



IDEJNO RJEŠENJE GLAVNE VODOVODNE MREŽE NASELJA OSOVA I VINIŠTE (OPĆINA ŽEPČE)

Doc. dr. sc. **Željko Rozić**, dipl. ing. građ.
Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru
Katarina Ravnjak, magistar građevinarstva
Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru

Sažetak: Područje naseljenih mjesta Osova i Vinište nema organiziranu opskrbu vodom i veoma je siromašno prirodnim izvorima pitke vode. Jedino moguće rješenje za ova naselja je dovođenje vode s drugog područja (s vodoopskrbnog sustava općine Žepče ili s vodoopskrbnog sustava općine Zavidovići). U ovom radu nastojalo se na razini idejnog rješenja razmotriti mogućnost rješavanja vodoopskrbe gore spomenutih naselja s oba sustava i provedenom tehno ekonomskom analizom predložiti povoljnija varijanta.

Ključne riječi: Vodoopskrba, tehno-ekonomska analiza, hidraulički proračun, interna stopa rentabilnosti, optimalizacija

CONCEPTUAL DESIGN OF THE MAIN WATER SUPPLY NETWORK OF THE SETTLEMENTS OF OSOVO AND VINIŠTE (ŽEPČE MUNICIPALITY)

Abstract: The area of settlements of Osova and Viniste does not have organized water supply and it is very poor in natural sources of drinking water. The only possible solution for these settlements is to bring water from another area (from the water supply system of the Zepce municipality or from the water supply system of the Zavidovici municipality). At the level of conceptual design, this paper aims to examine possibilities of solving water supplying of the above-mentioned settlements from both the systems and propose a more favorable variant from the conducted techno-economic analysis.

Key words: Water supply, techno-economic analysis, hydraulic calculation, internal return rate, optimization



1. UVOD

Razmatrana prostorna cjelina nema razvijen sustav vodoopskrbe, već pojedina domaćinstva koriste vodu sa lokalnih vodovoda (2 – 3 kuće priključene na izvorište) ili iz dvorišnih bunara, bez bilo kakve kontrole kvalitete vode.

Izvorište „Vrelo“ koje se nalazi na području Viništa je kapaciteta 13-30 l/min. U izrazito sušnom periodu ovo izvorište opadne i na 7-8 l/min. Sa istog izvorišta u prosjeku može se opskrbiti maksimalno od 20 do 60 domaćinstava a sve u ovisnosti od hidroloških prilika. Vidljivo je da mještani nemaju ni drugih izvora ni mogućnosti opskrbe vodom nego priključiti se na jedan od spomenutih vodoopskrbnih sustava (Žepče ili Zavidovići). Treba napomenuti da su ovim idejnim rješenjem obuhvaćena i naselja Vašarište, Varošište, Tatarbudžak i Lupoglav, kao dio prostorne cjeline razmatranog područja, (varijanta I – Žepče).

Na razmatranom području živi stanovništvo organizirano u naselja ruralnog tipa. Utvrđeno je da na ovom području nema značajnih gospodarskih kapaciteta koji bi zahtijevali veće količine vode.

Područje naseljenih mjesta Osova i Vinište je smješteno sjeveroistočno od Žepča uz lijevu obalu rijeke Bosne. Teren je počevši od rijeke Bosne u blagom usponu, zatim brežuljkast sa većim usponom, da bi gornja zona razmatranog područja bila čisto brdovito područje.

2. TEHNIČKA RJEŠENJA SUSTAVA VODOOPSKRBE

Varijanta I – Žepče

Postoji mogućnost dovođenja vode iz gradskog vodovodnog sustava „Žepče“ i to iz vodospremnika „Križ“, obujma 2x500 m³, lociranog na koti 344,65 m.n.m. Za potrebe vodoopskrbe grada Žepča i okolnih naselja (donja i gornja zona) izgrađen je vodozahvat na rijekama Ravna rijeka i Ograjina odakle voda dolazi do uređaja za pročišćavanje i pročišćena odlazi do spomenutog vodospremnika „Križ“. Predmetna naselja Osova i Vinište pripadaju gornjoj zoni vodoopskrbe.

Pored toga što bi vodospremnik „Križ“ poslužio kao „izvorište“ za vodoopskrbu dijela razmatranog prostora, imao bi funkciju vodospremnika za naselja Vašarište, Varošište, dio naselja Lupoglav i dio naselja Vinište.

