d.o.o. Split - **Idejno rješenje vodoopskrbe istočnog dijela Grada Splita**. Izrađivači: Hidroprojekt-ing d.o.o. Zagreb i Hidroexpert Split d.o.o. Split, travanj 2003.g.
4. Hrvatske vode Zagreb – **Idejno rješenje vodoopskrbe područja na spoju sustava Omiša i Splita**. Izrađivač: Infra projekt d.o.o. Split, travanja 2007.g.
5. Hrvatske vode Zagreb - "**Vodoopskrbni plan Splitsko-dalmatinske županije**". Izradili: Institut građevinarstva hrvatske d.d., Hidroing d.o.o. Split, Akvaprojekt d.o.o. Split, Infra projekt d.o.o. Split i Geoprojekt d.d. Split u prosincu 2008. godine

Naručitelj će projektantu staviti na raspolaganje svu navedenu projektnu dokumentaciju, dok će svu ostalu relevantnu dokumentaciju projektnt prikupiti u suradnji sa nadležnim javnim i komunalnim poduzećima.

6. SADRŽAJ PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

Navedeni preliminarni sadržaj projektne dokumentacije može se mijenjati u dogovoru s radnom skupinom tijekom razrade projekta.

A/ Pisani prilozi

1. Uvod
2. Postojeća projektna, planska dokumentacija i podloge
3. Postojeće stanje vodopskrbnih sustava
4. Planski dokumenti i projektna dokumentacija vodoopskrbnih sustava
5. Potrebne količine vode
6. Analiza postojećih i potencijalnih zahvata
7. Postojeća i planska dokumentacija višenamjenskog korištenja voda predmetnog područja
8. Analiza varijantnih rješenja alternativnog dovoda
9. Hidraulički proračuni i dimenzioniranje
10. Analiza varijanti sa aspekta višenamjenskog korištenja voda
11. Troškovi izgradnje i godišnji troškovi pogona i održavanja
12. Geološke, inženjerskegeološke i hidrogeološke karakteristike područja tunela

13. Etapnost izgradnje svake varijante
14. Višekriterijalna analiza, tehničko – ekonomsko vrednovanje varijanti
15. Prijedlog izbora varijanti
16. Tehno - ekonomski sažetak predložene/predloženih varijanti
17. Plan daljnjih aktivnosti

B/ Grafički prilozi

- | | |
|--|----------|
| 1. Pregledna situacija područja obuhvata sa postojećim stanjem glavnih objekata vodoopskrbnih sustava | 1:25.000 |
| 2. Pregledna situacija sa varijantama alternativnog dovoda | 1:25.000 |
| 3. Generalni uzdužni profili varijantnih rješenja u prikladnom mjerilu | |
| 4. Prognozni uzdužni inženjerskogeološki i geotehnički presjeci varijantnih rješenja tunela u prikladnom mjerilu | |
| 5. Pregledna situacija predloženih varijanti | 1:5.000 |

7. OSTALO

Naručitelj je za potrebe praćenja projekta osnovao radnu skupinu s kojim je projektant dužan usko surađivati i imati stalan kontakt te promptno provoditi sve potrebne korekcije tijekom izrade idejnog rješenja.

Radna skupina pomoći će projektantu u pribavljanju potrebnih podloga, organizaciji radnih sastanaka, eventualnih prezentacija, kao i osiguranju potrebnih revizija. Radna skupina će osigurati i ostalu potrebnu potporu projektantu u realizaciji Ugovora. Korisnik se obavezuje dostaviti projektantu potrebne ulazne podatke i podloge (s kojima raspolažu) za realizaciju projekta, kao i osigurati potrebne kontakte u komunalnom društvu, jedinicama lokalne samouprave, te javnim poduzećima pri prikupljanju potrebnih informacija radi obavljanja potrebnih aktivnosti na projektu.

Tijekom izrade idejnog rješenja, nakon svakog koraka radna skupina verificira izrađene dijelove idejnog rješenja, a projektant će postupiti po zaključcima radne skupine. Konačna verzija idejnog rješenja proći će također postupak prihvaćanja od radne skupine.

Idejno rješenje je potrebno isporučiti u 6 uvezanih primjeraka te 6 u digitalnom obliku. Otisnuta i uvezana dokumentacija i digitalna verzija moraju biti identične i trebaju omogućiti da se iz elektroničke verzije po potrebi mogu dobiti i dodatni primjerci u svemu jednaki kao i otisnuti primjerak. Digitalna verzija mora biti napravljena u PDF formatu. Osim PDF formata projektant će dostaviti Naručitelju i kompletnu dokumentaciju u izvornim formatima.

Po završetku projektant će izraditi Završni izvještaj o obavljenom poslu i dostaviti ga Naručitelju.

Predviđeni rok izvršenja izrade analize varijantnih rješenja za dovod vode na područje Splita iz alternativnih pravaca je 12 mjeseci od sklapanja ugovora.

U Splitu, listopad 2019. god

Za Naručitelja:
HRVATSKE VODE, VGO Split

Ivica Jurčević, dipl.ing.građ.univ.spec.oec.

Barbara Vuletin, dipl.ing.građ.

S projektnim zadatkom suglasni članovi radne skupine:



Marija Vuković, dipl.ing.arch.



mr.sc. Mirjana Švonja, dipl.ing.građ.



doc.dr.sc. Mato Dabro, dipl.ing.el.



Ivica Perić, dip.ing.el.



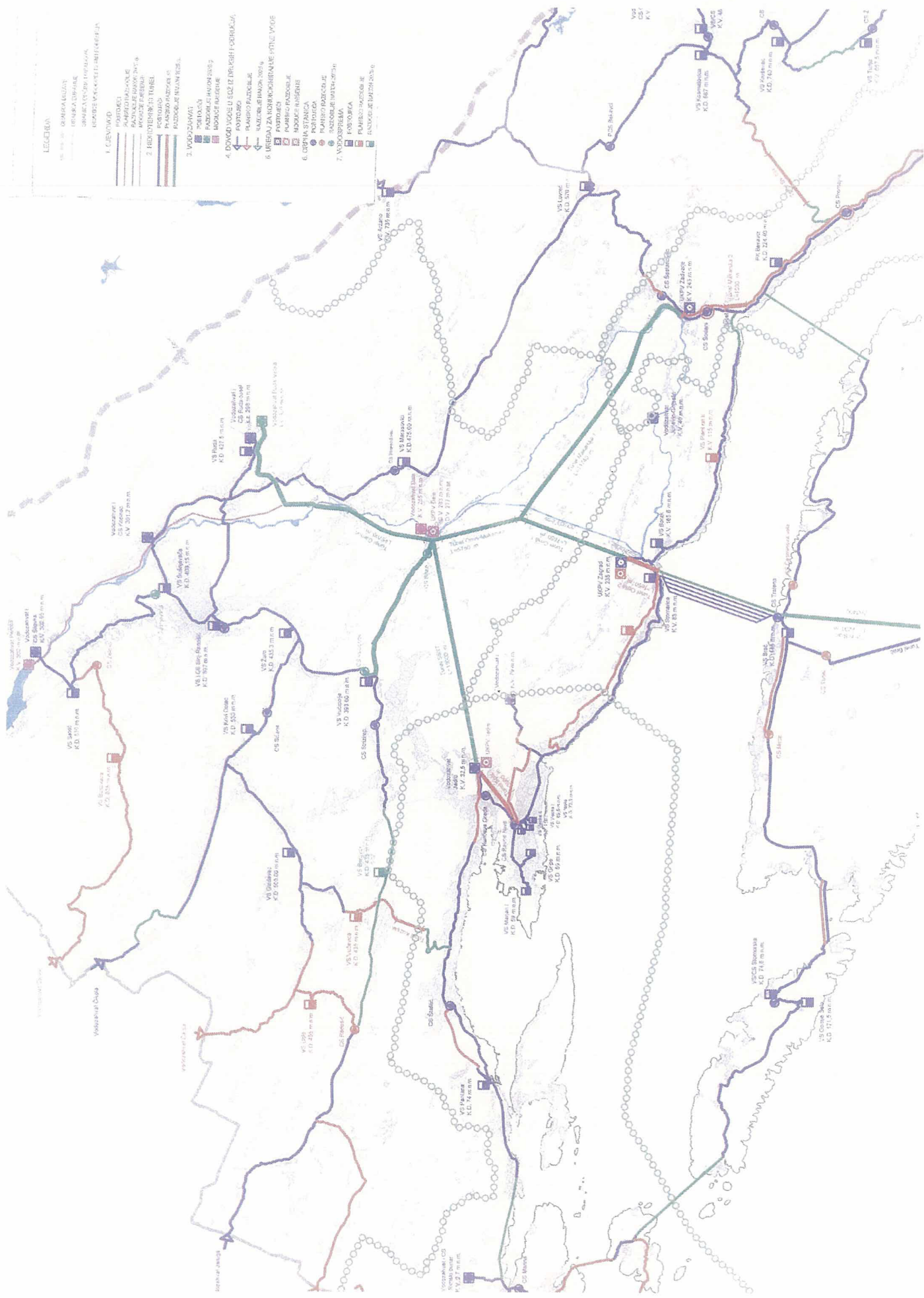
Matko Kovačević, dipl.ing.stroj.

Privitak:

- Troškovnik
- Pregledna situacija – tehničko rješenje vodoopskrbe vanplanskog razdoblja iz Studije Vodoopskrbni plan Splitsko-dalmatinske županije

LEGENDA

- 1. C. JEVIČKOVIČ
- 2. VODOVODI
- 3. VODOVODI
- 4. DVOVODI VODOSUPRISILNIČNI PRISILNICE
- 5. DVOVODI VODOSUPRISILNIČNI PRISILNICE
- 6. VODOSUPRISILNIČNI PRISILNICE
- 7. VODOVODI
- 8. VODOVODI
- 9. VODOVODI
- 10. VODOVODI
- 11. VODOVODI
- 12. VODOVODI
- 13. VODOVODI
- 14. VODOVODI
- 15. VODOVODI
- 16. VODOVODI
- 17. VODOVODI
- 18. VODOVODI
- 19. VODOVODI
- 20. VODOVODI



1 UVOD

U ovom idejnom rješenju se obradila problematika alternativnog dovoda vode za vodoopskrbni sustav Split-Solin-Kaštela-Trogir, koji koristi samo jedan vodozahvat na izvoru rijeke Jadro. Od vodnog se gospodarstva očekuje odgovarajuće osiguranje dovoljnih količina i zadovoljavajuća kakvoće pitke vode, kao i povećanje sigurnosti opskrbe vodom za sve korisnike. Ti ciljevi su postavljeni kao strateške odrednice javne vodoopskrbe u **Strategiji upravljanja vodama**, posebice:

- Povećanje sigurnosti zahvata vode za javnu vodoopskrbu na sustavima koji koriste samo jedno izvorište, osiguranjem alternativne opskrbe vodom

Osim strateških odrednica treba uzeti u obzir i klimatske promjene koje predstavljaju rastuću prijetnju u 21. stoljeću. Klimatske promjene utječu na učestalost i intenzitet ekstremnih vremenskih nepogoda, tj:

- javljaju se nepovoljna djelovanja produljenih sušnih razdoblja potaknutih klimatskim promjenama s jedne strane, a s druge strane se javlja povećana potreba za vodom u vidu povećanog broja stanovnika i intenzivnog razvoja turizma

Sve to dovodi u pitanje dugoročnu održivost sadašnjeg vodonosnika-izvora Jadro, koji jedini osigurava vodu za tako veliku aglomeraciju, te je strateški neodrživo vodoopskrbu takve aglomeracije temeljiti samo na jednom izvorištu.

Zbog svega toga, pristupilo se izradi ovog idejnog rješenja, kojim su kroz 3 knjige, za postavljeni cilj, izvršene aktivnosti, kako slijedi:

CILJ
<ul style="list-style-type: none">• povećanje sigurnosti javne vodoopskrbe aglomeracije Split-Solin-Kaštela-Trogir
AKTIVNOSTI
Knjiga 1-Analiza postojećih podloga i podataka s elementima planiranja
<ul style="list-style-type: none">• Analiza prostorno-planske dokumentacije, zakona i strateških dokumenata u segmentu koji se odnosi na vodoopskrbu, navodnjavanje i hidroenergetiku šireg područja• Analiza postojećeg i planiranog stanja vodoopskrbe, hidroenergetike i navodnjavanja na razmatranom području• Definiranje količine vode koje će se transportirati, stanje vodnih tijela Cetine, Jadra i Žrnovnice, kakvoća voda
Knjiga 2-Vrednovanje i izbor varijantnih rješenja
<ul style="list-style-type: none">• Obrada potencijalnih lokacija glavnih točaka dovoda:<ul style="list-style-type: none">-početne točke: akumulacijsko jezero HE Đale, akumulacijsko jezero HE Prančevići te dovodni sustav HE Zakučac;-krajnje točke i međutočke (točke uklapanja u postojeći sustav): lokacija u blizini izvora Jadro (UKPV Jadro) i lokacija u blizini izvora Žrnovnice (Dvori);• Obrada mogućnosti izvedbe hidrotehničkih tunela s valorizacijom rješenja i prijedlogom tehničkog rješenja h. tunela koji će se primijeniti u varijantnim rješenjima dovoda;• Prijedlog deset (10) varijantnih rješenja:<ul style="list-style-type: none">- Varijanta 1: Akumulacija Đale – Jadro- Varijanta 2: Akumulacija Đale – Žrnovnica – Jadro

- Varijanta 3: Akumulacija Đale – Žrnovnica – Jadro, s ogrankom za istočni dio Splita
- Varijanta 4: Akumulacija Đale – Žrnovnica - istočni dio Splita
- Varijanta 5: Akumulacija Prančevići - Jadro
- Varijanta 6: Akumulacija Prančevići – Žrnovnica - Jadro
- Varijanta 7: Akumulacija Prančevići – Žrnovnica – Jadro, s dovodom za Omiš
- Varijanta 8: Gata – Žrnovnica – Jadro (h.tunel), s dovodom za Omiš
- Varijanta 9: Gata – Žrnovnica – Jadro (dijelom h.tunel, dijelom u terenu), s dovodom za Omiš
- Varijanta 10: Gata – Zagrad – brza cesta - Stobreč – Ravne Njive
- Obrada tehničkih rješenja predloženih varijanti, sa situacijskim prikazima i uzdužnim profilima, dimenzioniranjem građevina temeljem hidrauličkog proračuna, prikazom osnovnih geomehaničkih pokazatelja h. tunela i opisa u osnovnim crtama namjene, načina korištenja i funkcioniranja alternativnog dovoda; Prikaz geoloških, hidrogeoloških i hidroloških značajki područja duž trasa;
- Tehno-ekonomsko vrednovanje predloženih varijanti višekriterijalnom analizom; Prijedlog i obrazloženje za izbor 2 varijante.

Knjiga 3-Tehno-ekonomski sažetak izabranih varijanti s planom daljnjih aktivnosti

- Tehno-ekonomski sažetak za dvije varijante, s obrazloženjem svih parametara;
- Plan daljnjih aktivnosti na projektu

POKAZATELJI REZULTATA

- Odabrane varijante na temelju tehno-ekonomskih i dr. parametara
- Temelj za implementaciju u prostorno-plansku dokumentaciju
- Temelj za realizaciju daljnjih aktivnosti (izrada dokumentacije višeg reda) vezanih za povećanje sigurnosti javne vodoopskrbe aglomeracije Split-Solin-Kaštela-Trogir

2 TEHNO-EKONOMSKI SAŽETAK IZABRANIH VARIJANTI

U knjizi 2 je obrađeno deset (10) varijantnih rješenja alternativnog dovoda na područje Splita. Temeljem izvršene valorizacije varijanti metodom višekriterijalne analize, pokazalo se da je optimalna **Varijanta 1-akumulacija Đale-Jadro**, zbog najnižih troškova izgradnje, pogona i održavanja, kao i radi početne točke sustava na lokaciji Đale, koja je najbliža dugoročnim uzvodnim vodozahvatima na Velikoj Rudi i Perući, te najpovoljnijem načinu uklapanja u postojeći sustav, dovodenjem vode u početnu točku postojećeg sustava, na lokaciju u blizini izvora rijeke Jadro.

Elaboratom je predloženo da se u ovaj tehno-ekonomski sažetak, osim Varijante 1, uvrsti i drugorangirana **Varijanta 2-akumulacija Đale-Žrnovnica-Jadro**, bez obzira što ona ima troškove izgradnje, pogona i održavanja svedene na NSV približno 35% veće od varijante 1. Varijanta 2 je predložena jer ona također ima istu povoljnu početnu i kranju točku sustava, ali i ukupno dvije prihvatne točke dovoda, na lokacijama u blizini izvora rijeka Žrnovnice i Jadro, što dugoročno nudi više mogućnosti razvoja dovodnog sustava prema području opskrbe.

U narednom tekstu se daje sažetak odabranih varijanti 1 i 2, s obrazloženjem svih analiziranih parametara (tehničko-tehnoloških i tehno-ekonomskih).

2.1 VARIJANTA 1 – AKUMULACIJA ĐALE-JADRO

2.1.1 Tehničko rješenje

2.1.1.1 Osnovni podaci

Zahvatna građevina: Akumulacijsko jezero Đale

Završna točka dovodnog sustava: Planirani UKPV Jadro, lokacija Majdan

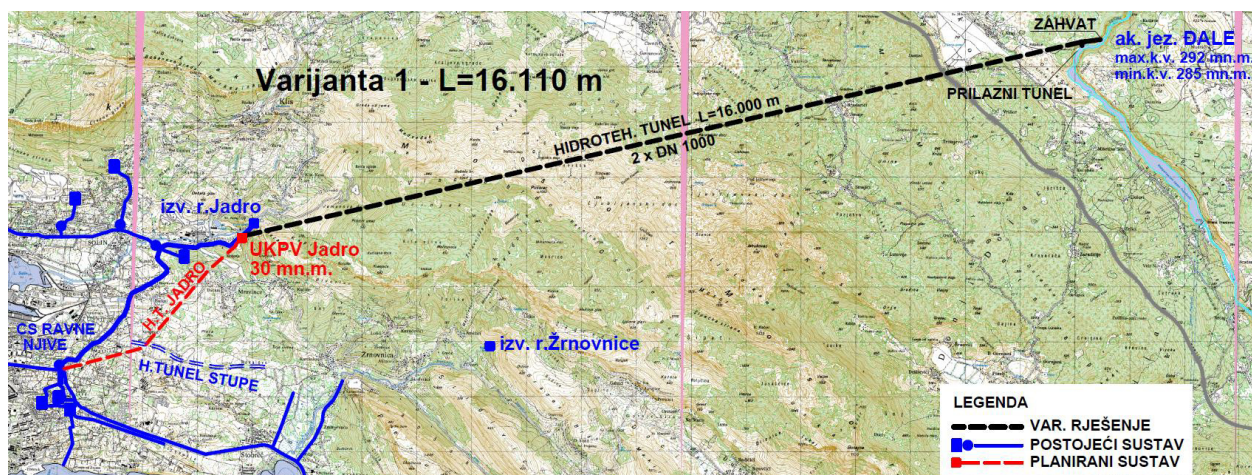
Kapacitet dovoda: 2000 l/s

Načelno uklapanje u postojeći sustav: Dovod vode u početnu točku postojećeg vodoopskrbnog sustava Split-Solin-Kaštela-Trogir

Tehnički podaci: Dovodni sustav Akumulacijsko jezero Đale – Jadro je ukupne duljine **16,11 km**, pojedinačnih građevina sukladno tablici u nastavku.

Građevine		ukupno L [m]	hidroteh. tunel L [m]	teren L [m]	profil cj. DN [mm]	duljina cj. L [m]
Varijanta 1	Zahvat Đale					
	Pristupni tunel Đale		70			
	Hidrotehn. tunel Đale-Jadro		16.000		2x DN 1000	32.000
	cjevovod u terenu			40	2x DN 700	80
	UKPV Jadro	Planirani dio postojećeg sustava				
Đale-Jadro	16.110	16.070	40		32.080	

Tablica 1: Varijanta 1 – građevine dovodnog sustava



Slika 1: Varijanta 1 – situacijski prikaz

Napomena: Hidrotehnički tunel Jadro-Ravne Njive prikazan je na situaciji informativno, kao planirana građevina postojećeg sustava, ali nije nužan za ovo tehničko rješenje.

2.1.1.2 Tehnički opis

- Kapacitet dovoda

U knjizi 1 obrađena je tema analiza potreba za vodom predmetnog područja te je zaključeno da maksimalna planirana količina vode za potrebe funkcioniranja vodoopskrbnog sustava Split – Solin – Kaštela - Trogir u planskom razdoblju do 2050.g., neće prelaziti vodopravnom dozvolom propisanu maksimalnu količinu zahvaćanja od 2000 l/s.

Elaboratom je usvojena količina od **2000 l/s**, posebno stoga jer je na tu količinu dimenzioniran i planirani uređaj za kondicioniranje pitke vode na lokaciji Majdan, koji je krajnja točka dovodnog sustava.

- Vodozahvat na akumulacijskom jezeru Đale

U kanjonu rijeke Cetine, 5,8 km nizvodno od Trilja, izgrađena je brana Đale koja formira akumulacijski bazen korisnog volumena vode od 2,95 hm³. Betonskom branom visine 39,6 m, dužine u kruni 122,8 m, ostvaruje se akumulacija za dnevno izravnavanje dotoka Cetine. Uz branu je smještena protočna niskotlačna pribranska HE Đale, s dnevnom akumulacijom ukupne proizvodne snage 40,8 MW. Uz branu je također smješten i kraći tunel, izveden za potrebe gradnje brane, sa zabetoniranim ulazom uzvodno od brane i izlazom nizvodno od brane.

