

ODREĐIVANJE SNAGE I ODABIR PUMPI ZA PUMPNU STANICU OTPADNIH VODA VELIKA KLADUŠA

DETERMINATION OF POWER AND PUMP SELECTION FOR WASTEWATER PUMPING STATION VELIKA KLADUŠA

Elvis Hozdić, Milan Jurković

Stručni članak

Sažetak: S aspekta projektnog rješenja za planski sistem odvodnje otpadnih voda za područje koje gravitira geografskom položaju općine Velika Kladuša, kao i razmatranja mogućnosti primjene realnih rješenja kojim bi se na adekvatan način zbrinule otpadne kanalizacijske vode putem cjevovoda do pročišćivača otpadnih voda, u radu je obrađen jedan od veoma bitnih elemenata tog sistema – pumpna stanica. Egzaktnim projektiranjem i odabirom pumpi omogućuje se adekvatan proces funkcioniranja cjelokupnog sistema. S tim u vezi, u ovom radu naglašen je kapacitet pumpi i režim njihova rada s osvrtom na potrebe sistema odvodnje za područje Velike Kladuše.

Ključne riječi: otpadne kanalizacijske vode, pumpa, pumpna stanica, pročišćivač otpadnih voda, protok

Professional paper

Abstract: The study presented in this paper deals with pump stations as very important elements of the wastewater management from the aspect of project solutions for the planning system of the wastewater catchment area of the municipality Velika Kladuša. Furthermore, it considers the possibility of application of realistic solutions to adequately manage the sewer wastewater through pipes to wastewater purifiers. Using the precise design and choice of the pumps, the adequate functioning process of the whole system is enabled. In this regard, this paper places an emphasis on defining the capacity of the pumps and the regime of their work with regard to the needs of drainage system in the area of Velika Kladuša.

Key words: wastewater sewage, pump, pumping station, wastewater purifier, flow

1. UVOD

Permanentnim porastom broja stanovnika i revitalizacijom postojećih industrijskih kapaciteta, kao i pokretanjem novih proizvodnih sistema, potreba za vodom je sve veća, a svakodnevno se povećavaju i količine onečišćenih voda. Osnovni izvori onečišćenja su svakako domaćinstva, industrija, prometnice, poljoprivreda, deponiji otpada i sl. S aspekta komunalno-kanalizacijskih sistema razlikujemo nekoliko vrsta onečišćenih voda:

- sanitarne otpadne vode
- kućanske otpadne vode
- komunalne otpadne vode
- podzemne i površinske otpadne vode
- industrijsko-tehnološke otpadne vode
- oborinske otpadne vode

Za svaku grupaciju ovakvih otpadnih voda razrađuju se sistemi odvodnje i zbrinjavanja na tehnološki prihvatljiv način, što je uvjetovano ekonomskim stupnjem razvijenosti zemlje.

Primarni zadatak ovakvog sistema je da se onečišćene otpadne vode u kratkom vremenu transportiraju iz naselja

do mjesta pročišćenja putem kolektora, imajući u vidu tehničke, sanitarne, tehnološke i ekonomske uvjete. Važni elementi svakog ovog sistema su cjevovodi, pumpne i predpumpne stanice i na kraju postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda.

Ovaj rad usmjeren je na dimenzioniranje pumpne stanice i odabir pumpi za transportiranje otpadnih voda s osvrtom na područja grada Velika Kladuša.

2. DEFINIRANJE PROBLEMA S TEHNIČKOG ASPEKTA

Nedostatak kanalizacijske mreže je važan infrastrukturni problem općine Velika Kladuša. Samo 1600 domaćinstava, s otprilike 5600 ljudi, priključeno je na zastarjelu kanalizacijsku mrežu. Sva otpadna voda se otpušta u obližnji riječni tok (rijeka Kladušnica) bez ikakvog pročišćavanja. Ostatak domaćinstava je priključen na septičke jame koje nisu napravljene ni po minimalnim tehničkim standardima, ili direktno puštaju u obližnje riječne tokove.