Osnovni objekti ove varijante bili bi:

- Gravitacijski cjevovod, vodospremnik „Križ“- Varošište – Lupoglav do vodospremnika donje zone „Lupoglav“, odnosno do CS1,
- Vodospremnik „Lupoglav“, V = 100 m³ sa kotom dna 300,00 m.n.m.,
- Cjevovod od vodospremnika „Lupoglav“ do CS1,
- CS1 sa vodospremnikom V = 20 m³, sa kotom dna 318,00 m.n.m.,
- Potisni vod od CS1 do vodospremnika „Kuševo brdo“,
- Vodospremnik „Kuševo brdo“, V = 80 m³ sa kotom dna 380,50 m.n.m.,
- Gravitacijski vod od čvora „VO 4“ do čvora „VO 5“,
- Gravitacijski vod od čvora „VO 5“ do postojećeg vodospremnika „Vinište“,
- Gravitacijski vod od čvora „VO 5“ do CS2,
- CS2 sa vodospremnikom V = 20 m³, sa kotom dna 313,00 m.n.m.,
- Potisni vod od CS2 do vodospremnika „Kočarin“, i
- Vodospremnik „Kočarin“, V = 50 m³, sa kotom dna 417,50 m.n.m.



Opskrba vodom za naselja Osova i Vinište bi se vršila spajanjem na izgrađeni transportni cjevovod profila DN 200 mm u priključnom oknu na koti terena 241,00 m.n.m. (VO4) sa pretpostavljenim tlakom od 9 bara. Distribucija potrebnih količina vode za ova naselja vršit će se gravitacijski iz vodospremnika Kočarin, odnosno Vinište, čime se naseljima osigurava tlak min. 2,5 bara i max. 6 bara. Za naselje Vinište je potrebno povećanje tlaka koje će se osigurati izgradnjom hidrostanice. Također je, za oba naselja, potrebna izgradnja rasteretne komore čime će se tlakovi svesti na 2,5 – 6 bara.

Varijanta II – Zavidovići

Isporuka se predlaže sa vodospremnika Dubravica $V = 50 \text{ m}^3$. Zbog uzimanja većih dnevnih količina bilo bi neophodno izvršiti sljedeće radnje:

- Dograditi novi vodospremnik $V_{\text{min}} = 50 - 100 \text{ m}^3$ na istom lokalitetu te ih uvezati u jednu cjelinu.
- U isti vodospremnik ugraditi mjerač protoka i svu ostalu armaturu i opremu gdje bi se vršilo mjerenje isporučene vode.
- Rad postojećih crpki u budućnosti povećati na protok koji se bude odvajao za MZ Vinište, PS Dubravica.
- Položiti novi cjevovod od vodospremnika Dubravica do vodospremnika $V = 50 \text{ m}^3$ Vinište, te od vodospremnika Dubravica do vodospremnika Kočarin.

2.1. Parametri za proračun

Imajući u vidu broj stanovnika, gospodarske kapacitete, planirane elemente prirasta stanovništva, razvoj područja u svim segmentima dimenzioniranje cjevovoda je provedeno na sljedeće parametre:

Stanovništvo:

Varošište	118
Vašarište	328
Tatarbudžak	927
Lupoglav	860
Osova	350
<u>Vinište</u>	<u>906</u>

Ukupno 3489 stanovnika.

Planski period: $n = 30 \text{ god.}$

Prirast stanovništva: $p = 1,5\%$

Broj stanovnika na kraju planskog perioda:

$$S_n = S_0 \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n$$

$$S_{30} = 3489 \cdot \left(1 + \frac{1,5}{100}\right)^{30} = 3489 \cdot 1,56 = 5443$$



Naselje	Broj stanovnika na početku planskog perioda	Broj stanovnika na kraju planskog perioda
Varošište	118	184
Vašarište	328	512
Tatarbudžak	927	1446
Lupoglav	860	1342
Osova	350	546
Vinište	906	1413
Ukupno:	3489	5443

- Ukupne potrebe za vodom:

Specifična potrošnja vode $q_{sp} = 150$ l/st/dan

Koeficijent dnevne neravnomjernosti: $k_d = 1,5$

Koeficijent satne neravnomjernosti: $k_h = 2,0$

Maksimalna dnevna potrošnja:

$$Q_{sr,dn} = q_{sp} \cdot S_n = 150 \cdot 5443 = 816450 \text{ l/dan} = 9,45 \text{ l/s}$$

$$\max Q_{dn} = k_d \cdot Q_{sr,dn} = 1,5 \cdot 9,45 = 14,18 \text{ l/s}$$

Apsolutna maksimalna satna potrošnja:

$$aps, \max Q_h = k_h \cdot \max Q_{dn} = 2,0 \cdot 14,18 = 28,36 \text{ l/s}$$

Potrebe za vodom na kraju planskog perioda po naseljima:

Naselje	$Q_{sr,dn}$ (l/s)	$\max Q_{dn}$ (l/s)	$\max Q_h$ (l/s)
Varošište	0,32	0,48	0,96
Vašarište	0,89	1,34	2,68
Tatarbudžak	2,51	3,76	7,52
Lupoglav	2,33	3,50	7,00
Osova	0,95	1,43	2,86
Vinište	2,45	3,67	7,34
Ukupno:	9,45	14,18	28,36



2.2. Cjevovod

Shodno tehničkim proračunima, te usvojenim položajima vodospremnika predviđene su PEHD cijevi od polietilena visoke gustoće (PE 100) nazivnog tlaka 10 i 16 bara. Adekvatno cjevovodu odabrane su armature i fazonski komadi kao i prateći spojni materijal. Veoma glatkom površinom cijevi postignuta je dobra protočnost, te mogućnost primjene manjih promjera cijevi u odnosu na klasične materijale.