Maksimalna radna kota vode akumulacijskog jezera iznosi 292 mn.m., dok je minimalna radna kota propisana pravilnikom 285 mn.m.

Zahvatna građevina predviđena je unutar akumulacijskog jezera Đale, uzvodno od brane HE Đale i postojećeg tunela, s polaznom kotom dna cijevi cca **282 mn.m.**, sukladno situaciji na terenu. Zahvatnu građevinu čini kratki uronjeni tunelski dovod u punom profilu, s 2 cijevi DN1000 s pripadajućim usisnim košarama i zaštitnom rešetkom, izveden do početka hidrotehničkog prohodnog tunela. Na spoju zahvatnih cjevovoda i tunela predviđena je vodonepropusna armirano-betonska građevina-zid, s prodorima za zahvatne cjevovode. Unutar prohodnih tunela predviđena je ugradnja zasuna i ostale opreme za kontrolu i upravljanje upuštanjem vode u alternativni dovod.



Slika 2: Varijanta 1-lokacija zahvatne građevine iz akumulacije Đale i ulazne građevine tunela

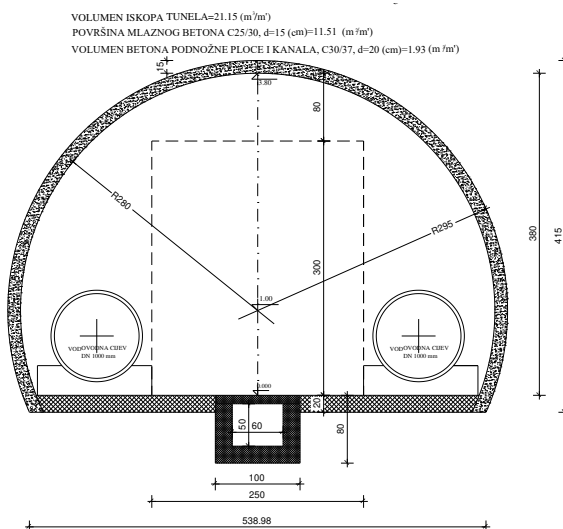
- Dovod u hidrotehničkom tunelu

Dovod vode Đale-Jadro predviđen je u hidrotehničkom tunelu, koji je prohodan za ljude i manja vozila, kojima se može dopremiti potreban vodovodni i drugi materijal na bilo koju poziciju u tunelu, i za vrijeme izgradnje i za vrijeme eksploatacije tunela.

Tunel ima ulaznu i izlaznu građevinu (portal), armiranobetonsku, s tehničkim rješenjem ventilacije duž tunela. Za mimoilaženje/okretanje vozila tijekom građenja i u eksploataciji, tunel ima niše duljine cca 8 (m), na uzdužnom međusobnom razmaku od cca 300 (m).

Ulazna građevina hidrotehničkog tunela, s pristupnom cestom, i za potrebe gradnje i za pristup tijekom kasnijeg korištenja tunela, predviđena je u području cca 300 m nizvodno od brane, s bočnim priključkom duljine cca 70 m na glavni pravac pružanja tunela. Pristupna cesta predviđena je s priključkom na postojeću pristupnu cestu za HE Đale.

Poprečni presjek tunela sadrži 2 cijevi za dovod vode za vodoopskrbu DN1000mm (usvojeno prema hidrauličkom proračunu), smještene obostrano bočno; i prostor za prolaz ljudi i manjeg servisnog vozila slobodnog profila 2,5x3,0m. U sredini profila tunela predviđena je minimalna rasvjeta, kao i odvodni kanal procjedne vode. Ovisno o kategoriji stijenske mase, od II. ktg. (dobra stijena) do V. ktg. (vrlo slaba stijena), normalni poprečni profil vodoopskrbnog tunela ima volumen iskopa od 20,57 – 25,28 (m³/m'), s debljinom sloja mlaznog betona (podgrade) od 10 – 25 (cm).



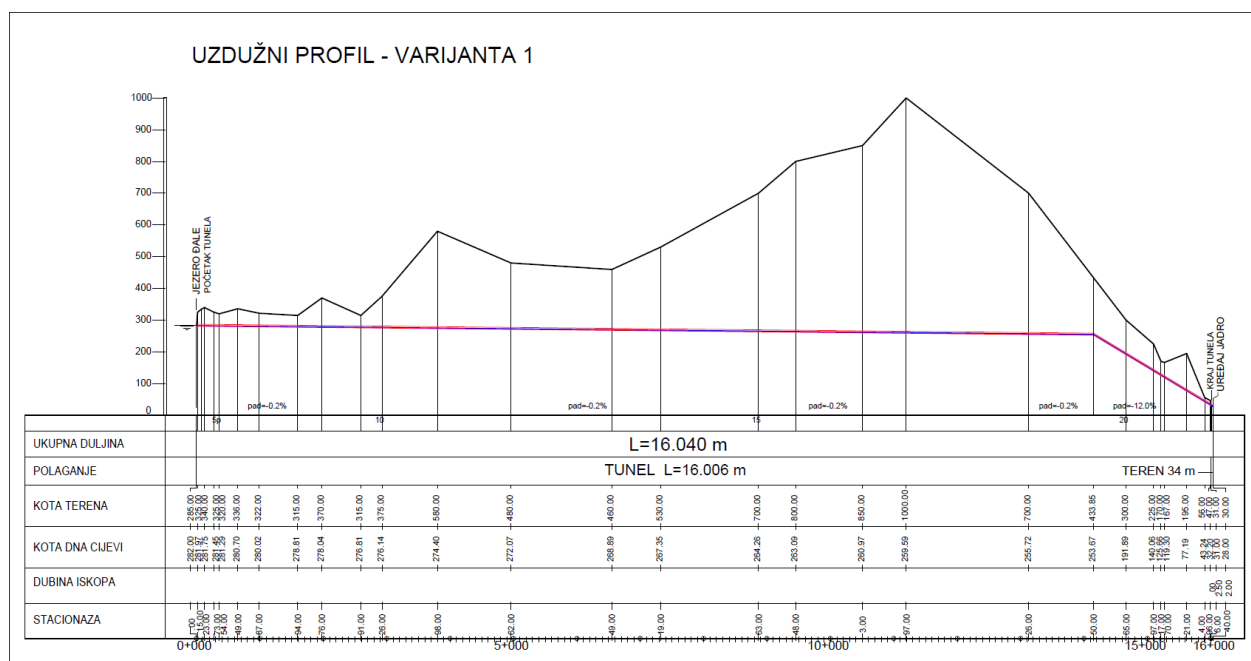
Slika 3: Hidrotehnički vodoopskrbni prohodni tunel, tipski normalni poprečni presjek

Temeljem podataka o podzemnim vodama i iskustvu gradnje tunela na ovim područjima (dalmatinski krš), s ciljem izbjegavanja prevelikog utjecaja podzemnih voda, tunel je predviđen u blagom uzdužnom padu, uvažavajući minimalni preporučeni pad nivelete tunela od 0,2%. Takav tunel može imati samo primarni podgradni sustav i nema potrebe za izradom hidroizolacije i sekundarne betonske obloge.

Vođenje tunela iznad razina podzemnih voda (barem u većem dijelu godine) odražava se i na tehnički manje zahtjevne uvjete izgradnje tunela (tehnologija izvođenja, osiguranje uvjeta zaštite na radu, i sl.), kao i na tehnički manje zahtjevno projektno rješenje izvedbe tunela (potreban je samo primarni podgradni sustav), što se nastavno odražava i na manje troškove investicije. Vođenje tunela iznad razina podzemnih voda je posebno važno i zbog činjenice da će se tunel morati graditi i s uzvodne strane, što stvara dodatne probleme u precrcpljivanju procjednih i eventualno podzemnih voda prema uzvodnom portalu tijekom izgradnje.

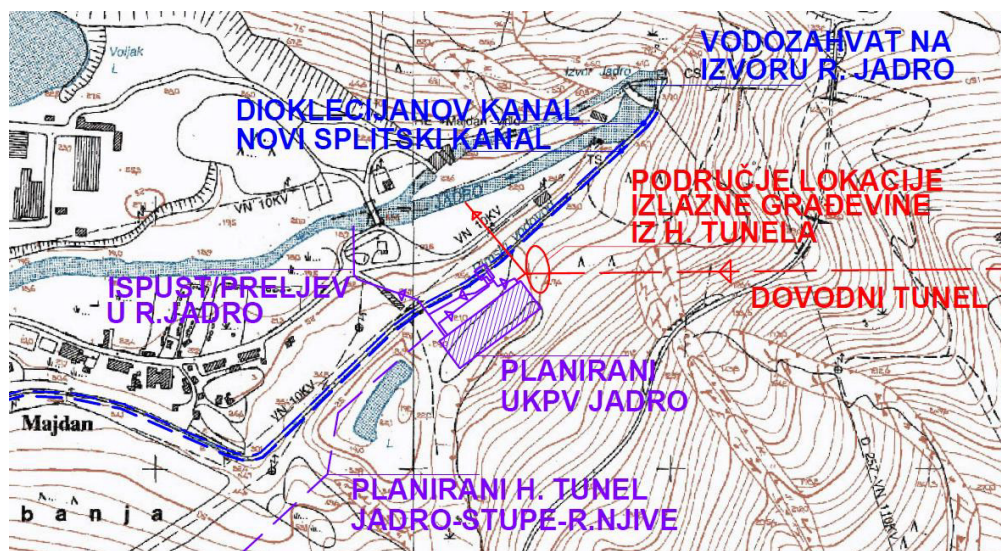
Za potrebe izrade ovog elaborata položena je okvirna trasa tunela, pri čemu se nije ulazilo u detalje izvedbe tunela (odzračna vertikalna okna i drugi slični tehnički elementi dovodnog tunela).

Dovodni tunel Đale-Jadro započinje na stac. km 0+000 s kotom dna cijevi na 282 m n.m. (zahvatna građevina). Tunel (i cijevi dovoda) je u nagibu od 0,2 %, u prvom dijelu, do stac. km 14+150, na kojoj je kota dna cijevi na cca 253,70 m n.m. U drugom dijelu tunel je u nagibu 12 %, do izlaza. Tunel završava na stac. km 16+000 s kotom dna cijevi na cca 32 m n.m.



Slika 4: Varijanta 1 – uzdužni profil Đale-Jadro

Na stac. km 16+000 smještena je izlazna građevina hidrotehničkog tunela, s pristupom, sjeveroistočno od planiranog Uređaja za kondicioniranje pitke vode „Jadro“, na Majdanu. Rasplet cjevovoda na predmetnoj lokaciji obuhvaća priključak na planirani dovod sirove vode iz Jadra u Uređaj i izvedbu ispusnog/preljevog cjevovoda u rijeku Jadro.



Slika 5: Varijanta 1-lokacija uređaja UKPV Jadro na Majdanu i izlazne građevine tunela

Napomena: Hidrotehnički tunel Jadro-Ravne Njive prikazan je na situaciji informativno, kao planirana građevina postojećeg sustava, za koji je izrađen idejni i glavni projekt. Tunel nije nužan za ovo tehničko rješenje.

- Krajnja točka dovodnog sustava - UKPV Jadro

Vodoopskrbni sustav Split-Solin-Kaštela-Trogir opskrbljuje se vodom s izvora rijeke Jadro, koji izvire na koti 32,50 m n.m., na udaljenosti 4 km od centra Solina, i obuhvaća područje Grada Splita, s gravitirajućom Općinom Podstrana, Grada Solina, s dijelom gravitirajuće Općine Klis, Grada Kaštela i Grada Trogira, s gravitirajućom Općinom Seget i Općinom Okrug.

Polazna točka vodoopskrbnog sustava je vodozahvat na samom izvoru rijeke Jadro. Dovod vode prema području opskrbe odvija se gravitacijski kroz Stari Dioklecijanov i Novi splitski kanal.

Prema sadašnjim uvjetima rada sustava, zahvaćena voda na izvoru Jadrta tretira se samo kloriranjem. Međutim, u tijeku su pripreme radnje za izgradnju centralnog uređaja za kondicioniranje pitke vode (UKPV) na lokaciji Majdan, koja je udaljena cca 300 m nizvodno od lokacije vodozahvata na izvoru Jadrta.

Centralni UKPV Jadro predviđen je s tehnologijom pročišćavanja pitke vode membranskom ultrafiltracijom nazivnog kapaciteta 2.000 l/s. Za uređaj je ishodaena lokacijska dozvola u travnju 2021.g.

Imajući u vidu da je zahvat na izvoru rijeke Jadro polazna točka sustava Split-Solin-Kaštela-Trogir te da je uz zahvat planirana izgradnja uređaja za kondicioniranje pitke vode, lokacija Majdan predstavlja logičan izbor krajnje točke tehničkog rješenja alternativnog dovoda vode do područja Splita s horizonta rijeke Cetine.

Mogućnost kondicioniranja vode iz Cetine na UKPV Jadro

Usporedbom fizikalno-kemijskih parametara Cetine i Jadrta, u uvjetima kada kod Jadrta nema povećanja mutnoće, evidentno je da im se količina suspendiranih tvari, ukupno otopljenih tvari i organskih tvari kreće u vrlo sličnim parametrima. Poneke soli, poput mineralnih tvari (magnezij, kalcij, kloridi i sulfati) su malo povećane kod Cetine, a dušikovi spojevi im se kreću u vrlo sličnim parametrima. Prema tome, u uvjetima kada kod Jadrta nema povećanja mutnoće, može se zaključiti da voda iz Cetine i voda iz Jadrta imaju vrlo slične fizikalno-kemijske pokazatelje, te nema velikog odstupanja između izmjerenih parametara.

U uvjetima kada se javlja povećana mutnoća na Jadru, voda Jadrta je u „lošijem“ stanju nego vode iz Cetine, i ima povećanu koncentraciju suspendirane tvari, otopljene tvari i povećano bakterijsko zagađenje, pri čemu treba naglasiti da će UKPV Jadro biti opremljen tehnologijom koja

može ukloniti povećanu koncentraciju suspendirane tvari, otopljene tvari i povećano bakterijsko zagađenje.

Temeljem procjena primjerenih za nivo razrade idejnog rješenja, može se zaključiti da bi planirani UKPV Jadro trebao biti odgovarajućih karakteristika i za kondicioniranje vode iz Cetine, uz napomenu da u ovom trenutku ne znamo koja vrsta membrane će se ugraditi, jer to ovisi o proizvođaču, izvođaču i tenderu, stoga će ovu tematiku trebati detaljnije analizirati prilikom izrade više faze projektne dokumentacije.

2.1.1.3 Hidraulički proračun

- Stacionarno pogonsko stanje

Osnovni hidraulički proračun na modelu od početne točke zahvata do krajnje točke uklapanja, za stacionarno pogonsko stanje s osnovnim dimenzioniranjem građevina, proveden je uz sljedeće ulazne parametre:

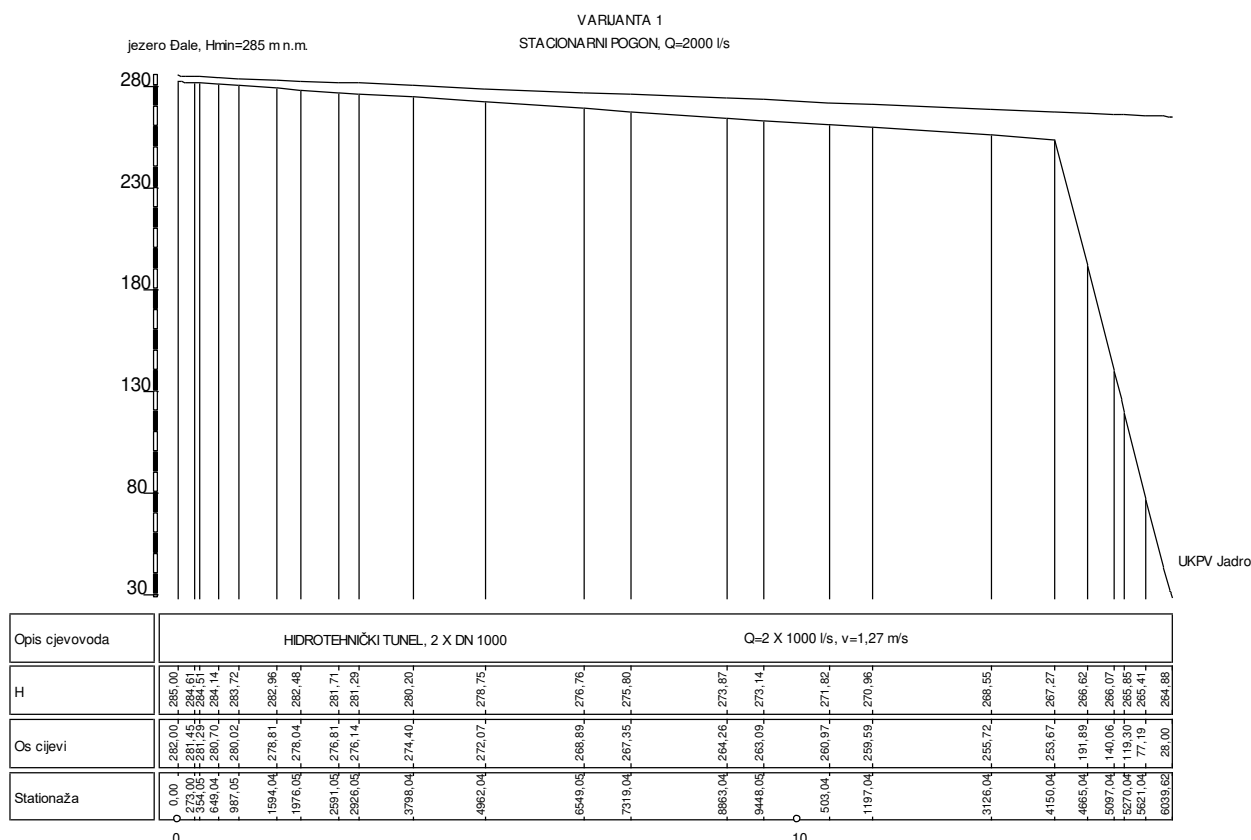
Rubni uvjeti:

- Akumulacija Đale razina vode: $H_{min}=285$ m n.m., $H_{max}=292$ m n.m.
- UKPV Jadro: dotok $Q_{max}=2000$ l/s

Dimenzionirani cjevovodi:

- Dovodni tunel Đale – UKPV Jadro: dva paralelna cjevovoda pojedinačnog unutarnjeg promjera $D_u=1000$ mm (2 X DN1000),
- Modelirana pogonska hrapavost cjevovoda je $k=0.25$ mm.

Prema rezultatima proračuna minimalni dolazni tlak na ulazu u UKPV Jadro je $P_{min}=237$ m v.s. (23,2 bara), dok je maksimalni tlak jednak hidrostatskom $P_{max}=262$ m v.s. (26.2 bara). Brzina vode u cjevovodu je $v=1.27$ m/s.



Slika 6: Varijanta 1 – uzdužni profil Đale-Jadro, hidraulički proračun

- Nestacionarna pogonska stanja

Za potrebe ovog proračuna dovodni cjevovodi od zahvata do uređaja UKPV Jadro modelirani su od čeličnih cijevi. Modelirana debljina stijenki cjevovoda DN1000 je $s=10$ mm.

Izvršeno je numeričko modeliranje¹ glavnih dovodnih cjevovoda od zahvata do uređaja UKPV Jadro za predloženu varijantu 1 te je modelirana prikladna zaštita sustava od tlačnih prekoračenja. U ovom slučaju osnovna zaštita je pravilna manipulacija regulacijskim ventilima na ulazu u UKPV Jadro koji će osigurati postepeno povećanje i smanjenje protoka u dovodu.

U nastavku će se opisati scenarij za nagle promjene protoka u dovodu gdje se javljaju nepovoljne oscilacije tlakova i scenariji prema zadanom zakonu zatvaranja i ulaza u pogon dovodnih cjevovoda.

Zakon zatvaranja i ulaz u pogon dovodnih cjevovoda i uređaja UKPV Jadro

Na dovodnim cjevovodima prije ulaza na uređaj potrebno je ugraditi odgovarajući regulacijski sklop kako bi se regulirao protok, ali i smanjio dolazni tlak ($P_u > 20$ bara) kako bi se izbjegla pojava kavitacije.

Jedno od mogućih rješenja je ugradnja regulacijskog igličastog ventila. Manipulacijom ovih ventila može se prilagođavati protok u dovodu trenutnim potrebama. Svaka nagla promjena protoka može izazvati veliki porast ili opadanje tlaka u cjevovodima. Kako bi se cjevovodi zaštitili od tlačnog prekoračenja manipulacija ventilima treba biti unaprijed definirana. Ovdje će se ispitati najnepovoljnije stanje pogona:

- Zatvaranje dovoda kod punog kapaciteta
- Ulaz u pogon, tj. otvaranje regulacijskih ventila za postizanje punog kapaciteta.

Na *slici 7* prikazan je graf ulaza u pogon i zatvaranje pogona. U modelu je opisan graf promjene protoka u funkciji vremena.