Uređaj za pročišćavanje otpadne vode (UPOV) je lociran na mjestu ulijevanja rijeke Kladušnice u rijeku

Glinu. Zbog dostupne topografije glavni kolektor otpadne vode je lociran blizu rijeke Kladušnice i ima režim visokih fluktuacija toka i čestih poplava. Iz tog razloga, u svrhu zaštite kolektora otpadne vode i usklađivanja s pravilnikom o UPOV u BiH, kanalizacija predstavlja prvu komponentu projekta koji se treba napraviti [3].

2.1. Osobine toka i lokacija pumpne stanice

Imajući u vidu geografski položaj mjesta Velika Kladuša možemo vidjeti da je postojeća kanalizacijska mreža zasnovana na prirodnom gravitacijskom tečenju slobodnim tokom do najniže točke. Zbog takvih uvjeta možemo zaključiti da je za područje grada neophodno odrediti položaje više manjih pumpnih stanica koje bi se tlačnim cjevovodom spojile na glavnu pumpnu stanicu. Lokacija pumpne stanice utječe direktno na izbor opreme tako da fizička ograničenja prostora utječu na tip i kapacitet pumpi, a sama lokacija traži određene tehnološke uvjete.

Pumpni sistem ima tri osnovna dijela: dovodni cjevovod, pumpnu stanicu i cjevovod pod pritiskom. Lokacija same pumpne stanice ovisi o rasporedu kanalizacijske mreže iz koje dotječe otpadna voda i u koju se prepumpava otpadna voda [7].

2.2. Karakteristike i vrste kanalizacijskih pumpnih stanica

Osnovni zadatak pumpne stanice je svladavanje prepreka, objedinjavanje voda te odvod voda s jednog mjesta na drugo. Iz područja onečišćenih voda razlikujemo:

- pumpne stanice otpadnih voda
- pumpne stanice oborinskih voda
- pumpne stanice mješovitih voda
- pumpne stanice za mulj

Zbog relativno velike investicije, u praksi se najviše koriste i implementiraju pumpne stanice otpadnih voda. U tu svrhu primjenjuju se centrifugalne i pužne pumpe. Centrifugalne pumpe omogućuju podizanje vode s niže na višu kotu i odvođenje na veće udaljenosti, dok pužne pumpe služe samo za vertikalno podizanje vode. Prema načinu izvedbe pumpne stanice možemo podijeliti na mokru i suhu izvedbu [7].

Da bi se odredile veličine i karakteristike pumpne stanice, treba definirati određene parametre:

- količinu otpadnih voda koja pristiže do pumpne stanice
- količinu i karakteristike protoka koji se prepumpava
- kvalitetu voda
- lokaciju mjesta kolektora
- režim rada pumpi
- karakteristike tlačnog cjevovoda
- načine dobivanja energije (gradska naponska mreža ili agregati)
- posebne uvjete izgradnje u skladu sa zaštitom okoline

Režim rada pumpnih stanica je automatiziran daljinskim sistemom i nadzora.

2.3. Energetsko napajanje i održavanje pumpne stanice

Za puštanje u rad svake pumpe nužna je instalacija pogonskog stroja koji će osigurati nesmetan rad pumpi. U današnjoj praksi najčešći pogonski motori su elektromotori.

Održavanje pumpnih stanica svodi se na redovno održavanje opreme, prije svega pumpi i automatike, a obavlja se prema uputama proizvođača opreme. Redovito održavanje obuhvaća i povremeno pražnjenje i čišćenje pumpnog bazena, te kontrolu konstrukcije na vodonepropusnost. Najveći problem u održavanju i radu pumpnih stanica je stvaranje kore i taloga u crpnom bazenu. Da bi se izbjeglo često pražnjenje pumpnog bazena zbog sakupljanja taloga i kore, provode se mjere za smanjenje kore:

- razbijanje kore povratnim mlazom iz tlačnog cjevovoda
- spuštanje donje razine uključivanja pumpi ispod projektirane radi uvlačenja i prepumpavanja kore

Opremu pumpne stanice treba održavati u skladu s uputama proizvođača opreme, a osim pumpi nužna je i kontrola cjelokupnog cjevovoda, kao i izvora napajanja elektromotora.