Odabrani cjevovod ugrađivati po projektnom rješenju, a skladištiti i spajati prema uputstvima proizvođača.

Iskope vršiti strojno i djelomično ručno s dubinama iskopa definiranim u uzdužnom profilu. Polaganje cijevi i zatrpavanje vršiti po tehničkim propisima i uputama proizvođača cijevi.

Za rovove dublje od 1 m vršiti podgrađivanje istih u gornjoj zoni. Rov je minimalne širine 80 cm.

Nakon montaže izvršiti glavno ispitivanje, hidrauličko ispitivanje cjevovoda, zatim dezinfekciju i ispiranje cjevovoda.

Oprema cjevovoda sastoji se od sljedećeg:

- muljnih ispusta,
- zračnih ventila,
- fazonskih komada,
- sektorskih ventila,
- ogrlica,
- ventila za regulaciju tlaka na odvojcima za donju zonu.

Na cjevovodu su predviđeni sljedeći objekti:

- vodovodna okna za priključenje donje zone,
- okna za muljne ispuste,
- okna za zračne ventile,
- prolaz cjevovoda ispod potoka,
- prolaz cjevovoda ispod puteva, i dr.

2.2.1. Polaganje cjevovoda

Trasu cjevovoda prethodno očistiti u pojasu 2- 4 m od raslinja, stabala, panjeva, ograda i slično gdje je to potrebno. Očišćeni prostor koristiti za deponiju iskopanog materijala i to min. 1,00 m od ruba kopanog rova. Iskop rova vršiti strojno u širini 40-80 cm u ovisnosti o profilu cijevi i dubini iskopa.

Za rovove dublje od 1,00 m raditi podgradu u gornjem dijelu rova, a za dublje rovove raditi podgradu bočnih strana shodno važećim tehničkim uvjetima. Raditi i pješačke prijelaze preko rova na mjestima shodno propisima zaštite na radu.

Nakon grubog iskopa rova postaviti podlogu od sitne zemlje iz iskopa, a zaštitu vršiti također probranom sitnom zemljom iz iskopa u sloju min. 20 cm iznad ruba cjevovoda. Na dijelovima gdje cjevovod prolazi ispod i duž putova (bankina) zaštitu vršiti slojem pijeska 10+10 cm.



3. HIDRAULIČKI PRORAČUN

Glavni cjevovod – varijanta I

Dionica	L (m)	Q (l/s)	DN (mm)	Δh (m)
„Križ“ – VO1	400	19,8	225	0,8
VO1 – VO2	920	18,84	225	1,7
VO2 – VO3	1163	16,2	225	1,5
VO3 – VO4	1100	8,68	200	0,9
VO4 – VO5	1500	5,1	140	1,9
VO5 – CS2	500	1,43	63	3,9
CS2 – „Kočarin“	500	1,43	63	4,6
VO5 – „Vinište“	2900	3,67	125	4,4