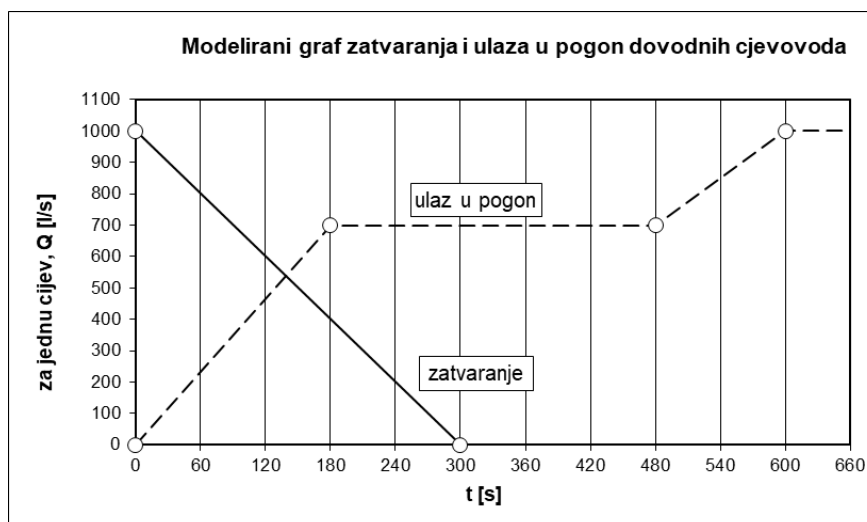
Vrijeme trajanja zatvaranja je $dT=300$ s (5 minuta), a naziv grafa je $Q_{\text{zatvaranje}}(t)$.

Ulaz u pogon radi se postepeno na način da se u početnom vremenu $dT_1=180$ s (3 min.) postigne protok od 700 l/s u pojedinom cjevovodu (ili ukupno 1400 l/s), zatim se održava taj protok idućih $dT_2=300$ s (5 minuta), te u završnoj fazi u trajanju od $dT=120$ s (2 min.) upusti dodatnih 300 l/s po cjevovodu ($Q_{\text{ukupno}}=2000$ l/s). Naziv grafa je $Q_{\text{ulaz}}(t)$.

Opisani linearni zakon promjene protoka kod zatvaranja i otvaranja regulacijskih ventila štiti cjevovode od tlačnih prekoračenja. Opisani zakon daje minimalno trajanje pojedine faze pogona za projektirani protok i modelirane karakteristike dovodnih cjevovoda, a isto vrijeme trajanja otvaranja i zatvaranja može se primijeniti i za manje protoke. Osim ovdje opisanog zakona, mogući su i drugi tipovi za koje se dokaže da uspješno štite cjevovod od tlačnih prekoračenja.

¹ Hidraulička modeliranja su urađena programom *Simpip* (autor prof. dr. Vinko Jović), kojim se može simulirati stacionarne i nestacionarne hidrodinamičke pojave u mrežama cijevi i kanala, uključujući mnoge hidrotehničke objekte, odnosno rubne uvjete. Opis i primjena programa publicirano je u knjizi:

Jović V.: *Analysis and modeling of non-steady flow in pipe and channel networks*, ISBN 978-1-118-53214-0,, Wiley Ltd., United Kingdom, 2013.



Slika 7: Zakon zatvaranja i ulaza u pogon dovodnih cjevovoda na uređaj UKPV Jadro

Otvaranje i zatvaranje dovodnih cjevovoda odnosi se na scenarij u kojem su ti cjevovodi već ispunjeni vodom, a tlak je jednak hidrostatsičkom tlaku, dakle u stanju mirovanja.

U višim fazama projektiranja, kada se konačno odabere vrsta cijevnog materijala, debljine stijenki i kompletni regulacijski sklop, potrebno je ponoviti proračun za nestacionarna stanja.

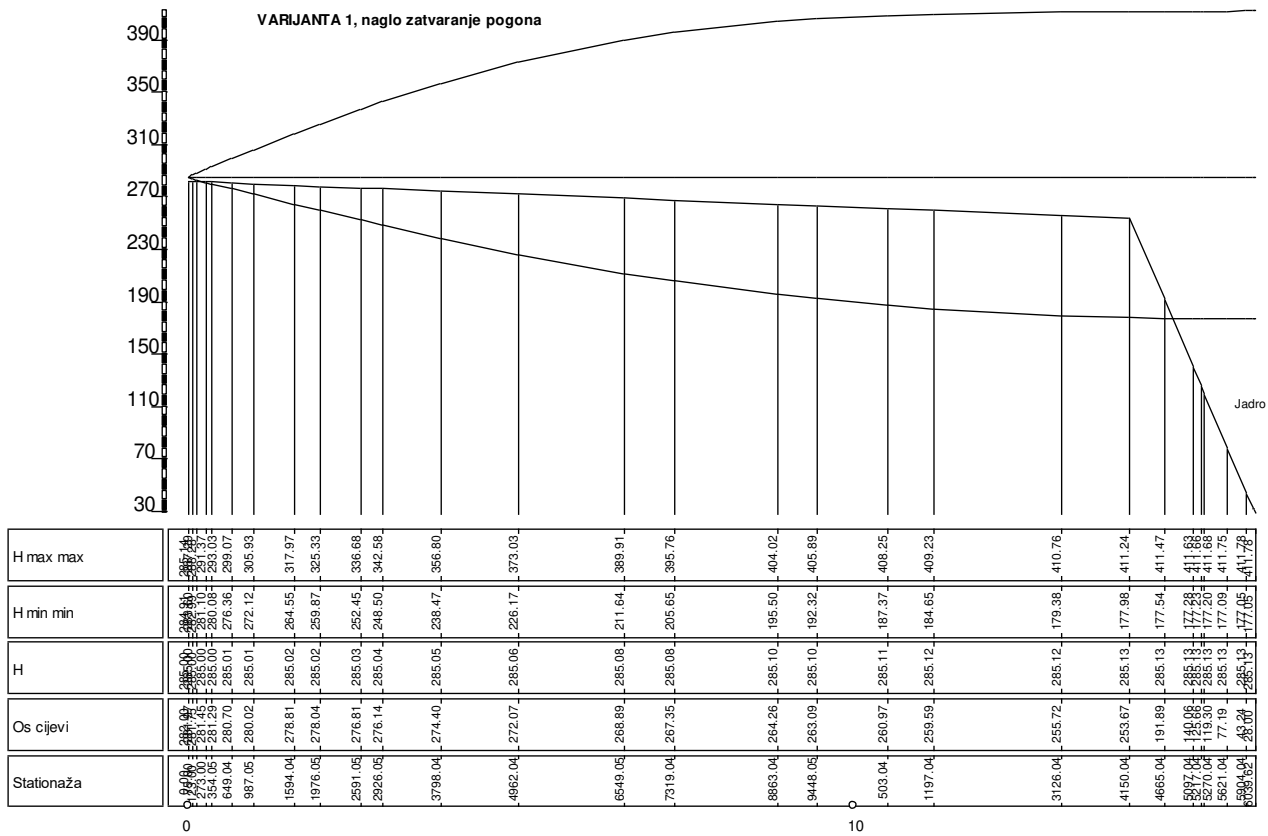
Naglo zatvaranje i ulaz u pogon dovodnih cjevovoda

Za „naglu“ promjenu protoka zadano je vrijeme $dT=10$ sekundi pri ulazu u pogon i zatvaranju kod punog kapaciteta.

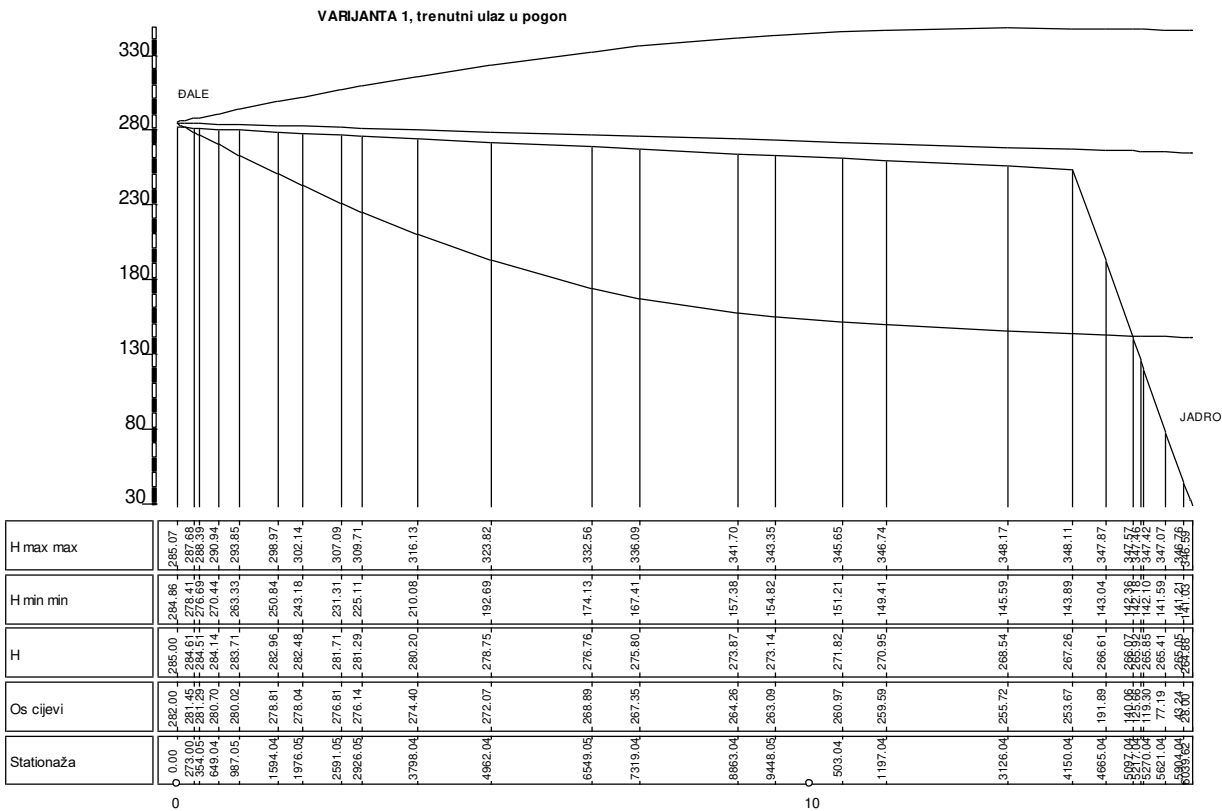
Kao što je i bilo za očekivati, kod oba scenarija dolazi do pojave podtlaka duž čitavog cjevovoda, kao i do značajnog porasta tlaka (lako je podtlak veći od 10 m v.s. matematičko-numerički model ne prekida numerički postupak).

Kako se ova stanja pogona nikako ne smiju dozvoliti, ovdje će se samo prikazati rezultati proračuna na uzdužnim presjecima.

Na uzdužnim presjecima prikazane su anvelope minimalnih i maksimalnih piezometarskih stanja i piezometarska linija uzduž jednog dovodnog cjevovoda, zatečena u vremenu $t=2000$ s, iz čega se vide nedopuštene oscilacije tlaka uslijed nagle promjene protoka.



Slika 8: Varijanta 1 – naglo zatvaranje dovodnih cjevovoda



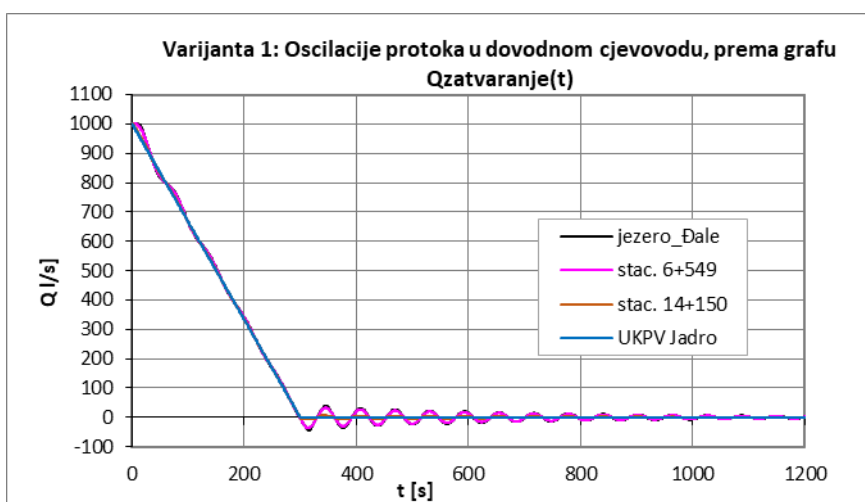
Slika 9: Varijanta 1 – naglo otvaranje (ulaz u pogon) dovodnih cjevovoda

Zatvaranje i ulaz u pogon prema opisanom zakonu

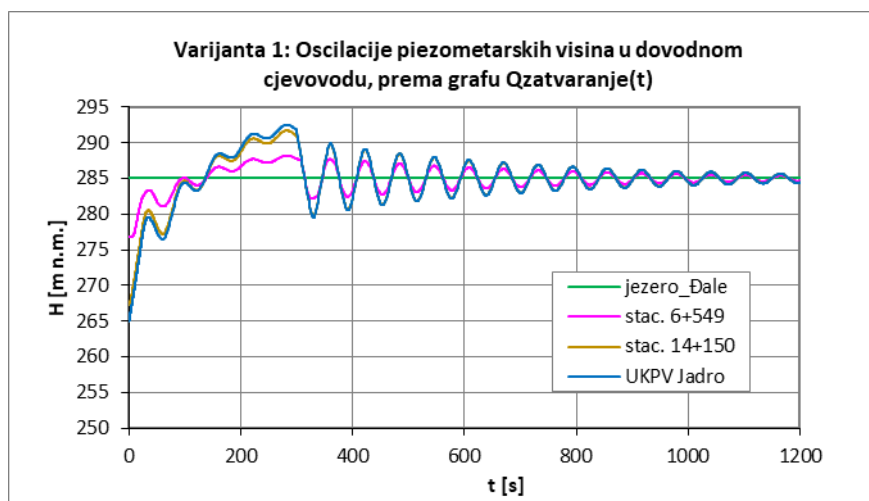
Zatvaranje dovodnih cjevovoda izaziva pozitivni tlačni val zbog pretvorbe kinetičke energije u potencijalnu i stoga se ispituje kod najviše kote na zahvatu.

Zatvaranje uzrokuje u početku slabo opadanje protoka zbog prirasta tlaka. Razmotrit će se scenarij u kojem rade oba dovodna cjevovoda i zatvaranje ventila na uređaju UKPV Jadro po opisanom zakonu zatvaranja ($dt=300$ s).

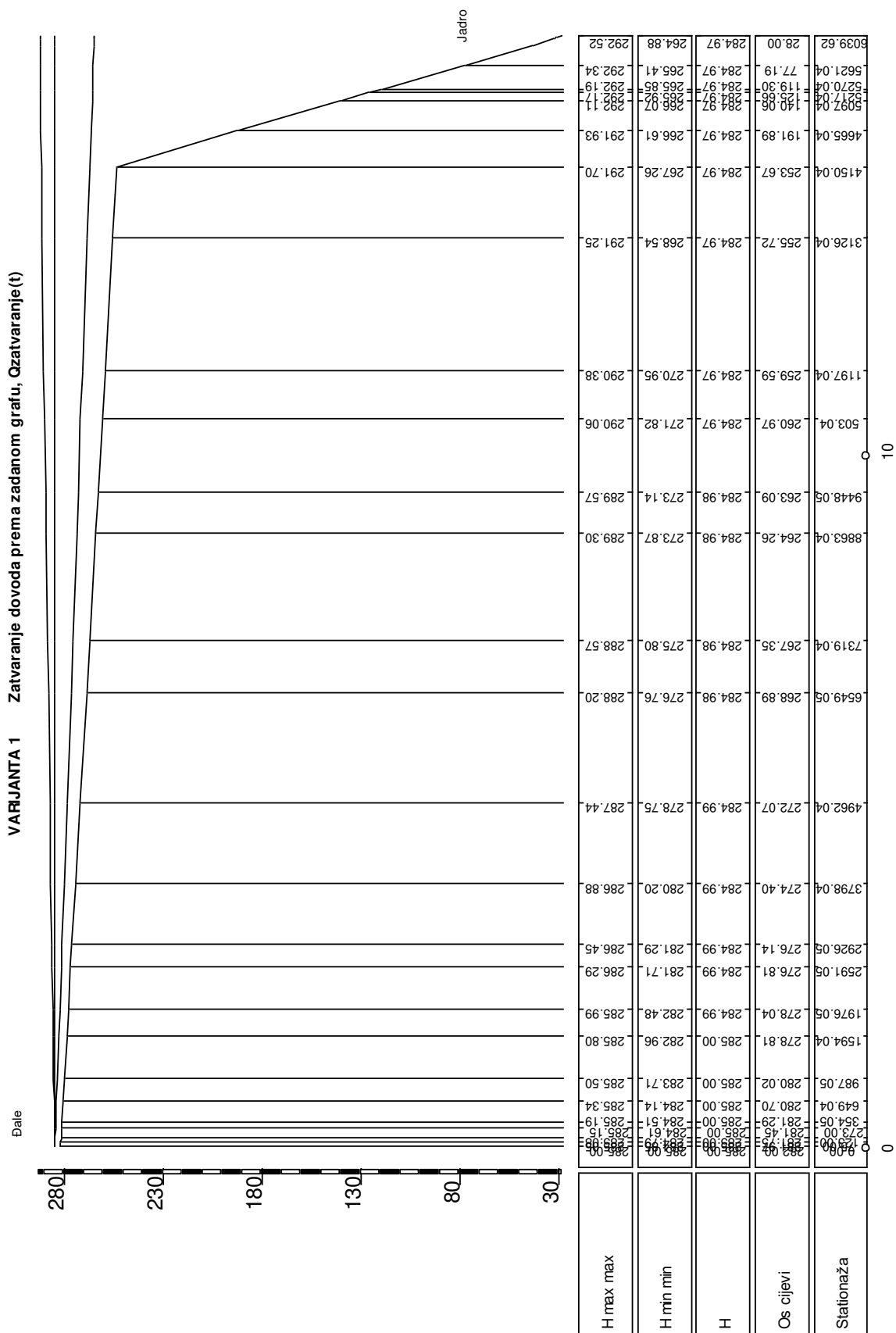
Na **slici 10** prikazana je promjena protoka u jednom cjevovodu na određenim stacionažama: na zahvatu, stacionaže 6+549 m, 14+150 m i na ulazu UKPV Jadro. Na **slici 11** prikazana je promjena piezometarskih visina u jednom cjevovodu na idućim lokacijama: na zahvatu, stacionažama 6+549 m i 14+150 m i na ulazu UKPV Jadro. Vidi se da povećanje tlaka uslijed zatvaranja ventila uzrokuje strujanje prema zahvatu, a koje će se smiriti kroz dvadesetak minuta. Na **slici 12** prikazane su anvelope piezometarskih stanja i piezometarska liniju uzduž dovodnog cjevovoda, zatečena u vremenu $t=2000$ s iz čega se vidi da ovaj zakon zatvaranja ne izaziva podtlak, a porast tlaka je oko 1 bar veći od hidrostatičkog.



Slika 10: Varijanta 1-Promjena protoka kod postepenog zatvaranja dovoda prema zadanom grafu $Q_{zatvaranje}(t)$



Slika 11: Varijanta 1- Promjena piezometarskih visina kod postepenog zatvaranja dovoda prema zadanom grafu $Q_{zatvaranje}(t)$

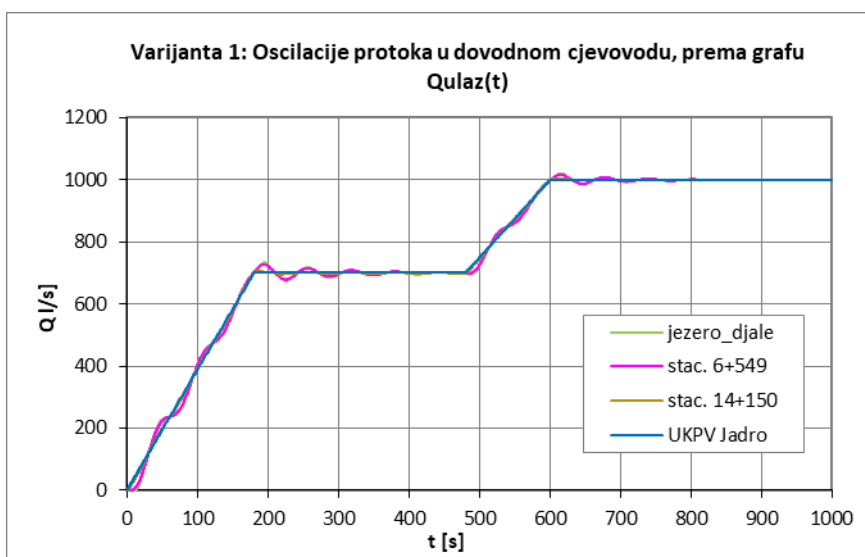


Slika 12: Varijanta 1- Anvelope piezometarskih stanja uslijed zatvaranja cjevovoda prema zadanom grafu
 Zatvaranje (t)

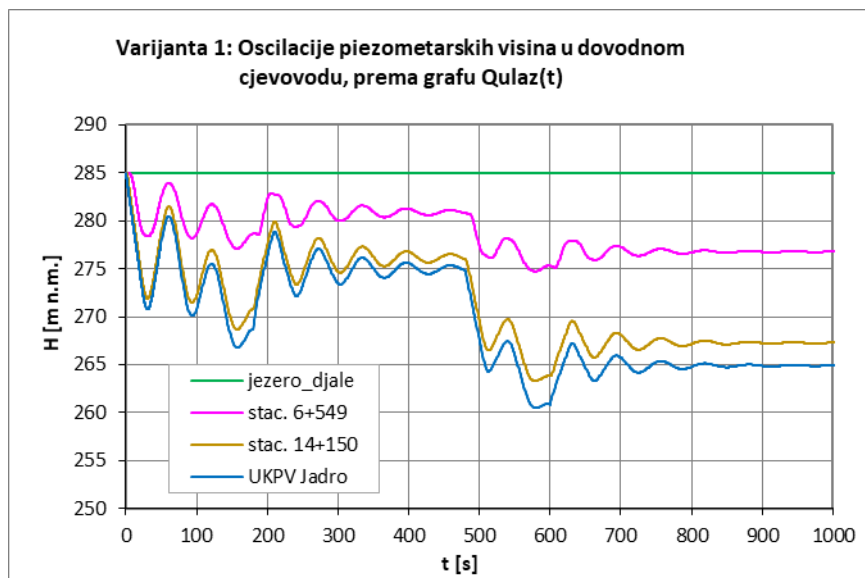
Otvaranje cjevovoda kod **ulaza u pogon** izaziva negativni tlačni val koji se uzvodno širi zbog čega dolazi do niskih piezometarskih stanja. Usvojen je zakon ulaza u pogon prikazan na slici 7.