3. DIMENZIONIRANJE PUMPNE STANICE I ODABIR PUMPI ZA PUMPNU STANICU VELIKA KLADUŠA

Pri dimenzioniranju pumpnih stanica prvi element je topografsko snimanje terena za koje se projektira sistem. Drugi element je odabir odgovarajućih pumpi koje će biti ugrađene u predviđenu pumpnu stanicu. Cjelokupan sistem mora biti fleksibilan i usko vezan uz broj stanovnika određenog područja, a koji će definirati protok otpadnih voda kojim će se opteretiti pumpna stanica.

3.1. Proračun snage pumpi

Proračun pumpi se svodi na snagu elektromotora kojom se masa otpadne vode s jedne točke podiže i odvodi na drugu [1]. Za takvu ulogu pumpe vrijedi izraz za snagu:

$$P = \rho \frac{9,81 \cdot Q_{UK} \cdot H_{man}}{\eta} \quad (1)$$

gdje je:

- Q - protok ili količina crpljenja (m³/s)
- H_{man} - manometarska visina dizanja otpadnih voda (m)

η - koeficijent korisnog djelovanja pumpe (1)
 ρ - gustoća vode (kg/m^3)

Za svladavanja raznih otpora koji se javljaju u stvarnim uvjetima neophodno je dobivenu teoretsku snagu povećati do 15%.

Protok ili količina crpljenja je varijabilna i vremenski oscilira ovisno o broju stanovnika određenog područja, no ovisi i o vremenskim uvjetima, geografskom položaju određenog područja i sl. Specifična potrošnja vode za stanovništvo u jednom danu može se kretati od 160 l/dan/stan u zimskom periodu do 300 l/dan/stan u ljetnom periodu [6].

Uzimajući u obzir koeficijent umanjenja zbog neravnomjernosti, dolazimo do specifične dnevne potrošnje vode kako je prikazano u sljedećoj jednadžbi:

$$Q_K = q \cdot K \quad (2)$$

gdje je:

K - koeficijent umanjenja (obično se uzima vrijednost 0.8 za manje naseljena područja)
 q - specifična potrošnja vode

Srednji dnevni protok dobiva se po jednadžbi

$$Q_{SR,DN} = Q_K \cdot M \quad (3)$$

gdje je

M - mjerodavan broj stanovnika

Količina vode koja će se transportirati cjevovodima do pumpne stanice i od pumpne stanice do pročišćivača ima dva režima: sušni i kišni period. Iz tih razloga treba izračunati maksimalni dnevni i satni protok.

Maksimalni protok za sušni period određuje se iz jednadžbe:

$$Q_{MAX}^{DNE,suš} = Q_{DNE,sred} \cdot K_{DN} \quad (4)$$

$$Q_{MAX}^{SAT,suš} = \frac{Q_{MAX}^{DNE,suš}}{24} \cdot K_{SN} \quad (5)$$

gdje je:

K_{DN} - koeficijent dnevne neravnomjernosti (za naselja do 25.000 stanovnika uzima se vrijednost $K_{DN}=1,5$)

K_{SN} - koeficijent satne neravnomjernosti (za naselja do 25.000 stanovnika uzima se vrijednost $K_{SN}=1,8$)

Maksimalni protok za kišni period određuje se po jednadžbi:

$$Q_{MAX}^{SAT,kiš} = Q_{MAX}^{SAT,suš} + \frac{Q_{DNE,SREDNJE}}{24} \quad (6)$$

Za ukupan protok otpadnih voda treba odrediti količinu industrijskih otpadnih voda i oborinskih voda, kao i voda za gašenje požara pa se stoga primjenjuje jednadžba

$$Q_{PUMPE} = Q_{dom} + Q_{ind} + Q_{pož} + Q_{ob} \quad (7)$$

gdje je:

Q_{dom} - otpadne vode nastale u domaćinstvima

Q_{ind} - otpadne vode nastale u industriji

$Q_{pož}$ - otpadne vode za gašenje požara

Q_{ob} - oborinske vode koje se često miješaju s kanalizacijskim vodama

Za definiranje snage pumpe treba znati i manometarsku visinu dizanja koja je određena jednadžbom:

$$H_{man} = H_{st} + \Delta H = H_{st,us} + H_{st,tl} + \Delta H_{us} + \Delta H_{tl} + \frac{v_{tl}^2}{2g} \quad (8)$$

gdje je:

H_{st} - statička visina dizanja (m)

ΔH - ukupni hidraulični gubici nastali tečenjem kroz usisnu i tlačnu cijev

$H_{st,us}$ - usisna statička visina dizanja

$H_{st,tl}$ - tlačna statička visina dizanja

ΔH_{us} - hidraulični gubici nastali tečenjem kroz usisnu cijev

ΔH_{tl} - hidraulični gubici nastali tečenjem kroz tlačnu cijev

$\frac{v_{tl}^2}{2g}$ - brzinska visina

Slijedi:

$$\Delta H_{us} = \Delta H_{LIN,us} + \sum_{i=1}^m \Delta H_{LOK,us} \quad (9)$$

$$\Delta H_{tl} = \Delta H_{LIN,tl} + \sum_{i=1}^m \Delta H_{LOK,tl} \quad (10)$$

gdje je:

m - broj mjesta lokalnih gubitaka na cjevovodu

$$\Delta H_{us} = \lambda_{us} \frac{L_{us} \cdot v_{us}^2}{D_{us} \cdot 2g} + \frac{v_{us}^2}{2g} (\xi_{uk} + \xi_{zk}) \quad (11)$$

gdje je:

ξ_{uk} - koeficijent lokalnog gubitka usisne korpe

ξ_{zk} - koeficijent lokalnog gubitka koljena pod 90°

Da bi se odredili gubici u usisnoj cijevi, neophodno je poznavati brzinu v_{us} i koeficijent trenja λ .

$$v_{us} = \frac{4Q}{D_{us}^2 \cdot \pi} \quad (12)$$

Koeficijent trenja λ očitavamo iz Moodyjevog dijagrama.

Gubici u tlačnom cjevovodu:

$$\Delta H_{tl} = \Delta H_{LIN,tl} \quad (13)$$

$$\Delta H_{il} = \lambda_{il} \frac{L_{il} \cdot v_{il}^2}{D_{il} \cdot 2g} \quad (14)$$

Kako se radi o istoj vrsti cjevovoda, zadovoljen je uvjet:

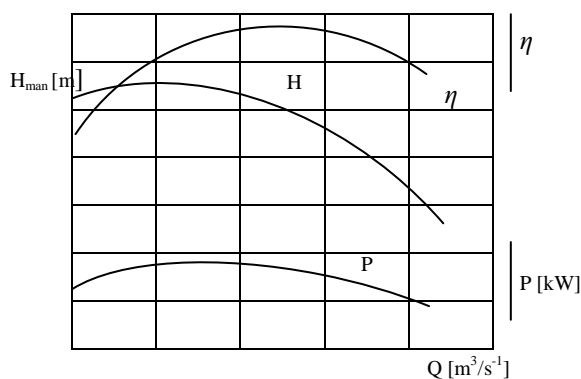
$$\begin{aligned} v_{il} &= v_{us} \\ D_{il} &= D_{us} \\ \lambda_{il} &= \lambda_{us} \end{aligned} \quad (15)$$

Ukupnu visinu dizanja možemo definirati i jednadžbom koja slijedi:

$$H_{UK} = H_{LOK} + H_{LIN} + H_{GEODETSKI} \quad (16)$$

Koeficijent korisnog djelovanja η je promjenjiva veličina za pojedine odnose Q i H_{man} , pumpnih agregata što ovisi i o njihovoj konstrukciji (slika 1.).

Svaka pumpa ima unutarnje gubitke uslijed trenja, tako da se unijeta energija ne iskoristi uvijek 100%, već reducirano na koeficijent korisnog djelovanja η . Najekonomičnije je koristiti pumpne agregate s koeficijentom korisnog djelovanja η_{max} .



Slika 1. Odnos $Q - H$, $Q - P$ i $Q - \eta$

Krivulje $Q - H$, $Q - P$ i $Q - \eta$ su tri osnovne krivulje karakteristika pumpe.