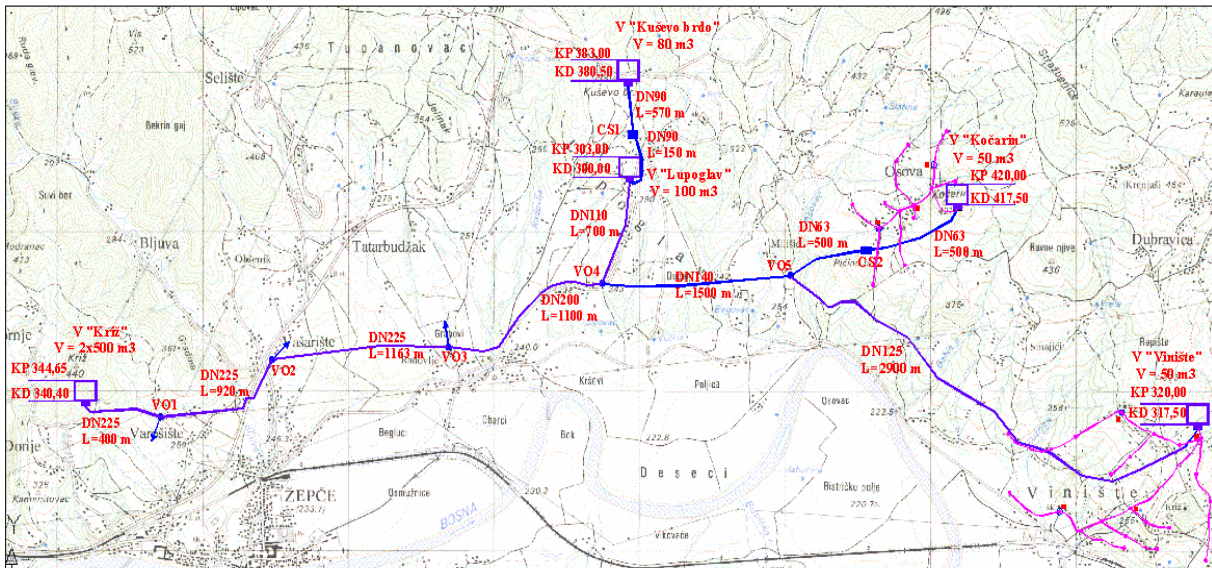
Glavni cjevovod – varijanta II

Dionica	L (m)	Q (l/s)	DN (mm)	Δh (m)
„Dubravica“ – V1	310	5,1	110	1,4
V1 – „Vinište“	1475	3,67	90	10,7
V1 – „Kočarin“	1375	1,43	90	1,8

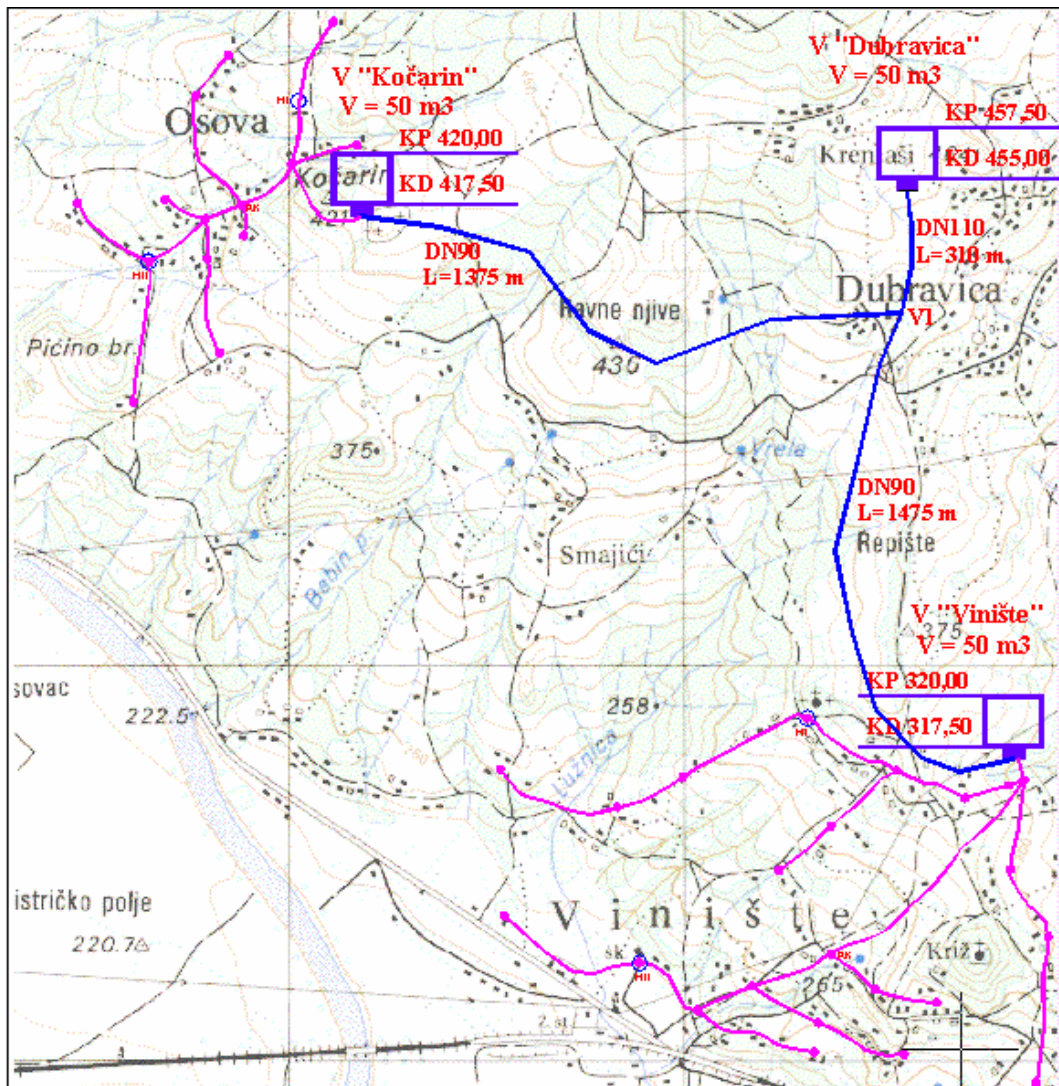
3.1. Dimenzioniranje distribucijske mreže

Distribucijska mreža za predmetna naselja Osova i Vinište je ista za obje varijante rješenja. Budući da je mjerodavna opskrba količina za stanovništvo manja od zahtijevane protupožarne količine ($Q_{\text{pož}} = 5,00$ l/s), elementi opskrbnog sustava dimenzioniraju se na protupožarnu količinu, $Q_{\text{pož}}$. Usvojene su cijevi DN 90 i DN 63.