U rezultatima proračuna prikazane su promjene protoka i piezometarskih visina na karakterističnim stacionažama cjevovoda.

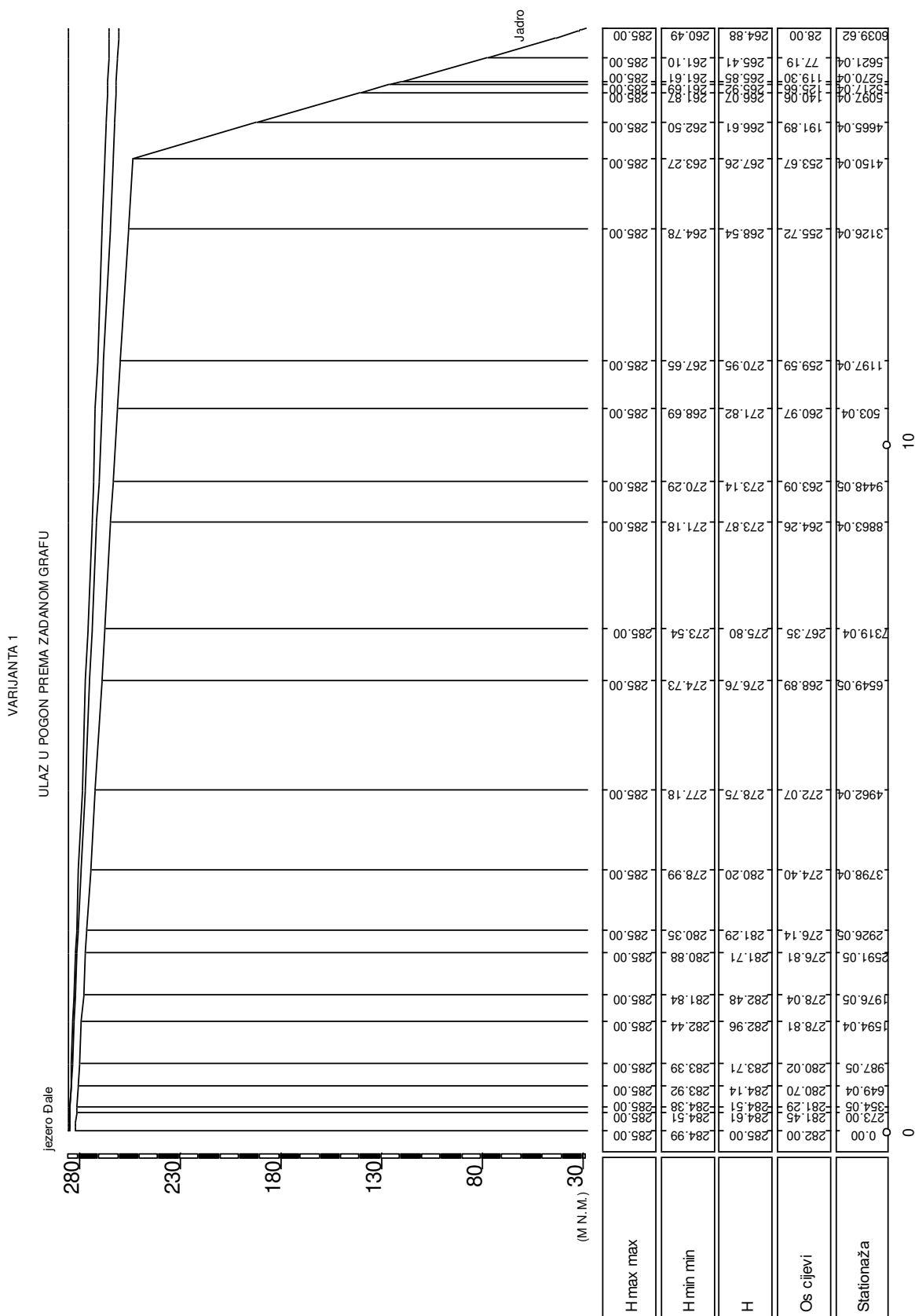
Na slici 15 prikazane su anvelope piezometarskih stanja i piezometarska liniju uzduž dovodnog cjevovoda, zatečena u vremenu $t=2000$ s iz čega se vidi da ovaj zakon zatvaranja ne izaziva podtlak, a porast tlaka nije veći od hidrostatičkog.



Slika 13: Varijanta 1- Promjena protoka kod postepenog otvaranja dovoda prema zadanom grafu $Q_{ulaz}(t)$



Slika 14: Varijanta 1- Promjena piezometarskih visina kod postepenog otvaranje dovoda prema zadanom grafu $Q_{ulaz}(t)$



Slika 15: Varijanta 1- Anvelope piezometarskih stanja uslijed zatvaranja cjevovoda prema zadanom grafu $Q_{ulaz}(t)$

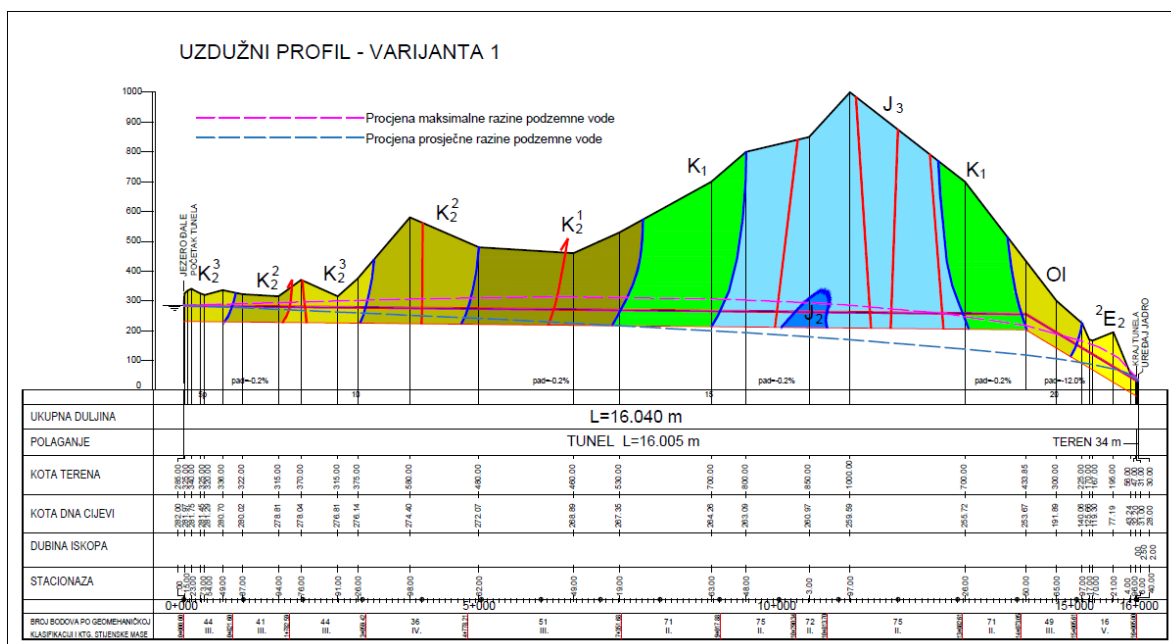
2.1.1.4 Geomehnička klasifikacija tunela

U sljedećim tablicama dat je uzdužni i zbirni pregled klasifikacija stijenske mase po Geomehničkoj klasifikaciji za tunel Varijante 1.

TUNEL VARIJANTE 1					
REDNI BROJ DIONICE	STAC POČETKA	STAC. KRAJA	L (m)	BROJ BODOVA (RMR)	USVOJENA KATEGORIJA STIJSKE MASE
1.	0,00	821,60	821,60	44	III.
2.	821,60	1782,59	960,99	41	III.
3.	1782,59	3059,42	1276,83	44	III.
4.	3059,42	4778,21	1718,79	36	IV.
5.	4778,21	7351,68	2573,47	51	III.
6.	7351,68	9017,88	1666,20	71	II.
7.	9017,88	10290,34	1272,46	75	II.
8.	10290,34	10813,70	523,36	72	II.
9.	10813,70	13082,61	2268,91	75	II.
10.	13082,61	14073,05	990,44	71	II.
11.	14073,05	15005,61	932,56	49	III.
12.	15005,61	16005,00	999,39	16	V.

TUNEL VARIJANTE 1 KATEGORIJE STIJSKE MASE				
II. (m)	III. (m)	IV. (m)	V. (m)	UKUPNO
6721,37	6565,45	1718,79	999,39	16005,00
41,995	41,021	10,739	6,244	100,000

Tablica 2: Varijanta 1 - Pregled klasifikacija stijenske mase po Geomehničkoj klasifikaciji za tunel



Slika 16: Varijanta 1 – Uzdužni profil, klasifikacija stijenske mase po Geomehničkoj klasifikaciji za tunel

Način izvedbe podgrada u skladu s preporukama za iskop i podgrađivanje tunela u stijenskim masama, prema geomehničkoj klasifikaciji (RMR), za stijensku masu u II., III., IV. i V. ktg., dat je u knjizi 2.

2.1.2 Trošak investicije i održavanja

2.1.2.1 Procjena troškova izgradnje

U tablici u nastavku su prikazani investicijski troškovi vodoopskrbnih objekata (vodozahvata, hidrotehničkog tunela, vodovodnih cijevi, te opreme u tunelu). Jedinične cijene su procijenjene na temelju iskustva i trenutnog stanja na tržištu.

Br.	Br.	Opis	DN	Duljina / broj	Jedinična cijena	Procjena investicijskih troškova (HRK)
Varijanta 1: Akumulacija Đale-Jadro						644.532.900
A.1		Izgradnja vodozahvata, tunela i cjevovoda				627.732.900
	A.1.1	Vodozahvat		1 kom	2.500.000 HRK / kom	2.500.000
	A.1.2	Pristupni tunel Đale		70 m'	28.000 HRK/m'	1.960.000
		Hidrotehnički tunel Đale-Jadro (uključeni građevinski radovi bez cijevi; okretišta duljine 8 m na svakih 300 m; i kanal odvodnje u tunelu)				
	A.1.3	Dionica tunela II. stijenska masa		6.721 m'	19.010 HRK/m'	127.773.100
	A.1.4	Dionica tunela III. stijenska masa		6.565 m'	23.964 HRK/m'	157.331.800
	A.1.5	Dionica tunela IV. stijenska masa		1.719 m'	30.180 HRK/m'	51.873.300
	A.1.6	Dionica tunela V. stijenska masa		999 m'	56.857 HRK/m'	56.822.700
	A.1.7	Dvije vodovodne cijevi u tunelu	2x DN 1000	16.000 m'	14.100 HRK/m'	225.600.000
	A.1.8	Ulazna portalna građevina s predusjekom	1 kom	1 kom	2.000.000 HRK / kom	2.000.000
	A.1.9	Izlazna portalna građevina s predusjekom	1 kom	1 kom	1.500.000 HRK / kom	1.500.000
	A.1.10	Dva vodovodna cjevovoda u terenu	2x DN 700	40 m'	9.300 HRK/m'	372.000
A.2		Oprema u tunelu				16.800.000
	A.2.1	Rasvjeta i slično		16.000 m'	1.000 HRK/m'	16.000.000
	A.2.2	Ventilatori		1 kom	800.000 HRK / kom	800.000

Tablica 3: Varijanta 1 – Procjena troškova izgradnje

2.1.2.2 Procjena troškova održavanja

Troškovi održavanja vodoopskrbnih objekata obično se iskazuju u postotku u odnosu na investicijsku vrijednost objekata i instalacija. U sljedećoj tablici su prikazani postoci za pojedine vrste građevina kao i trošak održavanja.

Radovi	% investicijskog troška	Iznos (HRK/god.)
Cjevovodi	0,50%	1.142.360
Građevinski radovi	1,00%	3.992.610
Elektrostrojarski radovi i oprema	3,00%	504.000
Ukupno		5.638.970

Tablica 4: Varijanta 1 – Procjena troškova održavanja

2.2 VARIJANTA 2 – AKUMULACIJA ĐALE-ŽRNOVNICA-JADRO

2.2.1 Tehničko rješenje

2.2.1.1 Osnovni podaci

Zahvatna građevina: Akumulacijsko jezero Đale

Međutočka dovodnog sustava: Žrnovnica (zaseok Dvori)

Završna točka dovodnog sustava: Planirani UKPV Jadro, lokacija Majdan

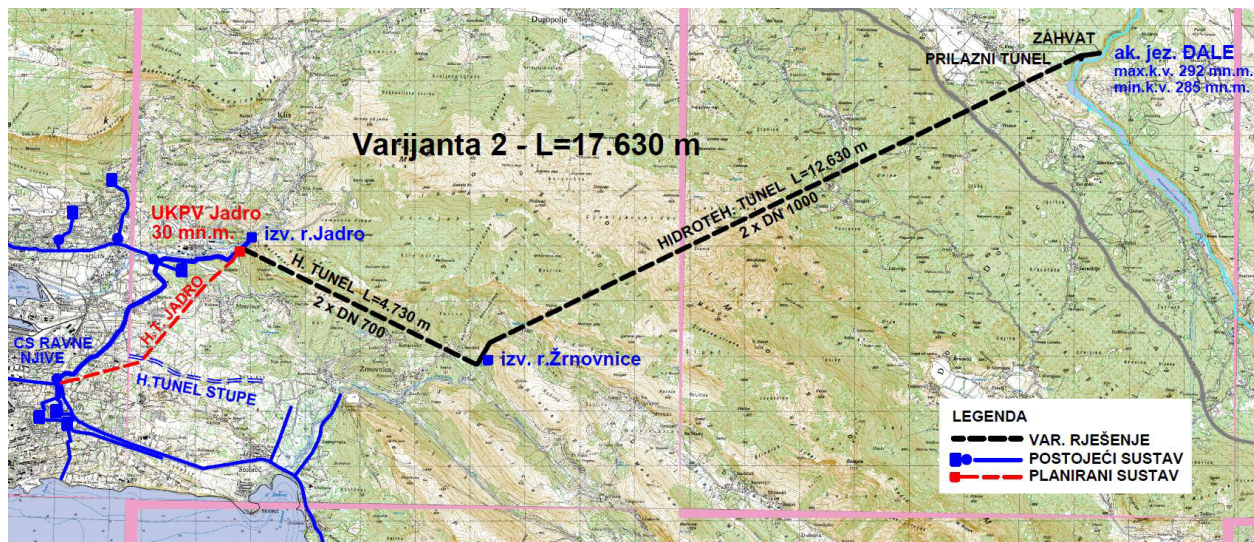
Kapacitet dovoda: 2000 l/s

Načelno uklapanje u postojeći sustav: Dovod vode u početnu točku postojećeg vodoopskrbnog sustava Split-Solin-Kaštela-Trogir

Tehnički podaci: Dovodni sustav Akumulacijsko jezero Đale – Žrnovnica -Jadro je ukupne duljine **17,63 km**, pojedinačnih građevina sukladno tablici u nastavku.

	Građevine	ukupno L [m]	hidroteh. tunel L [m]	teren L [m]	profil cj. DN [mm]	duljina cj. L [m]
Varijanta 2	Zahvat Đale					
	Pristupni tunel Đale		70			
	Hidrotehn. tunel Đale-Žrnovnica		12.630		2x DN 1000	25.260
	cjevovod u terenu			160	2x DN 700	320
	Hidrotehn. tunel Žrnovn.-Jadro		4.730		2x DN 700	9.460
	cjevovod u terenu			40	2x DN 700	80
	UKPV Jadro	Planirani dio postojećeg sustava				
Đale-Žrnovnica-Jadro		17.630	17.430	200		35.120

Tablica 5: Varijanta 2 – građevine dovodnog sustava



Slika 17: Varijanta 2 – situacijski prikaz

Napomena: Hidrotehnički tunel Jadro-Ravne Njive prikazan je na situaciji informativno, kao planirana građevina postojećeg sustava, ali nije nužan za ovo tehničko rješenje.

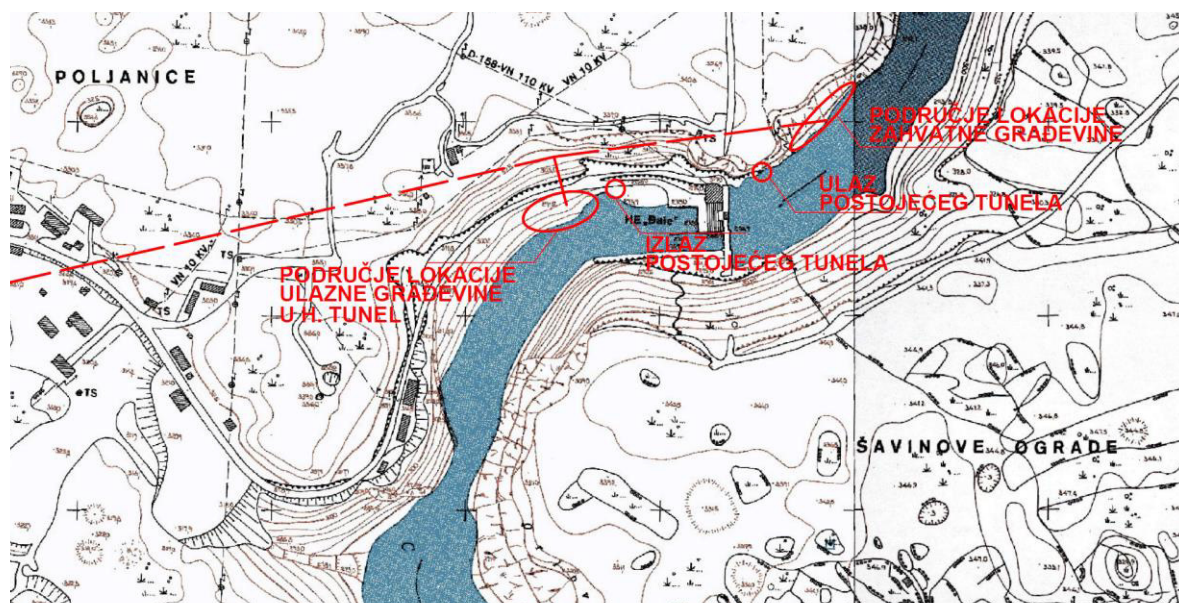
2.2.1.2 Tehnički opis

- Kapacitet dovoda

Elaboratom je usvojena količina od **2000 l/s**.

- Vodozahvat na akumulacijskom jezeru Đale

Zahvatna građevina predviđena je unutar akumulacijskog jezera Đale, kao i u varijanti 1.



Slika 18: Varijanta 2-lokacija zahvatne građevine iz akumulacije Đale i ulazne građevine tunela

- Dovod u hidrotehničkim tunelima

Dovod vode Đale-Žrnovnica-Jadro predviđen je s 2 hidrotehnička tunela: Đale-Žrnovnica i Žrnovnica-Jadro, koji su prohodni za ljude i manja vozila, kojima se može dopremiti potreban vodovodni i drugi materijal na bilo koju poziciju u tunelu, i za vrijeme izgradnje i za vrijeme eksploatacije tunela.

Tuneli imaju ulazne i izlazne građevine (portale), amiranobetonske, s tehničkim rješenjem ventilacije duž tunela. Za mimoilaženje/okretanje vozila tijekom građenja i u eksploataciji, tuneli imaju niše duljine cca 8 (m), na uzdužnom međusobnom razmaku od cca 300 (m).