Kod projektiranja pumpnih stanica izbor pumpi provodi se iz proizvodnih kataloga na temelju karakteristika pumpi, tj. $Q - H$, $Q - P$ i $Q - \eta$ krivulja, budući da su svi pumpni agregati tipizirani [7].

3.2. Dimenzioniranje pumpne stanice i odabir pumpi za sistem otpadnih voda za područje Velike Kladaše

Za projektiranje danog objekta potrebno je geodetski snimiti trase polaganja cjevovoda kojima bi se voda dovodila do crpne stanice, te napraviti geološko kartiranje terena na kojem će se graditi sistem. Geološki podaci su iznimno važni, pogotovo za površinski sloj tla na kojem će se kopati jama.

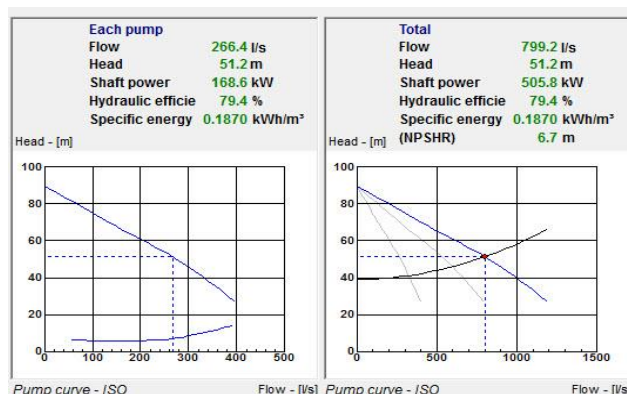
Na temelju proračuna pumpna stanica Velika Kladaša je objekt dimenzije 12.60 m x 9.90 m s prosječnom dubinom podzemnih prostorija od približno 6 m i visinom nadzemnih prostorija od 3 m.

U podzemnim prostorijama smješteno je kompletno pumpno postrojenje sa četiri paralelno vezane pumpe identičnog kapaciteta dobivenog primjenom jednadžbe (2) i jednadžbe (7), i to $Q=264$ l/sec. Kod određivanja ukupnog kapaciteta pumpi, a po prethodno iskazanim jednadžbama, usvojeni su mjerodavni parametri za projektno razdoblje od 20 do 50 godina, gdje se uzelo u obzir da se mjerodavni broj stanovnika povećava do 100 000. Na osnovu opterećenja industrije i usklađenja opterećenja koja nastaju kroz tri smjene, uzeto je u obzir da se kroz industriju u projektnom razdoblju stvara izvjesna količina otpadnih voda i do 50 l/s.

Geodetska visina do postrojenja za pročišćavanje koju ove pumpe trebaju savladati iznosi $H_g = 39,06$ m. S obzirom na dužinu cjevovoda i linijske gubitke koji se javljaju, mora se usvojiti nešto veća visina dizanja pumpi $H_p = 51$ m.

Za teoretski podatak na temelju jednadžbe (7) i (8), kao i za kataloški podatak proizvođača FLYGT, dobivamo radne krivulje za odabir pumpi prikazane na slici 2.

Stvarni dotok u periodu izgradnje i puštanja sistema u rad neće biti jednak predviđenom maksimalnom, te je potrebno prilagoditi rad pumpi. To podrazumijeva neznatno smanjenje visine dizanja pumpe (povećanjem lokalnih gubitaka) kako za zadane protoke linija energije vode na postrojenju ne bi bila veća od 60.46 m. Na taj način se izbjegava uzburkavanje vode na postrojenju i izdvajanje H_2S plinovitih spojeva, kao i nekontrolirano izljevanje fekalija u objekte u koje voda dotječe.