Protupožarna zaštita se zasniva na primjeni „Pravilnika o tehničkim normativima za hidrantsku mrežu za gašenje požara“, iz 1991.god. Pravilnik propisuje tehničke normative za vanjsku i unutarnju mrežu za gašenje požara te utvrđuje zahtjeve u odnosu na izvore, kapacitet, protok i tlak vode u hidrantskoj mreži. Tlak u vanjskoj hidrantskoj mreži određuje se hidrauličkim proračunom i ne smije biti niži od 2,5 bara. Gašenje požara se provodi priključkom vatrogasne cijevi neposredno na hidrantski priključak.



Slika 1. Varijanta I



Slika 2. Varijanta II



3.2. Orijentacijski troškovnik radova obje varijante

Predračun troškova predložene varijante I					
Red. br.	Opis stavke	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena (KM)	Ukupna cijena (KM)
	Izvedba cjevovoda				
1.	Crpne stanice				
	CS2, N = 2,9 KW	kom	1	100.000,00	100.000,00
2.	Hidrostanice				
	HP 384 IH ; N = 3,2 KW	kom	1	70.000,00	70.000,00
3.	Vodospremnici				
	Rasteretna komora, V=20 m ³	kom	2	150.000,00	300.000,00
4.	Cjevovodi				
4.1.	Gravitacijski cjevovod V04-V05				
	PEHD DN140, NP10	m'	1.500,00	58,00	87.000,00
4.2.	Gravitacijski cjevovod V05-Vinište				
	PEHD DN125, NP10	m'	2.900,00	39,00	113.100,00
4.3.	Gravitacijski cjevovod V05-CS2				
	PEHD DN63, NP10	m'	500,00	15,00	7.500,00
4.4.	Tlačni cjevovod CS2-Kočarin				
	D.I.C. DN63	m'	500,00	15,00	7.500,00
5.	Cjevovod, naselje Vinište				
	PEHD DN90, NP10	m'	1.268,00	26,00	32.968,00
	PEHD DN63, NP10	m'	400,00	15,00	6.000,00
	PEHD DN90, NP10	m'	775,00	26,00	20.150,00
	PEHD DN63, NP10	m'	2.432,00	15,00	36.480,00
	Tlačni cjevovod HS-HI				
	D.I.C. DN90	m'	560,00	26,00	14.560,00
6.	Cjevovod, naselje Osova				
	PEHD DN90, NP10	m'	718,00	26,00	18.668,00
	PEHD DN63, NP10	m'	640,00	15,00	9.600,00
	PEHD DN90, NP10	m'	512,00	26,00	13.312,00
	PEHD DN63, NP10	m'	552,00	26,00	14.352,00
	PEHD DN90, NP10	m'	366,00	26,00	9.516,00
	PEHD DN63, NP10	m'	254,00	15,00	3.810,00
				UKUPNO:	864.516,00

REKAPITULACIJA	
CRPNE STANICE	100.000,00 KM
HIDROSTANICE	70.000,00 KM
VODOSPREMNICI	300.000,00 KM
CJEVOVODI	394.516,00 KM
	864.516,00 KM



Predračun troškova predložene varijante II

Red. br.	Opis stavke	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena (KM)	Ukupna cijena (KM)
	Izvedba cjevovoda				
1.	Hidrostanice				
	HP 384 IH ; N = 3,2 KW	kom	1	70.000,00	70.000,00
2.	Vodospremnici				
	Rasteretna komora, V=20 m ³	kom	2	150.000,00	300.000,00
3.	Cjevovodi				
	Gravitacijski cjevovod Dubravica-V1				
	PEHD DN110, NP10	m'	310,00	32,00	9.920,00
	Gravitacijski cjevovod V1-Vinište				
	PEHD DN90, NP16	m'	1.475,00	36,40	53.690,00
	Gravitacijski cjevovod V1-Kočarin				
	PEHD DN90, NP10	m'	1,375,00	26,00	35.750,00
	Cjevovod, naselje Vinište				
	PEHD DN90, NP10	m'	1.268,00	26,00	32.968,00
	PEHD DN63, NP10	m'	400,00	15,00	6.000,00
	PEHD DN90, NP10	m'	775,00	26,00	20.150,00
	PEHD DN63, NP10	m'	2.432,00	15,00	36.480,00
	Tlačni cjevovod HS-HI				
	D.I.C. DN90	m'	560,00	26,00	14.560,00
	Cjevovod, naselje Osova				
	PEHD DN90, NP10	m'	718,00	26,00	18.668,00
	PEHD DN63, NP10	m'	640,00	15,00	9.600,00
	PEHD DN90, NP10	m'	512,00	26,00	13.312,00
	PEHD DN63, NP10	m'	552,00	26,00	14.352,00
	PEHD DN90, NP10	m'	366,00	26,00	9.516,00
	PEHD DN63, NP10	m'	254,00	15,00	3.810,00
				UKUPNO:	648.776,00