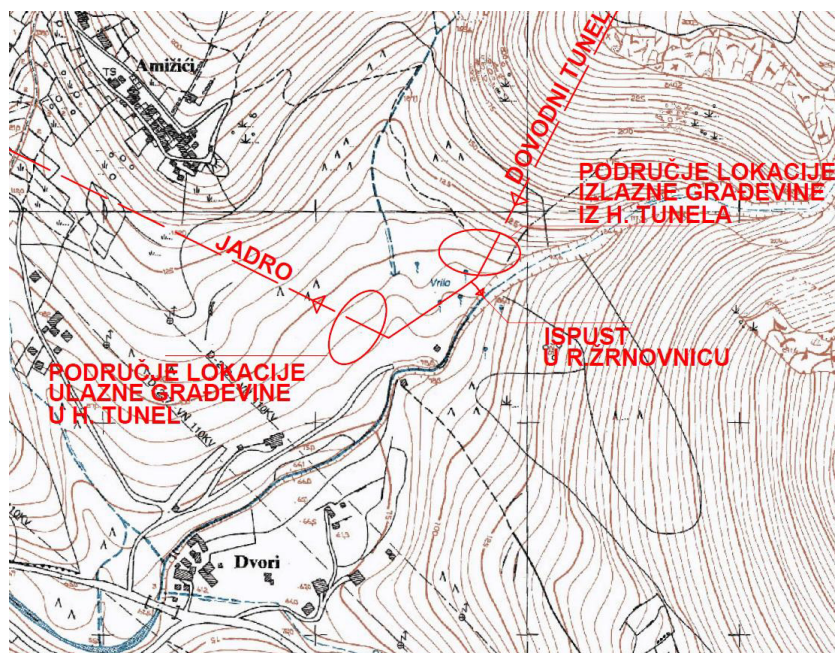
Ulazna građevina hidrotehničkog tunela Đale-Žrnovnica, s pristupnom cestom, i za potrebe gradnje i za pristup tijekom kasnijeg korištenja tunela, predviđena je u području cca 300 m nizvodno od brane, s bočnim priključkom duljine cca 70 m na glavni pravac pružanja tunela. Pristupna cesta predviđena je s priključkom na postojeću pristupnu cestu za HE Đale.

Poprečni presjek tunela predviđen je kao i u varijanti 1.

Za potrebe izrade ovog elaborata položena je okvirna trasa tunela, pri čemu se nije ulazilo u detalje izvedbe tunela (odzračna vertikalna okna i drugi slični tehnički elementi dovodnog tunela).

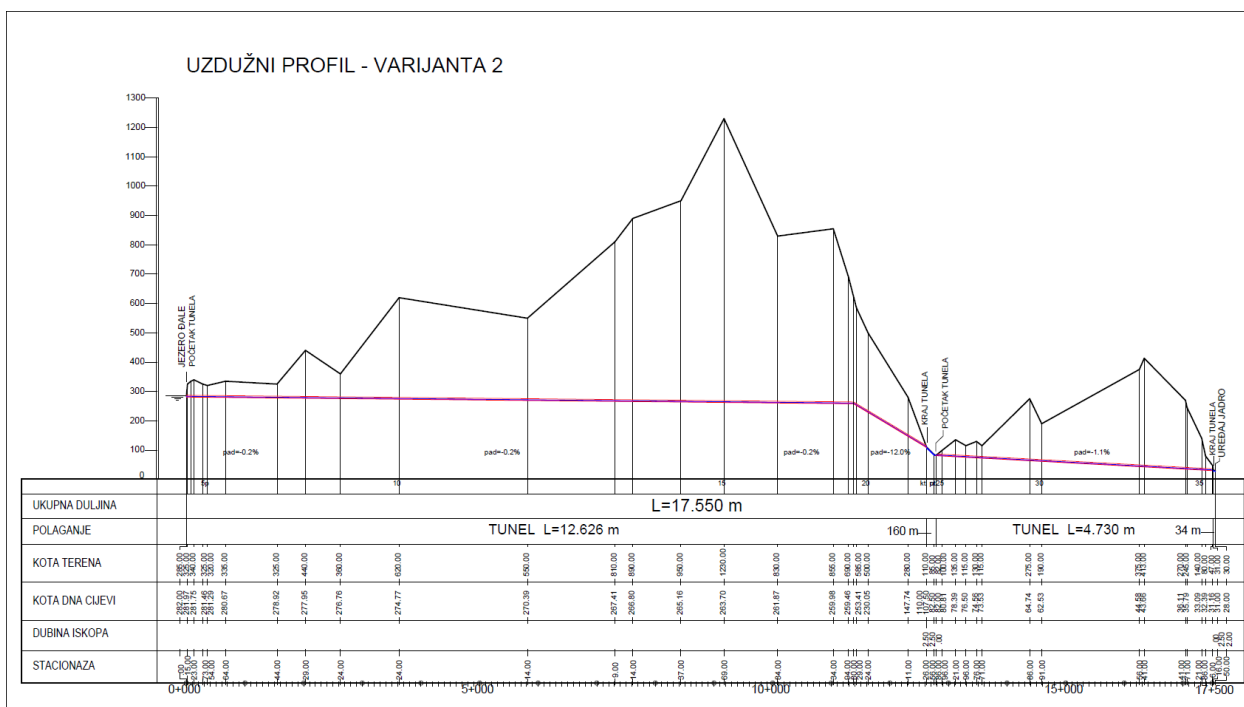
Dovodni tunel Đale-Žrnovnica započinje na stac. km 0+000 s kotom dna cijevi na 282 m n.m. (zahvatna građevina). Tunel (i cijevi dovoda) je u nagibu od 0,2 %, u prvom dijelu, do stac. km 11+380, na kojoj je kota dna cijevi na cca 259,40 m n.m. U drugom dijelu tunel je u nagibu 12 %, do izlaza. Tunel završava na stac. km 12+630 s kotom dna cijevi na cca 107,50 m n.m.

Na području Žrnovnice (zaseok Dvori), u udolini zapadno od lokacije izvora r. Žrnovnice, dovodni cjevovod se vodi terenom do ulazne građevine tunela prema Jadru.



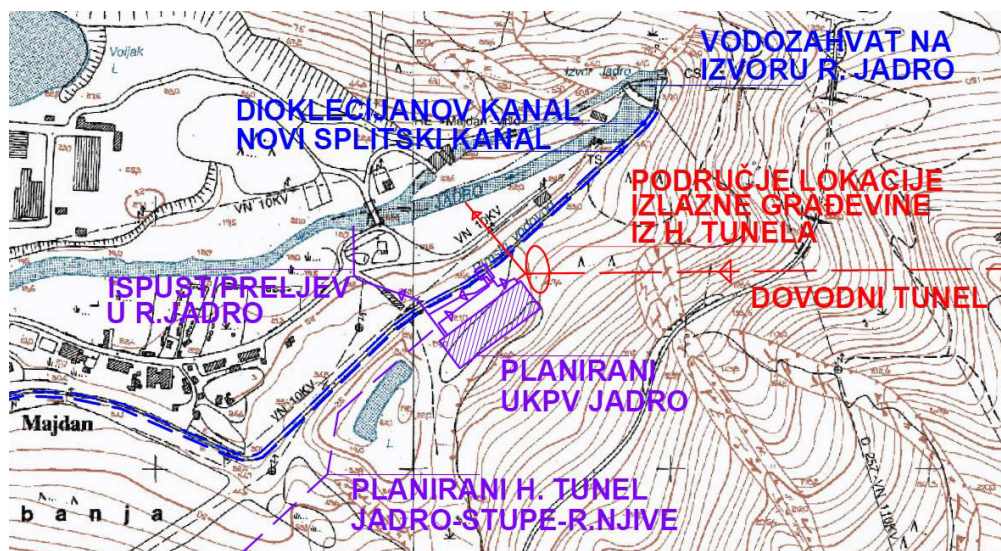
Slika 19: Varijanta 2-lokacija izlaznih/ulaznih građevina tunela na području Žrnovnice

Dovodni tunel Žrnovnica-Jadro započinje na stac. km 12+780 s kotom dna cijevi na 82 m n.m. i završava na stac. km 17+510 s kotom dna cijevi na cca 32 m n.m. Tunel (i cijevi dovoda) je u konstantnom nagibu od 1,1 %.



Slika 20: Varijanta 2 – uzdužni profil Đale-Žrnovnica-Jadro

Na stac. km 17+510 smještena je izlazna građevina hidrotehničkog tunela, s pristupom, sjeveroistočno od planiranog Uređaja za kondicioniranje pitke vode „Jadro“, na Majdanu. Rasplet cjevovoda na predmetnoj lokaciji obuhvaća priključak na planirani dovod sirove vode iz Jadra u Uređaj i izvedbu ispusnog/preljevnog cjevovoda u rijeku Jadro.



Slika 21: Varijanta 2-lokacija uređaja UKPV Jadro na Majdanu i izlazne građevine tunela

Napomena: Hidrotehnički tunel Jadro-Ravne Njive prikazan je na situaciji informativno, kao planirana građevina postojećeg sustava, za koji je izrađen idejni i glavni projekt. Tunel nije nužan za ovo tehničko rješenje.

- Međutočka dovodnog sustava – Žrnovnica (zaseok Dvori)

Izvor rijeke Žrnovnice nalazi se u podnožju Mosora, oko 2 km sjeveroistočno od naselja Žrnovnica. Čine ga tri stalna i šest privremenih izvora koji se nalaze na nadmorskim visinama u rasponu od 78 do 120 mn.m. Izvorišta rijeke Žrnovnice u ljetnjim mjesecima imaju vrlo malu izdašnost, ali u preostalom dijelu godine nisu zanemariva te je tijekom proteklog razdoblja bila prisutna ideja o vodozahvatu na izvorima rijeke Žrnovnice za potrebe područja istočnog Splita, Stobreča i Podstrane, čime bi se iskoristila mogućnost gravitacijske opskrbe područja u većem dijelu godine i ušteda energije za precpljivanje vode iz pravca Jadra. Takvo rješenje zahtijevalo bi izgradnju uređaja za kondicioniranje pitke vode zahvaćene na izvoru Žrnovnice i dovod većeg profila prema Splitu, ali isto nije dalje obrađivano ili preuzeto mjerodavnom planskom dokumentacijom, niti je u međuvremenu izrađena novelacija studije biloškog minimuma za potrebe istog (odnosno tzv. stručni elaborat Definiranje ekološki prihvatljivog protoka (EPP)).

Potrebno je naglasiti da je prethodni opis informativnog karaktera te da ovo idejno rješenje **ne uključuje** razmatranja o eventualnom iskorištenju izvorišta rijeke Žrnovnice. Naime, zadatak projekta „Alternativni dovod“ implicira mogućnost dopreme 2000 l/s tijekom cijele godine na područje Splita. Izvor Žrnovnice ne ispunjava taj uvjet, pa slijedom toga ne može biti smatran dijelom tehničkog rješenja u kontekstu projektnog zadatka.

Ipak, imajući u vidu potencijal izvora Žrnovnice i povoljan položaj te lokacije, kako visinski, tako i u odnosu na pružanje vodoopskrbnog sustava na širem području Splita, lokacija uz izvor Žrnovnice predstavlja logičan izbor međutočke tehničkog rješenja alternativnog dovoda vode do područja Splita s horizonta rijeke Cetine.

Lokacija zapadno od izvora Žrnovnice (područje zaseoka Dvori na padinama Mosora), prostorno je povoljna za izgradnju izlazne i ulazne građevine hidrotehničkih tunela, s pristupnom cestom, za potrebe Varijante 2.

Lokacija je također prostorno povoljna i za eventualnu izgradnju drugih građevina, po potrebi, ovisno o tehničkim rješenjima drugih projektnih zadataka koji bi se mogli nadovezati na ovako postavljeno rješenje alternativnog dovoda, u bližoj ili daljoj budućnosti.

- Krajnja točka dovodnog sustava - UKPV Jadro

Krajnja točka dovodnog sustava predviđena je na lokaciji Majdan, s priključkom na planirani UKPV Jadro, kao i u varijanti 1.

2.2.1.3 Hidraulički proračun

- Stacionarno pogonsko stanje

Osnovni hidraulički proračun na modelu od početne točke zahvata do krajnje točke uklapanja, za stacionarno pogonsko stanje s osnovnim dimenzioniranjem građevina, proveden je uz sljedeće ulazne parametre:

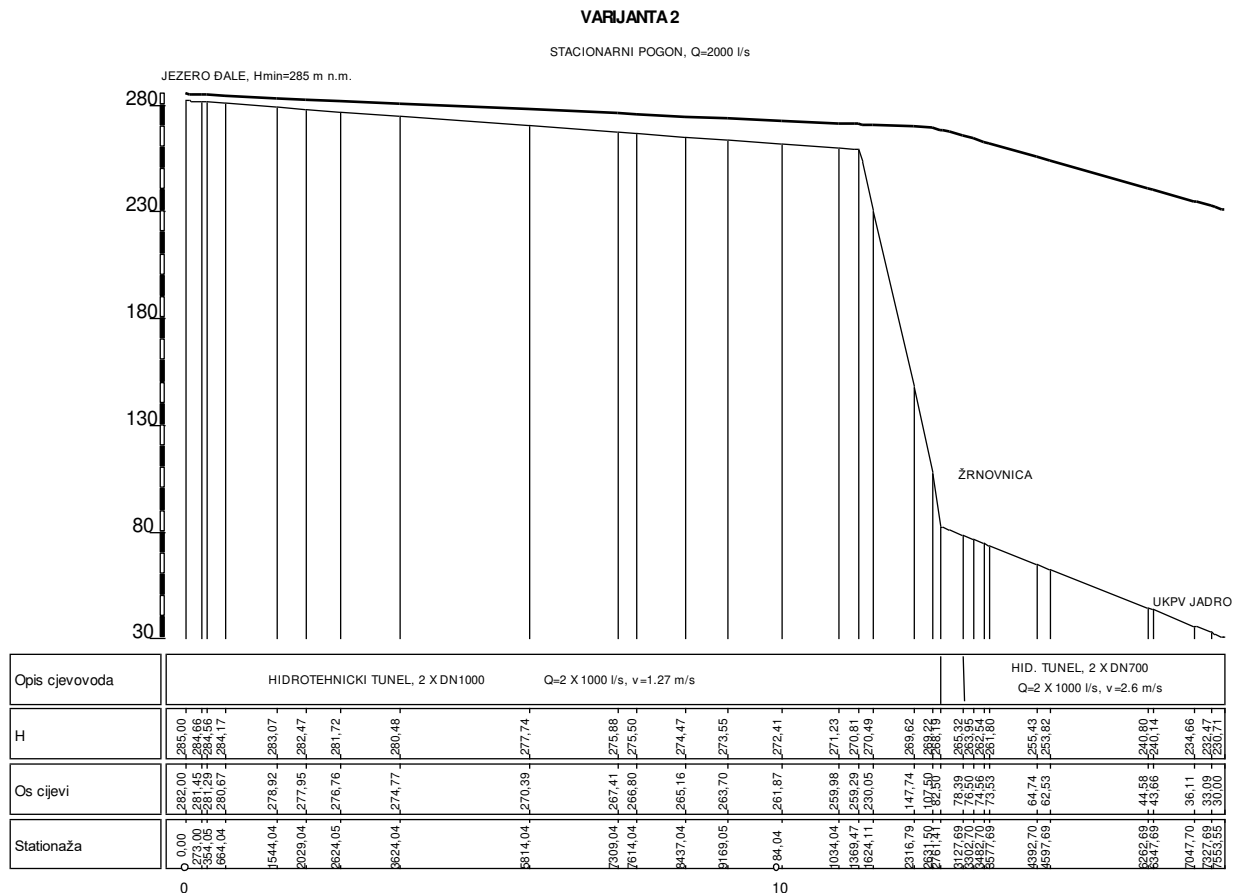
Rubni uvjeti:

- Akumulacija Đale razina vode: $H_{min}=285$ m n.m., $H_{max}=292$ m n.m.
- Žrnovnica: visinska kota donje vode je 85 m n.m.
- UKPV Jadro: dotok $Q_{max}=2000$ l/s

Dimenzionirani cjevovodi:

- dovodni tunel Đale-Žrnovnica: dva paralelna cjevovoda pojedinačnog unutarnjeg promjera $D_u=1000$ mm (2 X DN1000),
- prijelaz između dva tunela na lokaciji izvora Žrnovnica: dva paralelna cjevovoda pojedinačnog unutarnjeg promjera $D_u=700$ mm (2 X DN700),
- dovodni tunel Žrnovnica – uređaj UKPV Jadro: dva paralelna cjevovoda pojedinačnog unutarnjeg promjera $D_u=700$ mm (2 X DN700),
- modelirana pogonska hrapavost cjevovoda je $k=0.25$ mm.

Prema rezultatima proračuna, minimalni dolazni tlak na ulazu u UKPV Jadro je $P_{min}=200.71$ m v.s. (20 bara), dok je maksimalni tlak jednak hidrostatičkom $P_{max}=262$ m v.s. (26.2 bara). Brzina vode u cjevovodu DN1000 je $v=1.27$ m /s, dok je u cjevovodu DN700 brzina $v=2.60$ m /s.



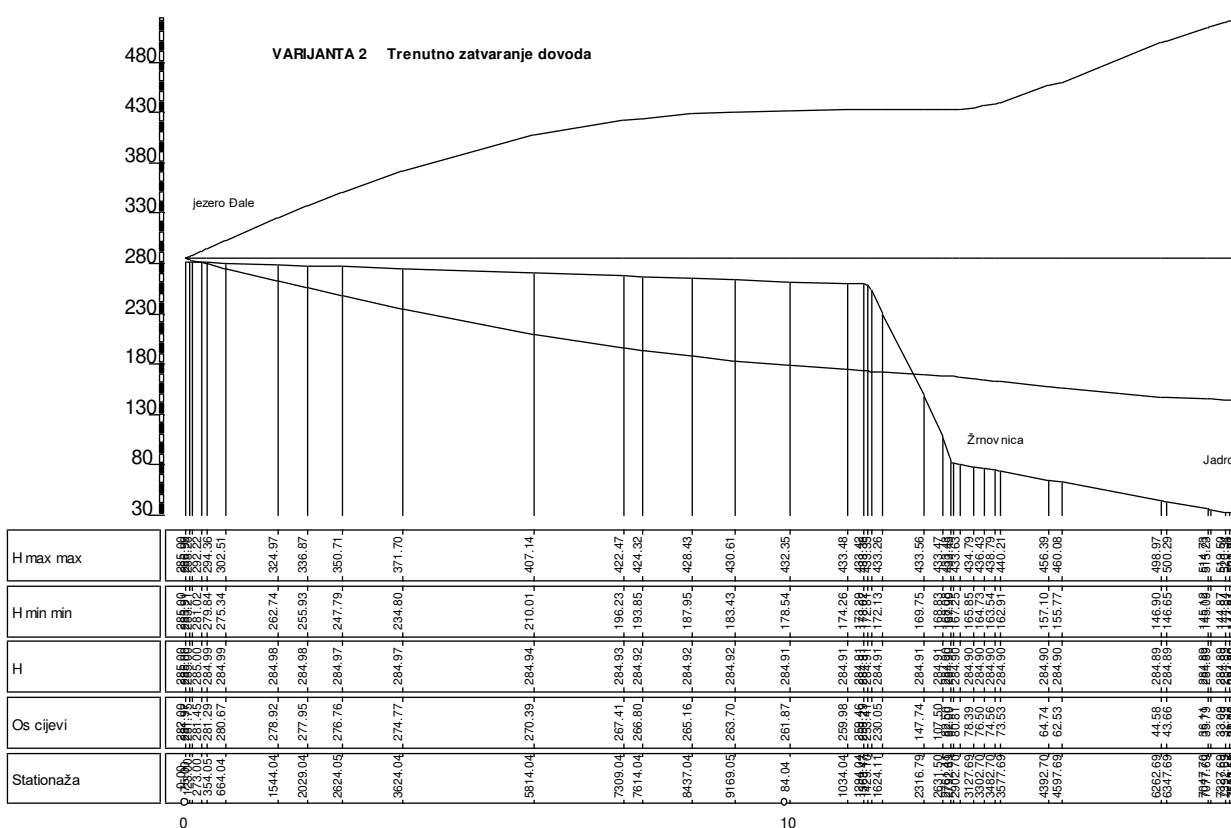
- Nestacionarna pogonska stanja

Za potrebe ovog proračuna dovodni cjevovodi od zahvata do uređaja UKPV Jadro modelirani su od čeličnih cijevi. Modelirana debljina stijenki cjevovoda DN1000 i DN700 je $s=10$ mm.

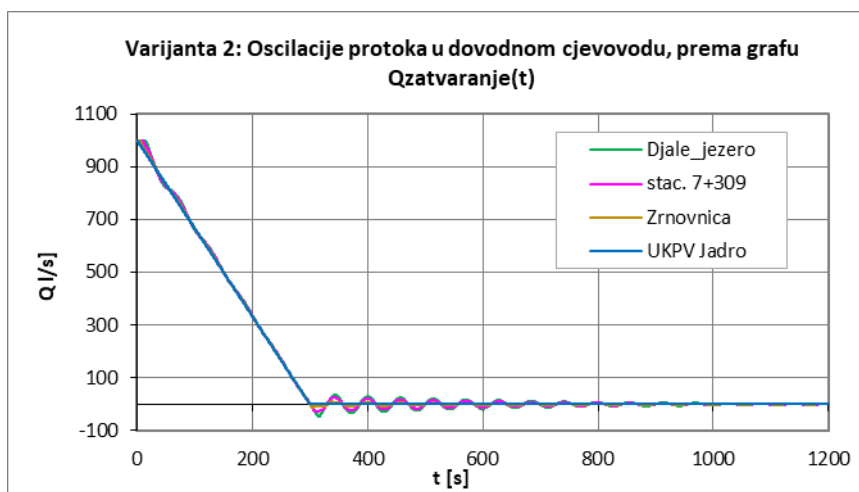
Numeričko modeliranje glavnih dovodnih cjevovoda od zahvata do uređaja UKPV Jadro za predloženu varijantu 2, izvršeno je na istovjetan način kao za Varijantu 1 te su u poglavlju 2.1.1.3. sadržani svi opisi izrade proračuna.