REKAPITULACIJA

HIDROSTANICE	70.000,00 KM
VODOSPREMNICI	300.000,00 KM
CJEVOVODI	278.776,00 KM
	648.776,00 KM



4. TEHNOEKONOMSKA ANALIZA

4.1. Varijanta I

JEDINIČNI UTROŠAK ENERGIJE ZA CRPLJENJE 1 m³ VODE

Utrošak energije po 1m³ vode računa se po slijedećoj formuli:

$$E = (H_{man} \times 1m^3) / 200 \dots\dots\dots (KWh/m^3)$$

Cijena energije kao konstanta iznosi :

$$C_e = 0.30 \text{ KM/KWh}$$

Jedinični utrošak energije po 1m³ iznosi:

$$T_e = C_e \times E \dots\dots\dots (KM/m^3)$$

C.S. 2:

$$T_e = 0.30 \times (110.9 \times 1) / 200$$

$$T_e = 0,16 \text{ KM/m}^3$$

PROGNOZNI PRORAČUN GLAVNIH TROŠKOVA POGONA

a) Troškovi električne energije

Srednja dnevna potrošnja vode za Osovu na početku planskog perioda, 2012.g.:

$$Q_{sr,dn} = 0,6 \text{ l/s} = 51,84 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Godišnji troškovi za električnu energiju su troškovi na C.S. 2:

$$T_{e,god} = 51,84 \times 365 \times 0,16 = 3.027,45 \text{ KM/god}$$

Troškovi energije za 2042.god.

Srednja dnevna potrošnja vode za Osovu na kraju planskog perioda:

$$Q_{sr,dn} = 0,95 \text{ l/s} = 82,08 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Godišnji troškovi za električnu energiju su troškovi na C.S. 2:

$$T_{e,god} = 82,08 \times 365 \times 0,16 = 4.793,50 \text{ KM/god}$$

Godišnji porast troškova električne energije iznosi $\Delta = 58,8 \text{ KM/god}$



Troškovi električne energije za planski period (n = 30 god.)

Godina	Troškovi za el.energiju $T_{e, \text{god}}$ (KM)
2012	3.027,45
2013	3.086,25
2014	3.145,05
2015	3.203,85
2016	3.262,65
2017	3.321,45
2018	3.380,25
2019	3.439,05
2020	3.497,85
2021	3.556,65
2022	3.615,45
2023	3.674,25
2024	3.733,05
2025	3.791,85
2026	3.850,65
2027	3.909,45
2028	3.968,25
2029	4.027,05
2030	4.085,85
2031	4.144,65
2032	4.203,45
2033	4.262,25
2034	4.321,05
2035	4.379,85
2036	4.438,65
2037	4.497,45
2038	4.556,25
2039	4.615,05
2040	4.673,85
2041	4.732,65
2042	4.793,50

b) Troškovi rada - djelatnici koji upravljaju radom i zaštita objekata:

Predviđa se upošljavanje dva djelatnika na C.S. 2, što preračunato u godišnje troškove iznosi:

$$T_d = 2 \times 3200 \times 12 = 76.800,00 \text{ KM/god}$$

c) Troškovi tekućeg i investicijskog održavanja:

U praksi je uobičajeno da se za ove troškove predvidi iznos od 2% vrijednosti investicije godišnje, te se pri procjeni troškova i usvojila navedena praksa.

$$T_{t-i, \text{god}} = 2\% (864.516,00) = 17.290,32 \text{ KM/god}$$



PROGNOZNI PRORAČUN PRIHODA

Srednja dnevna potrošnja vode za naselja Osova i Vinište za 2012.god.:

$Q_{sr,dn} = 1,55 \text{ l/s} = 133,92 \text{ m}^3/\text{dan}$

Godišnji prihod od prodaje vode iznosi:

$P_{god} = 133,92 \times 365 \times 2,4 = 117.313,92 \text{ KM/god}$

Srednja dnevna potrošnja vode za naselja Osova i Vinište za 2042.god.:

$Q_{sr,dn} = 3,4 \text{ l/s} = 293,76 \text{ m}^3/\text{dan}$

Godišnji prihod od prodaje vode iznosi:

$P_{god} = 293,76 \times 365 \times 2,4 = 257.333,76 \text{ KM/god}$

Godišnji porast prihoda iznosi $\Delta = 4.667,32 \text{ KM/god}$

Za $1\text{m}^3 = 2,4 \text{ KM}$, prihodi iznose:

Godina	Prihodi P_{god} (KM) $1 \text{ m}^3 = 2,4 \text{ KM}$
2012	117.313,92
2013	121.981,24
2014	126.648,56
2015	131.315,88
2016	135.983,20
2017	140.650,52
2018	145.317,84
2019	149.985,16
2020	154.652,48
2021	159.319,80
2022	163.987,12
2023	168.654,44
2024	173.321,76
2025	177.989,08
2026	182.656,40
2027	187.323,72
2028	191.991,04
2029	196.658,36
2030	201.325,68
2031	205.993,00
2032	210.660,32
2033	215.327,64
2034	219.994,96
2035	224.662,28
2036	229.329,60
2037	233.996,92
2038	238.664,24
2039	243.331,56
2040	247.998,88
2041	252.666,20
2042	257.333,76



PRORAČUN INTERNE STOPE RENTABILNOSTI

Za predloženu varijantu izvršen je proračun neto koristi investicije utvrđene diskontiranjem na vremenski period od 30 godina, uz odgovarajuće kalkulativne stope budućih tokova njenih prihoda i troškova, tj. neto sadašnje vrijednosti (NSV).

$$NSV = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^n \frac{T_i}{(1+r)^i} - T_0$$

U slučaju ocjene rentabilnosti jednog investicijskog projekta postavlja se zahtjev da je $NSV > 0$.

Internu stopu rentabilnosti za ovaj slučaj, ćemo dobiti putem posebne tehnike pretpostavljanja - iteracijom pa interpolacijom diskontne stope koja NSV izravna sa nulom. Postupak interpolacije sastojat će se u iznalaženju visine ISR-a između dvije stope koje smo procijenili, i od kojih jedna daje negativnu vrijednost (veća diskontna stopa), a druga (niža) pozitivnu sadašnju vrijednost, a prema obrascu:

$$ISR = p_{n-1} + \frac{NSV_{n-1}}{NSV_{n-1} + NSV_n} \cdot (p_n - p_{n-1})$$

gdje je:

p_{n-1} – stopa koja daje pozitivnu NSV

p_n – stopa koja daje negativnu NSV

NSV_{n-1} – pozitivna neto sadašnja vrijednost koja odgovara diskontnoj stopi p_{n-1}

NSV_n – negativna neto sadašnja vrijednost koja odgovara diskontnoj stopi p_n .

Za $p_n = 7\%$, imamo negativnu NSV = - 27566,05

Z $p_{n-1} = 6\%$ imamo pozitivnu NSV = 99783,76

Pa imamo:

$$ISR = p_{n-1} + \frac{NSV_{n-1}}{NSV_{n-1} + NSV_n} \cdot (p_n - p_{n-1}) = 0,06 + \frac{99783,76}{99783,76 + 27566,05} \cdot (0,07 - 0,06) =$$

ISR = 6,78%

4.2. Varijanta II

JEDINIČNI UTROŠAK ENERGIJE ZA CRPLJENJE 1 m³ VODE

U varijanti II nema potrebe za izgradnjom crpne stanice budući da imamo gravitacijske cjevovode od vodospremnika Dubravica do vodospremnika Kočarin i Vinište, ali do Dubravice imamo tlačni cjevovod pa je stoga potrebno uzeti u obzir utrošak energije dnevne potrošnje naselja Osova i Vinište.

Utrošak energije po 1 m³ vode računa se po slijedećoj formuli:

$$E = (H_{man} \times 1 \text{ m}^3) / 200 \dots\dots\dots (\text{KWh/m}^3)$$

Cijena energije kao konstanta iznosi :

Ce = 0.30 KM/KWh



Jedinični utrošak energije po 1m^3 iznosi:

$$Te = Ce \times E \dots\dots\dots (\text{KM}/\text{m}^3)$$

C.S. 2:

$$Te = 0.30 \times (43,5 \times 1) / 200$$

$$Te = 0,065 \text{ KM}/\text{m}^3$$

PROGNOZNI PRORAČUN GLAVNIH TROŠKOVA POGONA

a) Troškovi električne energije

Troškovi električne energije za planski period (n = 30 god.)

Godina	Troškovi za el.energiju $T_{e, \text{god}}$ (KM)
2012	3.177,25
2013	3.303,65
2014	3.430,05
2015	3.556,45
2016	3.682,85
2017	3.809,25
2018	3.935,65
2019	4.062,05
2020	4.188,45
2021	4.314,85
2022	4.441,25
2023	4.567,65
2024	4.694,05
2025	4.820,45
2026	4.946,85
2027	5.073,25
2028	5.199,65
2029	5.326,05
2030	5.452,45
2031	5.578,85
2032	5.705,25
2033	5.831,65
2034	5.958,05
2035	6.084,45
2036	6.210,85
2037	6.337,25
2038	6.463,65
2039	6.590,05
2040	6.716,45
2041	6.842,85
2042	6.969,46

Srednja dnevna potrošnja vode za naselja Osova i Vinište na početku planskog perioda:

$$Q_{sr, dn} = 1,55 \text{ l/s} = 133,92 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Godišnji troškovi za električnu energiju su troškovi na C.S. 2:

$$Te, \text{god} = 133,92 \times 365 \times 0,065 = 3.177,25 \text{ KM}/\text{god}$$



Troškovi energije za 2042.god.