U nastavku se daju prikazi rezultata hidrauličkog proračuna za nestacionarna pogonska stanja za Varijantu 2.

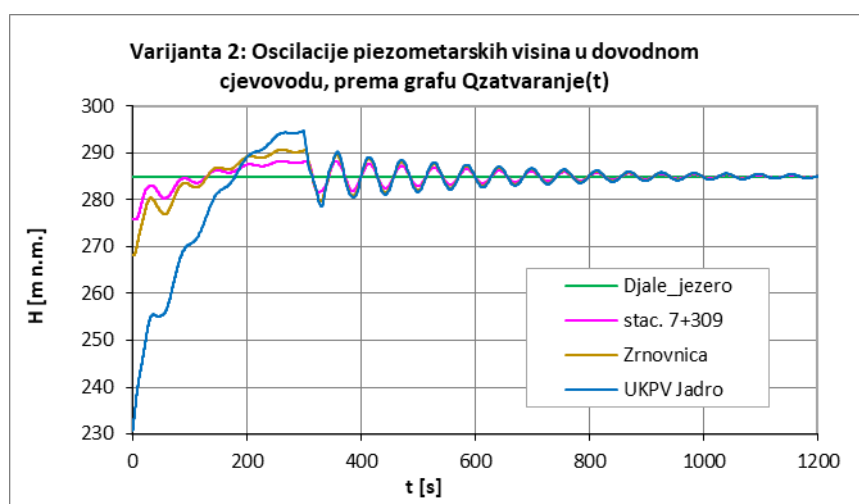
Naglo zatvaranje i ulaz u pogon dovodnih cjevovoda



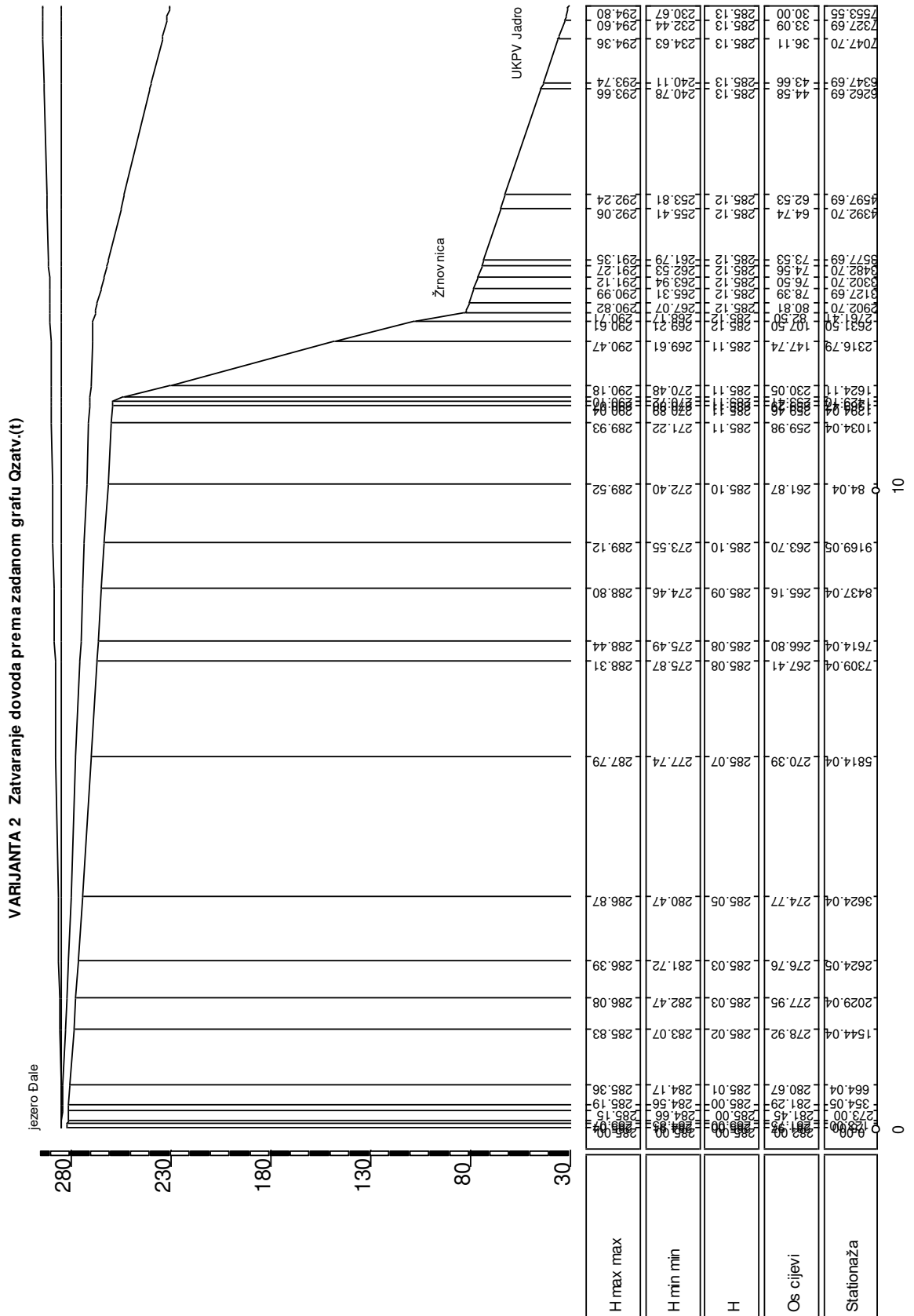
Slika 23: Varijanta 2 – naglo zatvaranje dovodnih cjevovoda



Slika 25: Varijanta 2-Promjena protoka kod postepenog zatvaranja dovoda prema zadanom grafu $Q_{zatvaranje}(t)$



Slika 26: Varijanta 2- Promjena piezometarskih visina kod postepenog zatvaranja dovoda prema zadanom grafu $Q_{zatvaranje}(t)$

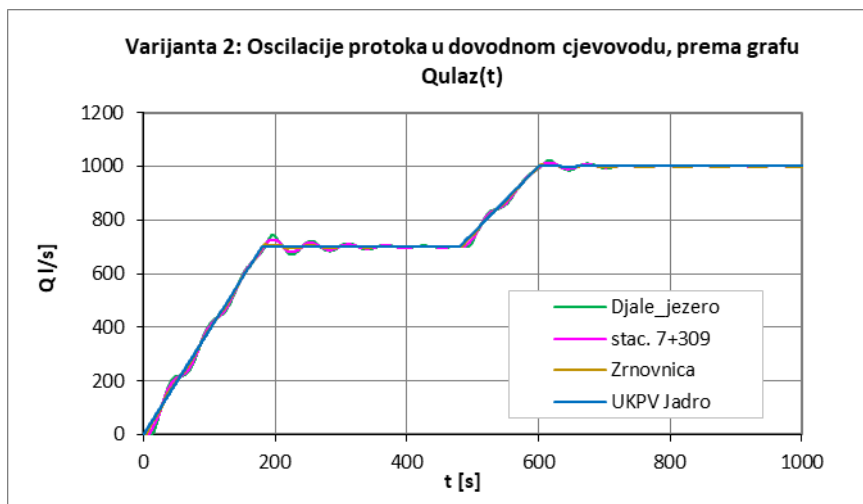


Slika 27: Varijanta 2- Anvelope piezometarskih stanja uslijed zatvaranja cjevovoda prema zadanom grafu Qzatvaranje(t)

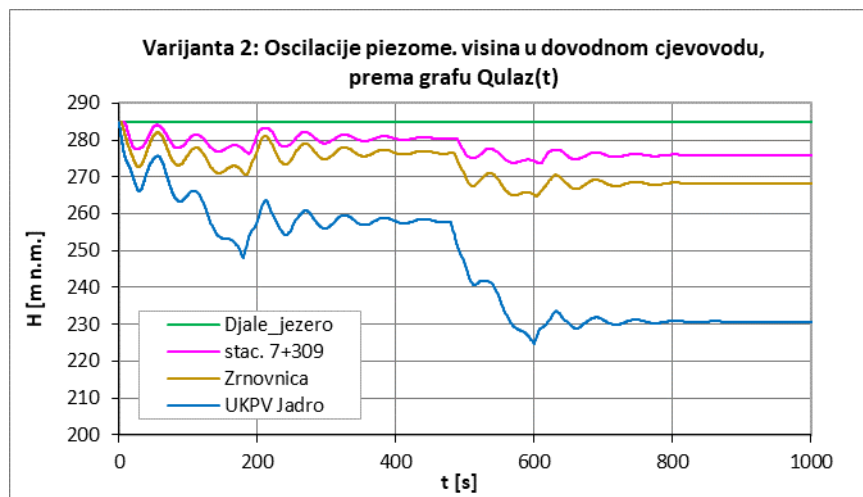
Otvaranje cjevovoda kod **ulaza u pogon** izaziva negativni tlačni val koji se uzvodno širi zbog čega dolazi do niskih piezometarskih stanja. Usvojen je zakon ulaza u pogon prikazan na slici 7.

U rezultatima proračuna prikazane su promjene protoka i piezometarskih visina na karakterističnim stacionažama cjevovoda.

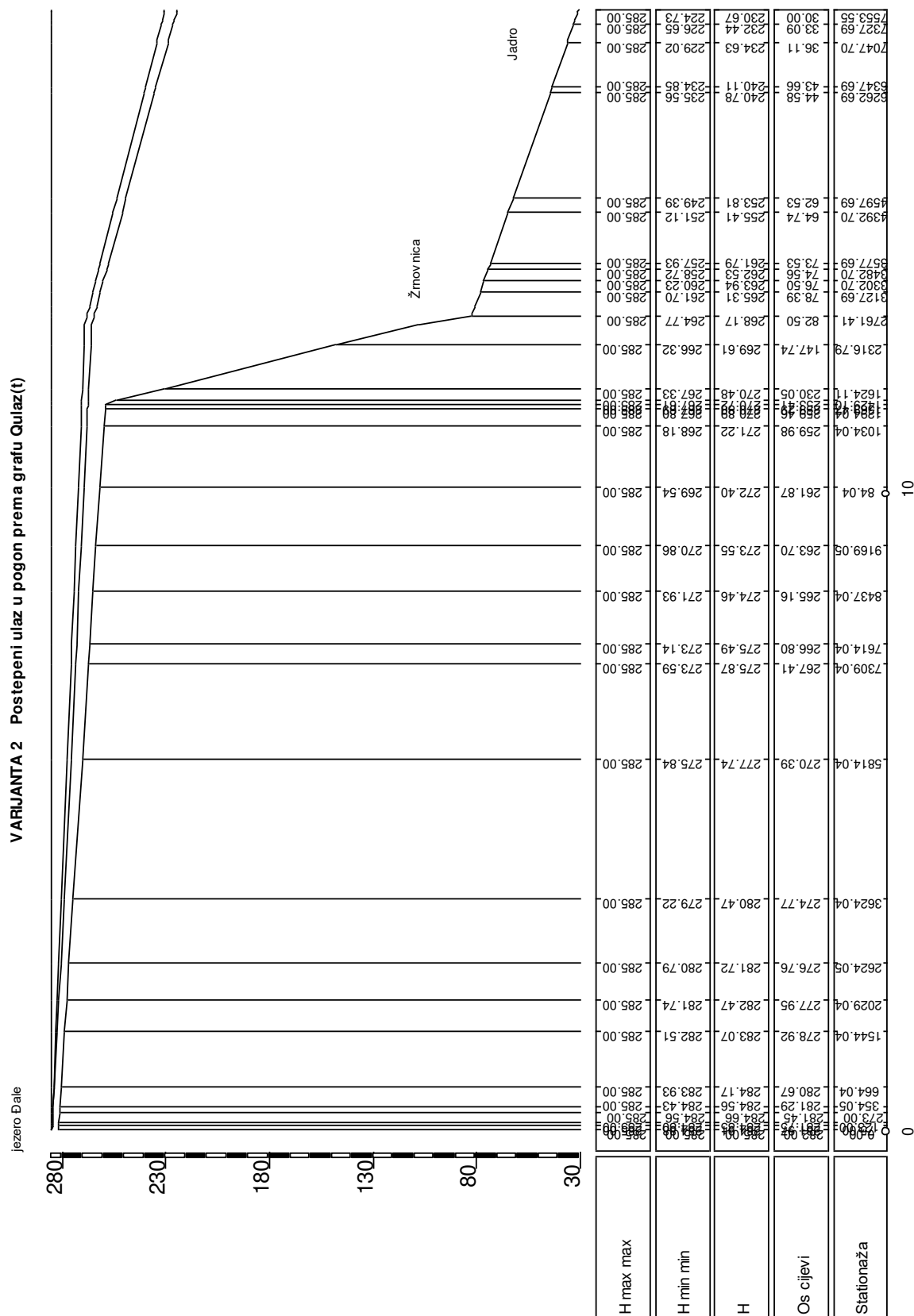
Na slici 30 prikazane su anvelope piezometarskih stanja i piezometarska linija uzduž dovodnog cjevovoda, zatečena u vremenu $t=2000$ s iz čega se vidi da ovaj zakon zatvaranja ne izaziva podtlak, a porast tlaka nije veći od hidrostatičkog.



Slika 28: Varijanta 2- Promjena protoka kod postepenog otvaranja dovoda prema zadanom grafu $Q_{ulaz}(t)$



Slika 29: Varijanta 2- Promjena piezometarskih visina kod postepenog otvaranje dovoda prema zadanom grafu $Q_{ulaz}(t)$



Slika 30: Varijanta 2- Anvelope piezometarskih stanja uslijed zatvaranja cjevovoda prema zadanom grafu $Q_{ulaz}(t)$

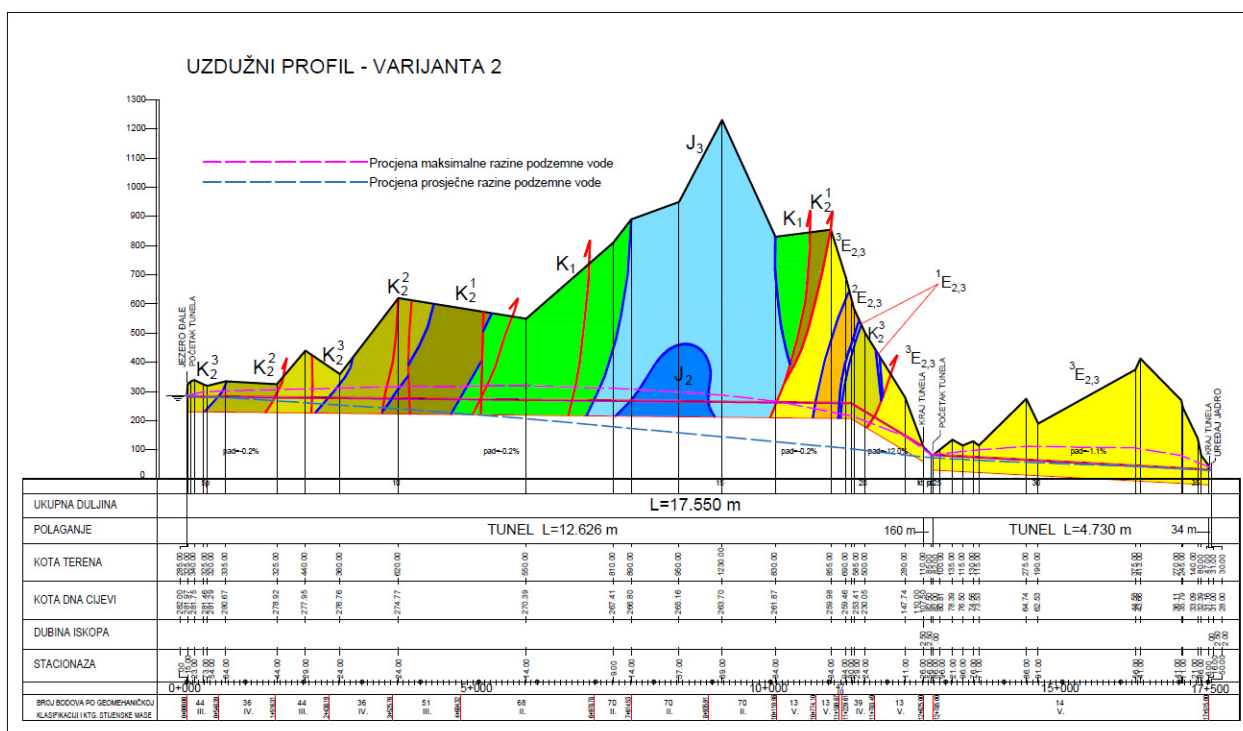
2.2.1.4 Geomehanička klasifikacija tunela

U sljedećim tablicama dat je uzdužni i zbirni pregled klasifikacija stijenske mase po Geomehaničkoj klasifikaciji za tunel Varijante 2.

TUNEL VARIJANTA 2					
REDNI BROJ DIONICE	STAC POČETKA	STAC. KRAJA	L (m)	BROJ BODOVA (RMR)	USVOJENA KATEGORIJA STIJENSKE MASE
1.	0,00	548,39	548,39	44	III.
2.	548,39	1516,31	967,92	36	IV.
3.	1516,31	2438,19	921,88	44	III.
4.	2438,19	3525,76	1087,57	36	IV.
5.	3525,76	4684,32	1158,56	51	III.
6.	4684,32	6978,78	2294,46	68	II.
7.	6978,78	7614,53	635,75	70	II.
8.	7614,53	8935,91	1321,38	70	II.
9.	8935,91	10110,98	1175,07	70	II.
10.	10110,98	10774,10	663,12	13	V.
11.	10774,10	11180,87	406,77	13	V.
12.	11180,87	11229,61	48,74	47	III.
13.	11229,61	11783,49	553,88	39	IV.
14.	11783,49	12625,00	841,51	13	V.
15.	12785,00	17515,00	4730	14	V.

TUNEL VARIJANTA 2 KATEGORIJE STIJENSKE MASE				
II. (m)	III. (m)	IV. (m)	V. (m)	UKUPNO
5426,66	2677,57	2609,37	6641,4	17355,00
31,269	15,428	15,035	38,268	100,000

Tablica 6: Varijanta 2 - Pregled klasifikacija stijenske mase po Geomehaničkoj klasifikaciji za tunel



Slika 31: Varijanta 2 – Uzdužni profil, klasifikacija stijenske mase po Geomehaničkoj klasifikaciji za tunel

Način izvedbe podgrada u skladu s preporukama za iskop i podgrađivanje tunela u stijenskim masama, prema geomehaničkoj klasifikaciji (RMR), za stijensku masu u II., III., IV. i V. klg., dat je u knjizi 2.

2.2.2 Trošak investicije i održavanja

2.2.2.1 Procjena troškova izgradnje

U tablici u nastavku su prikazani investicijski troškovi vodoopskrbnih objekata (vodozahvata, hidrotehničkog tunela, vodovodnih cijevi, te opreme u tunelu). Jedinичne cijene su procijenjene na temelju iskustva i trenutnog stanja na tržištu.

Br.	Br.	Opis	DN	Duljina / broj	Jedinična cijena	Procjena investicijskih troškova (HRK)
Varijanta 2: Akumulacija Đale-Žrnovnica-Jadro						873.783.900
B.1		Izgradnja vodozahvata, tunela i cjevovoda				854.823.900
	B1.1	Vodozahvat		1 kom	2.500.000 HRK / kom	2.500.000
	B1.2	Pristupni tunel Đale		70 m'	28.000 HRK/m'	1.960.000
		Hidrotehnički tunel Đale-Žrnovnica (uključeni građevinski radovi bez cijevi; okretišta duljine 8 m na svakih 300 m; i kanal odvodnje u tunelu)				
	B1.3	Dionica tunela II. stijenska masa		5.427 m'	19.010 HRK/m'	103.160.700
	B1.4	Dionica tunela III. stijenska masa		2.678 m'	23.964 HRK/m'	64.164.200
	B1.5	Dionica tunela IV. stijenska masa		2.609 m'	30.180 HRK/m'	78.751.100
	B1.6	Dionica tunela V. stijenska masa		1.911 m'	56.857 HRK/m'	108.677.300
	B1.7	Dvije vodovodne cijevi u tunelu	2x DN 1000	12.630 m'	14.100 HRK/m'	178.083.000
	B1.8	Ulazna portalna građevina s predusjekom		1 kom	2.000.000 HRK / kom	2.000.000
	B1.9	Izlazna portalna građevina s predusjekom		1 kom	1.500.000 HRK / kom	1.500.000
	B1.10	Cjevovod u terenu	2x DN 700	160 m'	9.300 HRK/m'	1.488.000
		Hidrotehnički tunel Žrnovnica-Jadro (uključeni građevinski radovi bez cijevi; okretišta duljine 8 m na svakih 300 m; i kanal odvodnje u tunelu)				
	B1.11	Dionica tunela II. stijenska masa		m'	19.010 HRK/m'	0
	B1.12	Dionica tunela III. stijenska masa		m'	23.964 HRK/m'	0
	B1.13	Dionica tunela IV. stijenska masa		m'	30.180 HRK/m'	0
	B1.14	Dionica tunela V. stijenska masa		4.730 m'	56.857 HRK/m'	268.935.600
	B1.15	Dvije vodovodne cijevi u tunelu	2x DN 700	4.730 m'	8.400 HRK/m'	39.732.000
	B1.16	Ulazna portalna građevina s predusjekom		1 kom	2.000.000 HRK/m'	2.000.000
	B1.17	Izlazna portalna građevina s predusjekom		1 kom	1.500.000 HRK/m'	1.500.000
	B1.18	Cjevovod u terenu	2x DN 700	40 m'	9.300 HRK/m'	372.000
B.2.		Oprema u tunelu				18.960.000
	B.2.1	Rasvjeta i slično tunel Đale-Žrnovnica		12.630 m'	1.000 HRK/m'	12.630.000
	B.2.2	Ventilatori tunel Đale-Žrnovnica		1 kom	800.000 HRK / kom	800.000
	B.2.3	Rasvjeta i slično tunel Žrnovnica-Jadro		4.730 m'	1.000 HRK/m'	4.730.000
	B.2.4	Ventilatori tunel Žrnovnica-Jadro		1 kom	800.000 HRK / kom	800.000

Tablica 7: Varijanta 2 – Procjena troškova izgradnje

2.2.2.2 Procjena troškova održavanja

Troškovi održavanja vodoopskrbnih objekata obično se iskazuju u postotku u odnosu na investicijsku vrijednost objekata i instalacija. U sljedećoj tablici su prikazani postoci za pojedine vrste građevina kao i trošak održavanja.

Radovi	% investicijskog troška	Iznos (HRK/god.)
Cjevovodi	0,50%	1.098.380
Građevinski radovi	1,00%	6.351.490
Elektrostrojarski radovi i oprema	3,00%	568.800
Ukupno		8.018.670

Tablica 8: Varijanta 2 – Procjena troškova održavanja

2.3 NAČIN UPOTREBE DOVODNOG SUSTAVA

Dovodni sustav, odnosno njegove karakteristike, su definirane u Knjizi 2, gdje je izvršena valorizacija više varijanti hidrotehničkog tunela i odabrana je varijanta A –

Hidrotehnički vodoopskrbni prohodni tunel,

kojeg karakteriziraju sljedeće specifičnosti:

- U hidrotehničkom tunelu planirane su 2 cijevi $\varnothing 1000$ mm, što ukupno daje kapacitet od 2×1000 l/s = 2000 l/s, za potrebe vodoopskrbe.
- Dovodnim cijevima se planira transportirati sirovu vodu iz akumulacije Đale na UKPV Jadro, u I etapi, i dalje u distribucijsku mrežu. U dugoročnom razdoblju, planira se transportirati izvorsku vodu s izvorišta Rude Velike na UKPV Jadro ili direktno u distribucijsku mrežu, ovisno o kakvoći izvorske vode.
- Hidrotehnički tunel će biti prohodan za ljude i manja vozila.

U razdobljima kada nije uključen novi dovod za potrebe vodoopskrbe, hidrotehničkim tunelom se može transportirati sirova voda iz akumulacije Đale i za druge namjene (navodnjavanje i biološki minimum), ali najviše do 2000 l/s.

U razdobljima uključivanja novog dovoda za potrebe vodoopskrbe, istovremeno se može transportirati sirova voda i za druge namjene. Obzirom da je vodoopskrba prioritet, za druge namjene se može koristiti preostala voda (2000 l/s umanjenih za količinu potrebnu za vodoopskrbu).

Vidljivo je da će upravljanje dovodnim sustavom biti veoma složeno i teško, i bit će potrebno često donositi odluke kako će sustav funkcionirati, i za koje potrebe.

To se odnosi najviše za ljetno razdoblje, jer su tada potrebe za vodom za vodoopskrbu, navodnjavanje i biološki minimum najizraženije. Planiranje raspodjele vode za sve namjene, bilo bi na dnevnoj ili tjednoj bazi.

Ako se želi izgraditi dovodni sustav u kojem su planirane količine sirove vode za sve namjene (vodoopskrba, navodnjavanje i biološki minimum), tada je potrebno primijeniti drugačiji dovodni sustav, npr. varijantu B iz Knjige 2 –

Hidrotehnički višenamjenski prohodni tunel

kojeg karakteriziraju sljedeće specifičnosti:

- U hidrotehničkom tunelu planiralo bi se više cijevi: 2 cijevi $\varnothing 1000$ mm za vodoopskrbu i dodatne cijevi za druge namjene, sve ovisno o ukupnim potrebama za sirovom vodom.
- Dovodnim cijevima bi se u I etapi transportirala sirova voda iz akumulacije Đale za vodoopskrbu, navodnjavanje i biološki minimum. U dugoročnom razdoblju, transportirala bi se izvorska voda s izvorišta Rude Velike za vodoopskrbu i sirova voda iz akumulacije Đale za navodnjavanje i biološki minimum.
- Hidrotehnički tunel bi bio prohodan za ljude i manja vozila.

Hydroenergetsko iskorištavanje

U Knjizi 2 provedene su pojednostavljene analize iskorištenja hidroenergetskog potencijala planiranog dovoda sirove vode te je za svaku varijantu pokazano da se izgradnjom male HE na kraju dovodnog tunela ostvaruje manja korist od proizvodnje električne energije u odnosu na gubitak od osiromašenja postojeće proizvodnje (na postojećim HE Đale i HE Zakućac).

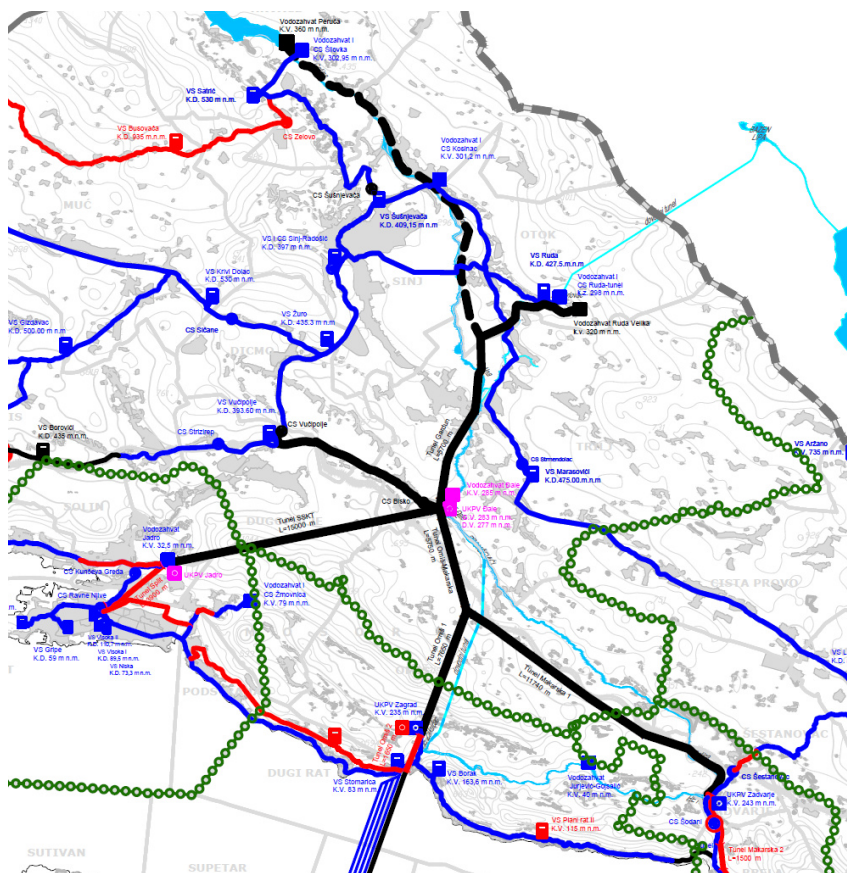
Predlaže se da se analiza hidroenergetskog iskorištavanja još jednom proanalizira u narednoj fazi dokumentacije, a nakon izvršenih potrebnih istražnih radova i izrađenih potrebnih studija (vidi poglavlje 4), koji bi trebali poslužiti da se donesu odgovarajuće odluke o detaljnijem načinu upotrebe dovodnog sustava. U razmatranje ocjene prihvatljivosti izgradnje male HE treba uzeti i parametar da će se određena količina vode svakako preusmjeravati u dovodni sustav, neovisno o izgradnji male HE, čime će se ostvariti osiromašenje postojeće proizvodnje.

3 ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Jedan od ciljeva unaprjeđenja javnog vodoopskrbnog sustava je povećati sigurnost vodoopskrbe i to prioritarno na sustavima koji koriste samo jedan vodozahvat. Takav vodoopskrbni sustav je Split-Solin-Kaštela-Trogir s jednim vodozahvatom na izvorištu rijeke Jadro.

Tijekom godina izrađene su razne studije o vodoopskrbi tih gradova, a jedan od važnijih dokumenata gdje je postavljena dugoročna koncepcija dovoda vode na područje Splita iz alternativnih pravaca je **Vodoopskrbni plan Splitsko-dalmatinske županije, iz 2008.g.**

Vodoopskrbnim planom su, osim predmetnog sustava Split-Solin-Kaštela-Trogir, obuhvaćeni i ostali vodoopskrbni sustavi SDŽ, i to: Sinj, Trilj-Otok-Dicmo, Omiš-Brač-Hvar-Šolta-Vis i Makarsko primorje, gdje je predviđen zajednički dovod izvorske vode s Rude Velike.



Slika 32: Dugoročno rješenje vodoopskrbnog sustava Splitsko-dalmatinske županije (izvadak iz Vodoopskrbnog plana Splitsko-dalmatinske županije, izrada 2008.g.)

Dugoročnu koncepciju vodoopskrbe, prema Vodoopskrbnom planu, karakteriziraju sljedeće specifičnosti:

- Zahvat vode je predviđen na izvoru Rude Velike
- Dovodni sustav izvor Ruda Velika-HE Đale-izvor Jadro je planiran od cjevovoda i hidrotehničkih tunela u ukupnoj duljini od cca 31 km
- U daljnjoj budućnosti moguće je dovodni sustav produljiti do akumulacije Peruća
- Na lokaciji HE Đale moguće je izgraditi zahvat sirove vode

Uključenjem vode s izvora Rude Velike osigurala bi se rezerva vode za potrebe vodoopskrbe sustava Split-Solin-Kaštela-Trogir i osiguralo bi se stalno napajanje izvorskom vodom regionalnih sustava Omiš-Brač-Hvar-Šolta-Vis i regionalnog sustava Makarskog primorja, koji danas uzimaju sirovu vodu iz zasunske komore HE Zakućac i kompenzacijske komore HE Kraljevac.

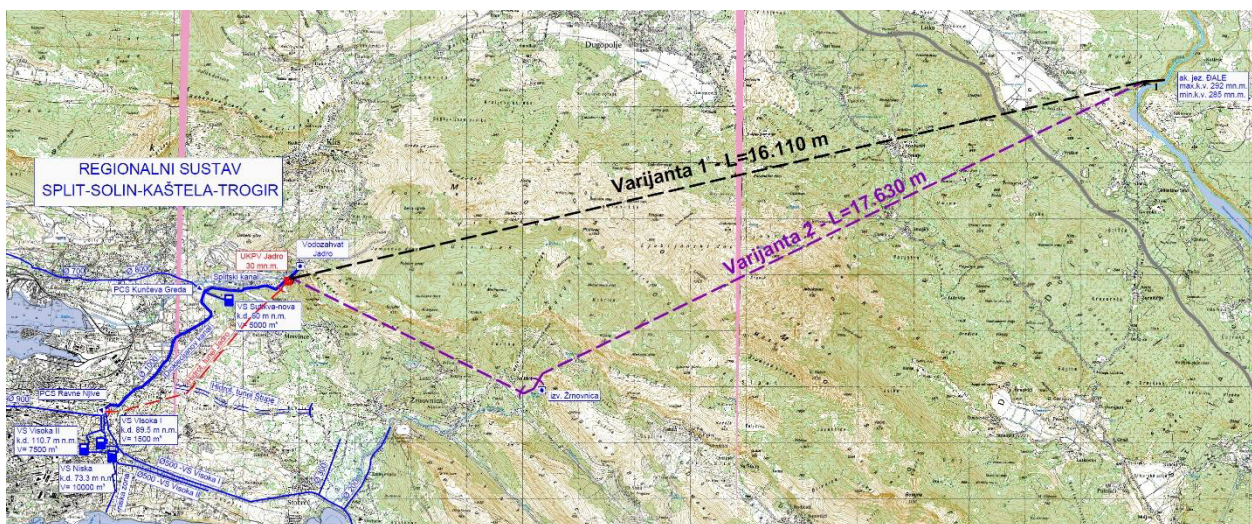
S obzirom da realizacija dugoročne koncepcije s Rude Velike iziskuje velika financijska sredstva moguće je sustav etapno graditi, pri čemu bi smjer prema području Splita, Solina, Kaštela i Trogira bio I etapa.

Temeljem projektnog zadatka, koji se poziva na Vodoopskrbni plan, ovim idejnim rješenjem izrađen je elaborat **Analize varijantnih rješenja za dovod vode na područje Splita iz alternativnih pravaca**, s početnim točkama unutar poteza akumulacijsko jezero Đale-HE Zakučac i krajnjim točkama unutar poteza izvor r.Jadro-ušće r.Žrnovnice, s polaznim uvjetima da se alternativnim dovodom trebaju dopremiti ukupne potrebne količine predmetnog sustava, i da se alternativni dovod treba uklopiti u tehničko rješenje postojećeg sustava.

Elaboratom je obrađeno deset (10) varijantnih rješenja, alternativnog dovoda do Splita, s početnim točkama (mogućim vodozahvatima) u akumulacijskom jezeru HE Đale, akumulacijskom jezeru HE Prančevići i dovodnom sustavu HE Zakučac, na lokaciji u zaseoku Gata. Kao krajnje točke su odabrane lokacije u blizini izvora Jadro (UKPV Jadro) i izvora Žrnovnice (Dvori), koji je ujedno odabran i kao međutočka. Temeljem procjena primjerenih za nivo razrade idejnog rješenja, utvrđena je mogućnost kondicioniranja vode Cetine na planiranom UKPV Jadro.

Temeljem izvršene valorizacije varijantnih rješenja metodom višekriterijalne analize, izdvojena su dva prijedloga rješenja dovoda vode na područje Splita:

- **Varijanta 1-akumulacija Đale-Jadro**, kao optimalna;
Varijanta 1 je predložena zbog najnižih troškova izgradnje, pogona i održavanja, kao i radi početne točke sustava na lokaciji Đale, koja je najbliža dugoročnim uzvodnim vodozahvatima na Velikoj Rudi i Perući, te najpovoljnijem načinu uklapanja u postojeći sustav, dovođenjem vode u početnu točku postojećeg sustava, na lokaciju u blizini izvora rijeke Jadro; i
- **Varijanta 2-akumulacija Đale-Žrnovnica-Jadro**, kao drugorangirana;
Varijanta 2 ima puno veće troškove izgradnje, pogona i održavanja od varijante 1. Ipak, predložena je jer ona također ima istu povoljnu početnu i krajnju točku sustava, ali i ukupno dvije prihvatne točke dovoda, na lokacijama u blizini izvora rijeka Žrnovnice i Jadro, što dugoročno nudi više mogućnosti razvoja dovodnog sustava prema području opskrbe.



Slika 33: Varijantna rješenja alternativnog dovoda na područje Splita

Planiranje daljnjeg razvoja vodoopskrbnog sustava treba temeljiti na postizanju ravnoteže između:

- Korištenja resursa za poboljšanje životnih prilika i poticanja gospodarskog razvoja i
- Zaštite resursa i održanja njihovih prirodnih funkcija i značajki.

Uslijed klimatskih promjena, koje uzrokuju hidrološki nepovoljna razdoblja, poput produljenih suša, izazovno je planirati razvitak vodnog gospodarstva, a da bi sva očekivanja i potrebe svih sudionika bile zadovoljene. Stoga, je potrebno napraviti što više istražnih radova i analiza da se utvrdi ekološko stanje/potencijal vodotoka i protok za održavanje ekološke ravnoteže u vodotoku, a sve s ciljem osiguranja životnih uvjeta za organizme i očuvanja biološke raznolikosti u rijekama.

Slijedom opisanog dugoročnog prijedloga rješenja u Vodoopskrbnom planu i izvršenih obrada u ovom idejnom rješenju, u nastavku se daje prijedlog daljnjih aktivnosti.

Prije svega potrebno je **izvršiti istražne radove** koji su nužni za utvrđivanje početnih uvjeta za bilo koje daljnje aktivnosti planiranja razvoja sustava i donošenje odluka u tom smislu, a to je novelacija studija/utvrđivanje biološkog minimuma ili tzv. definiranje ekološki prihvatljivog protoka za rijeke Rudu, Jadro i Žrnovnicu. Potom slijedi izrada stručne studije analize miješanja vode iz 2 različita sliva, odnosno analiza utjecaja ispuštanja vode iz rijeke Cetine u rijeke Jadro i Žrnovnicu.

Nakon toga predlaže se **izraditi Idejno rješenje dovoda vode na područje Splita, Omiša i Makarske** - razrada varijante A iz Vodoopskrbnog plana Splitsko-dalmatinske županije, koja predstavlja dugoročnu koncepciju vodoopskrbe Splitsko-dalmatinske županije, uz korištenje ovog idejnog rješenja dovoda prema području Splita sa zahvatom na srednjem horizontu rijeke Cetine, kao I etapu prema konačnom rješenju. Elaboratom treba obuhvatiti razradu varijantnih rješenja dovoda s Rude, i nastavno s Peruće, s valorizacijom istih i prijedlogom jednog ili više prihvatljivih rješenja.

Slijede **izrada predstudije/studije izvodljivosti** za predložena varijantna rješenja dugoročne koncepcije vodoopskrbe Splitsko-dalmatinske županije i **izrada Studije utjecaja na okoliš (SUO)**, koja bi obuhvatila, definirala i prepoznala utjecaje zahvata na promatrani prostor, te u skladu s analizom utjecaja donijela mjere zaštite i program praćenja stanja okoliša za definirani zahvat u prostoru.

Za kraj se predlaže izvršenje radova na implementiranju predloženih rješenja u prostorno-planskoj dokumentaciji.

4 PLAN DALJNJIH AKTIVNOSTI

		PLAN AKTIVNOSTI																				CIJENA [EUR]		
GODINA		2023				2024				2025				2026				2027						
TROMJESEČJE		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
Vrsta radova																								
1	Pripremni/istražni radovi																					470.000		
1.1	Izrada stručne studije Definiranje ekološki prihvatljivog protoka (EPP) na rijeci Jadro Analizirati niz postojećih podataka (kakvoća vode, hidrološka mjerenja, biološko-ekološka istraživanja vodenih ekosustava i sl.), te provesti dodatna istraživanja kakvoće vode Jadrta čime će se moći utvrditi ekološko stanje/potencijal vodnih tijela (temeljem bioloških i osnovnih fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata, koji prate biološke elemente te hidromorfološke elemente kakvoće), količinsko stanje izvorišta; sve da bi se mogao definirati ekološki prihvatljiv protok za rijeku Jadro.																							130.000
1.2	Izrada stručne studije Definiranje ekološki prihvatljivog protoka (EPP) na rijeci Žrnovnici Analizirati niz postojećih podataka (kakvoća vode, hidrološka mjerenja, biološko-ekološka istraživanja vodenih ekosustava i sl.), te provesti dodatna istraživanja kakvoće vode Žrnovnice čime će se moći utvrditi ekološko stanje/potencijal vodnih tijela (temeljem bioloških i osnovnih fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata, koji prate biološke elemente te hidromorfološke elemente kakvoće), količinsko stanje izvorišta; sve da bi se mogao definirati ekološki prihvatljiv protok za rijeku Žrnovnicu.																							130.000
1.3	Izrada stručne studije Definiranje ekološki prihvatljivog protoka (EPP) na rijeci Rudi Analizirati niz postojećih podataka (kakvoća vode, hidrološka mjerenja, biološko-ekološka istraživanja vodenih ekosustava i sl.), te provesti dodatna istraživanja kakvoće vode Rude čime će se moći utvrditi ekološko stanje/potencijal vodnih tijela (temeljem bioloških i osnovnih fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata, koji prate biološke elemente te hidromorfološke elemente kakvoće), količinsko stanje izvorišta; sve da bi se mogao definirati ekološki prihvatljiv protok za rijeku Rudu.																							130.000
1.4	Izrada stručne studije Elaborat analize mješanja vode iz 2 različita sliva po pitanju hidromorfoloških, fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava vode Potrebno je izraditi analizu utjecaja ispuštanja zahvaćenih voda rijeke Cetine na stanje vodnih tijela Jadrta i Žrnovnice, Analizirati niz postojećih podataka iz monitoringa i iz važećeg Plana upravljanja vodnim područjem, te provesti dodatna istraživanja kako efekt mješanja dvaju vodnih tijela utječe na fizičke, kemijske, ekološke i biološke čimbenike vodnih tijela Jadrta i Žrnovnice.																							80.000