Srednja dnevna potrošnja vode za naselja Osova i Vinište na kraju planskog perioda:

$Q_{sr,dn} = 3,4 \text{ l/s} = 293,76 \text{ m}^3/\text{dan}$

Godišnji troškovi za električnu energiju su troškovi na C.S. 2:

$T_{e,god} = 293,76 \times 365 \times 0,065 = 6.969,46 \text{ KM/god}$

Godišnji porast troškova električne energije iznosi $\Delta = 126,4 \text{ KM/god}$

b) Troškovi tekućeg i investicijskog održavanja:

U praksi je uobičajeno da se za ove troškove predvidi iznos od 2% vrijednosti investicije godišnje, te se pri procjeni troškova i usvojila navedena praksa.

$T_{t-i, god} = 2\% (648.776,00) = 12.975,52 \text{ KM/god}$

PROGNOZNI PRORAČUN PRIHODA

Za $1 \text{ m}^3 = 2,4 \text{ KM}$, prihodi iznose:

Godina	Prihodi P_{god} (KM) $1 \text{ m}^3 = 2,4 \text{ KM}$
2012	117.313,92
2013	121.981,24
2014	126.648,56
2015	131.315,88
2016	135.983,20
2017	140.650,52
2018	145.317,84
2019	149.985,16
2020	154.652,48
2021	159.319,80
2022	163.987,12
2023	168.654,44
2024	173.321,76
2025	177.989,08
2026	182.656,40
2027	187.323,72
2028	191.991,04
2029	196.658,36
2030	201.325,68
2031	205.993,00
2032	210.660,32
2033	215.327,64
2034	219.994,96
2035	224.662,28
2036	229.329,60
2037	233.996,92
2038	238.664,24
2039	243.331,56
2040	247.998,88
2041	252.666,20
2042	257.333,76



Srednja dnevna potrošnja vode za naselja Osova i Vinište za 2012.god.:

$$Q_{sr,dn} = 1,55 \text{ l/s} = 133,92 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Godišnji prihod od prodaje vode iznosi:

$$P_{god} = 133,92 \times 365 \times 2,4 = 117.313,92 \text{ KM/god}$$

Srednja dnevna potrošnja vode za naselja Osova i Vinište za 2042.god.:

$$Q_{sr,dn} = 3,4 \text{ l/s} = 293,76 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Godišnji prihod od prodaje vode iznosi:

$$P_{god} = 293,76 \times 365 \times 2,4 = 257.333,76 \text{ KM/god}$$

Godišnji porast prihoda iznosi $\Delta = 4.667,32 \text{ KM/god}$

PRORAČUN INTERNE STOPE RENTABILNOSTI

$$ISR = P_{n-1} + \frac{NSV_{n-1}}{NSV_{n-1} + NSV_n} \cdot (P_n - P_{n-1})$$

Za $p_n = 20\%$, imamo negativnu NSV = - 9733,7

Z $p_{n-1} = 19\%$ imamo pozitivnu NSV = 27758,86

Pa imamo:

$$ISR = P_{n-1} + \frac{NSV_{n-1}}{NSV_{n-1} + NSV_n} \cdot (P_n - P_{n-1}) = 0,19 + \frac{27758,86}{27758,86 + 9733,7} \cdot (0,2 - 0,19) =$$

$$ISR = 19,7\%$$



5. ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršenih komparacija tehničkih rješenja varijante I i varijante II razmatrane prostorne cjeline izabrana je varijanta II iz sljedećih razloga:

- Može podnijeti veću kamatnu stopu ($ISR_I = 6,78\% < ISR_{II} = 19,7\%$),
- Varijanta II je pouzdanija sa stanovišta opskrbe vodom budući da općina Zavidovići ima na raspolaganju veće količine vode nego općina Žepče,
- U varijanti II su usvojene manje visine pumpanja,
- Varijanta II je nešto jeftinija od varijante I, pa su tako i investicijski troškovi manji.

Shodno navedenom vidljivo je da je varijanta II i u fazi investicijskih i eksploatacijskih troškova ekonomičnija od varijante I i zato se istoj daje prednost.

LITERATURA

1. Gulić Ivan (2000.): Opskrba vodom, Građevinski fakultet, Zagreb
2. Margeta Jure (2009.): Vodoopskrba naselja, Građevinski fakultet, Split
3. Bendeković Jadranko (1993.): Planiranje investicijskih projekata, Ekonomski institut, Zagreb

Korišteni programski paketi:

Microsoft Office Word 2007
Microsoft Office Excel 2007
AutoCad 2007
Epanet 2