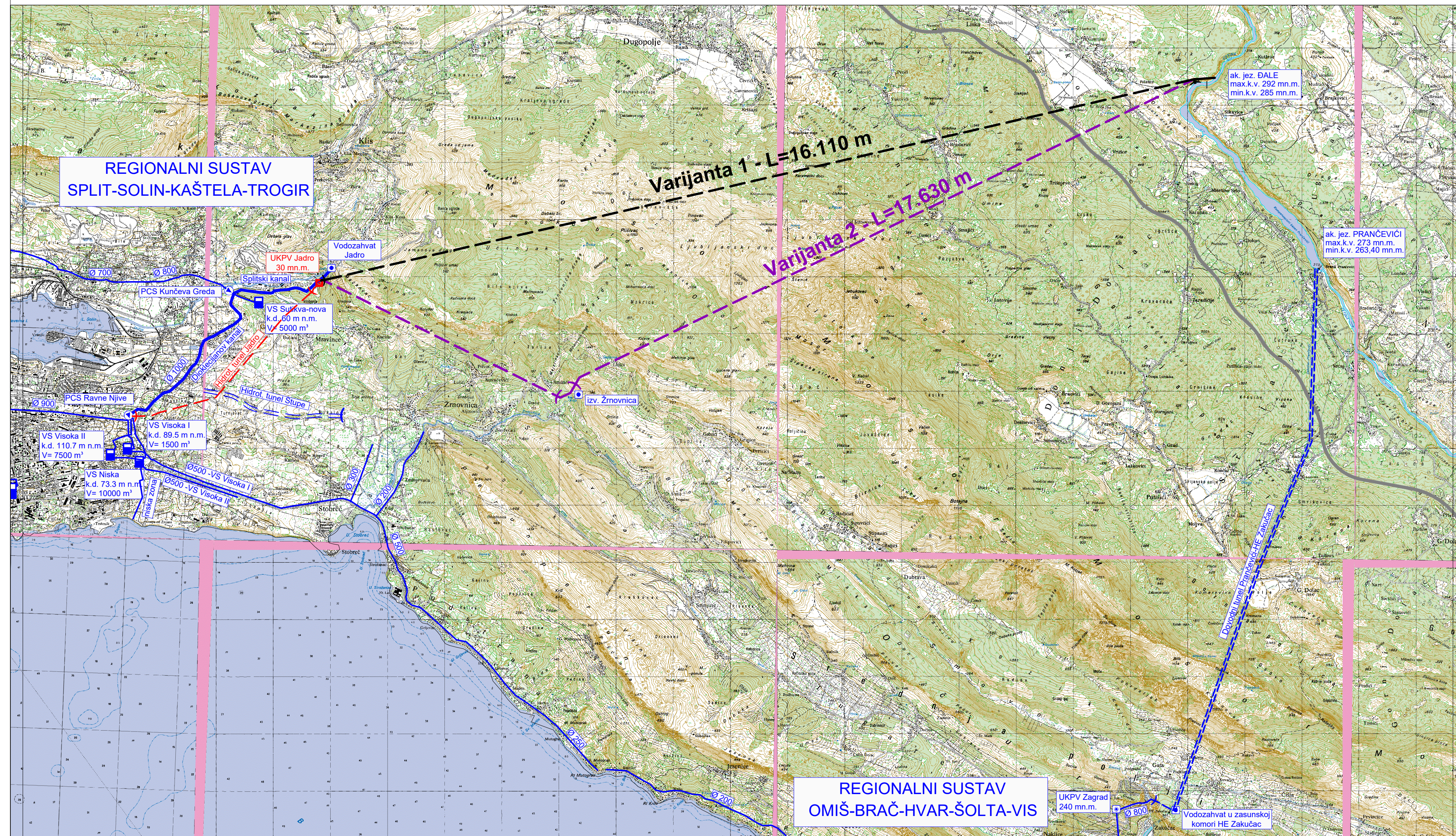
5 GRAFIČKI PRILOZI

5.1 PREGLEDNA SITUACIJA: VARIJANTNA RJEŠENJA MJ 1:50 000

5.2 MIKROLOKACIJA: AKUMULACIJSKO JEZERO I HE ĐALE MJ 1:5 000

5.3 MIKROLOKACIJA: MAJDAN (UPOV JADRO) MJ 1:5 000

5.4 MIKROLOKACIJA: ŽRNOVNICA MJ 1:5 000



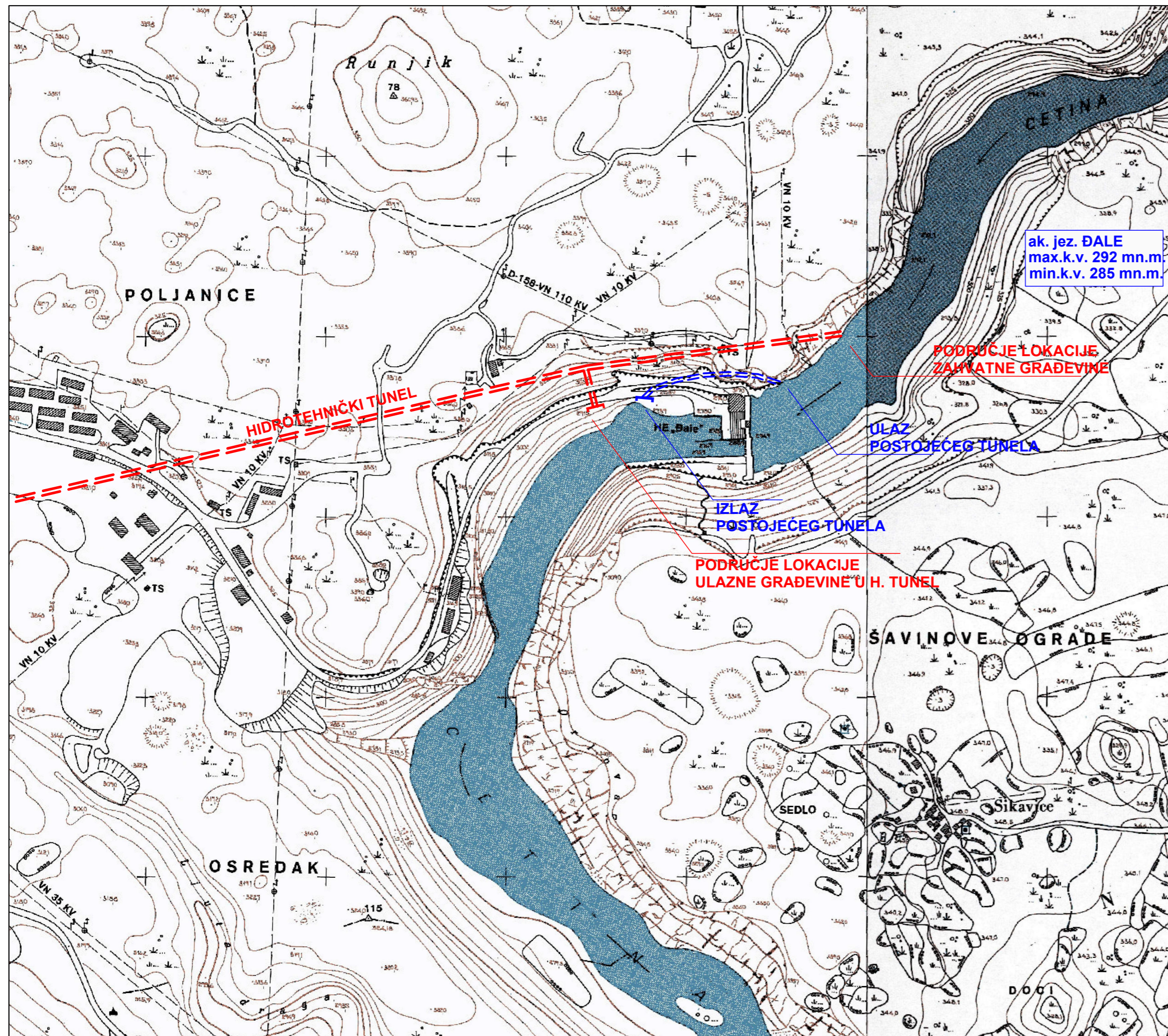
**PREGLEDNA SITUACIJA:
VARIJANTNA RJEŠENJA**

MJ: 1: 50 000

LEGENDA

- VARIJANTA 1
- VARIJANTA 2
- - - - CJEVOVOD U H. TUNELU
- CJEVOVOD U TERENU
- POSTOJEĆI SUSTAV
- PLANIRANE GRADEVINE POSTOJEĆEG SUSTAVA NEOVISNO O IDEJNOM RJEŠENJU

IZVODITELJI: INFRA PROJEKT d.o.o. Vukovarska 148 21000 Split		HIDROING d.o.o. Trg hrvatske bratske zajednice 2 21000 Split		PODIZVODITELJI: PROJEKTI BIRO SPLIT d.o.o. Trg hrvatske bratske zajednice 8 21000 Split		FAKULTET GRADEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE Matice hrvatske 15 21000 Split	
NAZIV PROJEKTA: ANALIZE VARIJANTNIH RJEŠENJA ZA DOVOD VODE NA PODRUČJE SPLITA IZ ALTERNATIVNIH PRAVACA							
NARUČITELJ: HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220 10000 Zagreb		VODITELJI PROJEKTA: Goran Marinović, dipl. ing. grad. Zdenko Čelan, dipl. ing. grad.		PROJEKTANTI: Elis Katalinić, dipl. ing. grad. Zvončica Mimica Koščina, dipl. ing. grad.			
RAZINA: IDEJNO RJEŠENJE	KNJIGA: 3	OZNAKA: AD/03	MJESTO I DATUM: Split, studeni 2022.	MJERILO: 1: 50 000		Broj lista: 5.1.	
NAZIV GRAFIČKOG PRIKAZA: PREGLEDNA SITUACIJA VARIJANTNA RJEŠENJA							



MIKROLOKACIJA: AKUMULACIJSKO JEZERO I HE ĐALE

MJ: 1: 5 000

ak. jez. ĐALE
max.k.v. 292 mn.m.
min.k.v. 285 mn.m.

LEGENDA:

- POSTOJEĆE GRAĐEVINE
- PLANIRANE GRAĐEVINE

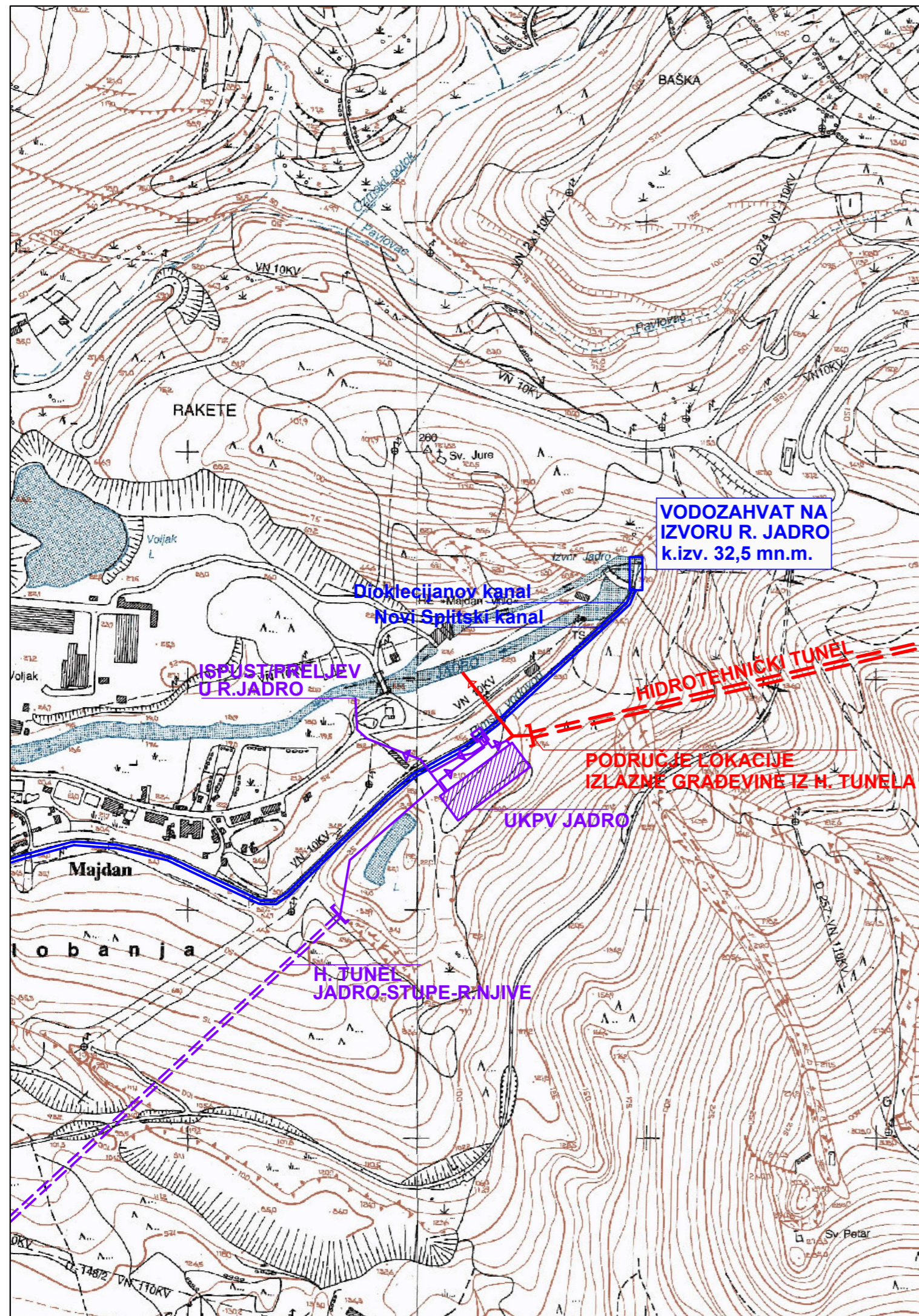
IZVODITELJI: INFRA PROJEKT d.o.o. Vukovarska 148 21000 Split	HIDROING d.o.o. Trg hrvatske bratske zajednice 2 21000 Split	PODIZVODITELJI: PROJEKTI BIRO SPLIT d.o.o. Trg hrvatske bratske zajednice 8 21000 Split	FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE Matice hrvatske 15 21000 Split
NAZIV PROJEKTA: ANALIZE VARIJANTNIH RJEŠENJA ZA DOVOD VODE NA PODRUČJE SPLITA IZ ALTERNATIVNIH PRAVACA			
NARUČITELJ: HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220 10000 Zagreb	VODITELJI PROJEKTA: Goran Marinović, dipl. ing. građ. Zdenko Čelan, dipl. ing. građ.	PROJEKTANTI: Elis Katalinić, dipl. ing. građ. Zvončica Mimica Koščina, dipl. ing. građ.	
RAZINA: IDEJNO RJEŠENJE	KNJIGA: 3	OZNAKA: AD/03	MJESTO I DATUM: Split, studeni 2022.
NAZIV GRAFIČKOG PRIKAZA: MIKROLOKACIJA: AKUMULACIJSKO JEZERO I HE ĐALE			MJERILO: 1: 5 000 Broj lista: 5.2.

MIKROLOKACIJA: MAJDAN (UPOV JADRO)

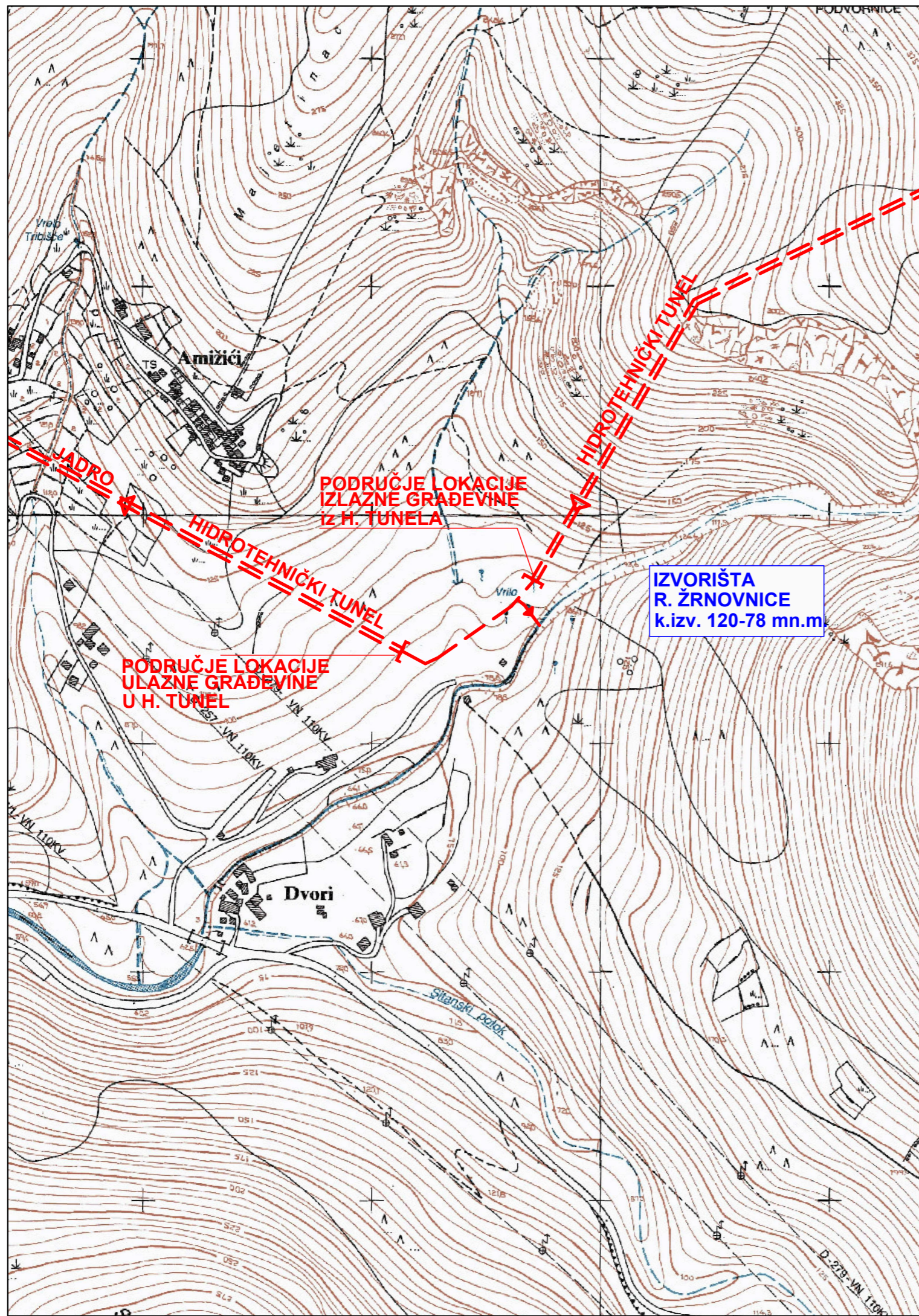
MJ: 1: 5 000

LEGENDA:

- POSTOJEĆE GRAĐEVINE
- - - PLANIRANE GRAĐEVINE IDEJNOG RJEŠENJA
- PLANIRANE GRAĐEVINE POSTOJEĆEG SUSTAVA NEOVISNO O IDEJNOM RJEŠENJU



IZVODITELJI: INFRA PROJEKT d.o.o. Vukovarska 148 21000 Split		HIDROING d.o.o. Trg hrvatske bratske zajednice 2 21000 Split		PODIZVODITELJI: PROJEKTI BIRO SPLIT d.o.o. Trg hrvatske bratske zajednice 8 21000 Split		FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE Matice hrvatske 15 21000 Split	
NAZIV PROJEKTA: ANALIZE VARIJANTNIH RJEŠENJA ZA DOVOD VODE NA PODRUČJE SPLITA IZ ALTERNATIVNIH PRAVACA							
NARUČITELJ: HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220 10000 Zagreb			VODITELJI PROJEKTA: Goran Marinović, dipl. ing. građ. Zdenko Čelan, dipl. ing. građ.		PROJEKTANTI: Elis Katalinić, dipl. ing. građ. Zvončica Mimica Koščina, dipl. ing. građ.		
RAZINA: IDEJNO RJEŠENJE		KNJIGA: 3	OZNAKA: AD/03	MJESTO I DATUM: Split, studeni 2022.		MJERILO: 1: 5 000	
NAZIV GRAFIČKOG PRIKAZA: MIKROLOKACIJA: MAJDAN (UPOV JADRO)						Broj lista: 5.3.	



MIKROLOKACIJA: ŽRNOVNICA

MJ: 1: 5 000

LEGENDA:

- POSTOJEĆE GRAĐEVINE
- - - PLANIRANE GRAĐEVINE IDEJNOG RJEŠENJA

IZVODITELJI: INFRA PROJEKT d.o.o. Vukovarska 148 21000 Split		HIDROING d.o.o. Trg hrvatske bratske zajednice 2 21000 Split		PODIZVODITELJI: PROJEKTI BIRO SPLIT d.o.o. Trg hrvatske bratske zajednice 8 21000 Split		FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE Matice hrvatske 15 21000 Split	
NAZIV PROJEKTA: ANALIZE VARIJANTNIH RJEŠENJA ZA DOVOD VODE NA PODRUČJE SPLITA IZ ALTERNATIVNIH PRAVACA							
NARUČITELJ: HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220 10000 Zagreb			VODITELJI PROJEKTA: Goran Marinović, dipl. ing. građ. Zdenko Čelan, dipl. ing. građ.		PROJEKTANTI: Elis Katalinić, dipl. ing. građ. Zvončica Mimica Koščina, dipl. ing. građ.		
RAZINA: IDEJNO RJEŠENJE		KNJIGA: 3	OZNAKA: AD/03	MJESTO I DATUM: Split, studeni 2022.		MJERILO: 1: 5 000	
NAZIV GRAFIČKOG PRIKAZA: MIKROLOKACIJA: ŽRNOVNICA			Broj lista: 5.4.				