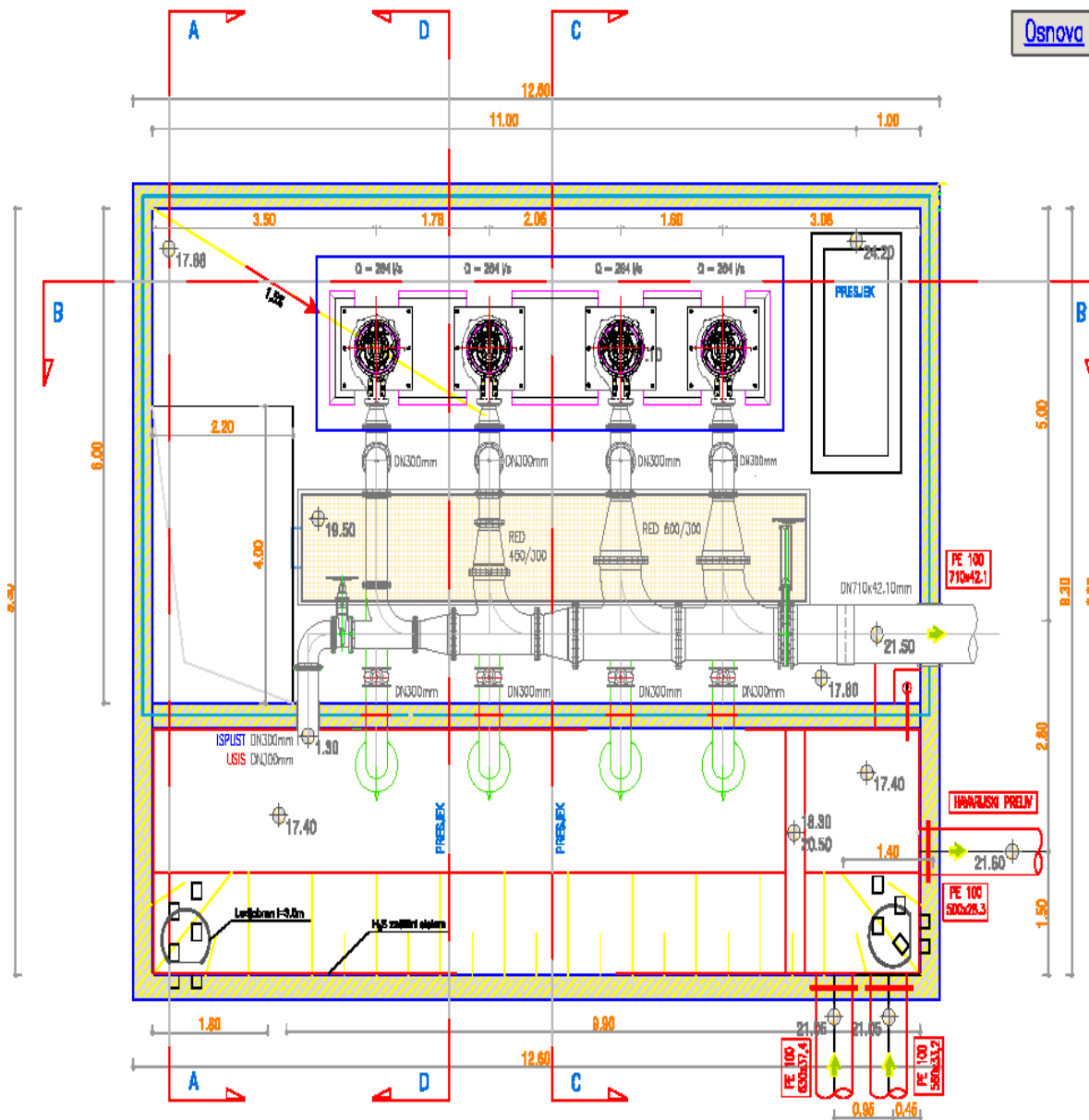


Slika 2. Radne krivulje za odabrane pumpe [8]

U pumpnu stanicu dolaze vode korespondentnim prečnicima cijevi, DN560 mm i DN630 mm, a cjevovod kojim bi se otpadna voda transportirala do postrojenja je polietilen 100 prečnika DN 710 mm sa stjenkom 42.10 mm, u kojem hidraulički gubici iznose: lokalni $H_{izg,lok} = 3.310$ m i linijski $H_{izg,lin} = 8,369$ m, za maksimalne protoke [9].

Izgled pumpne stanice prikazan je na slici 3.

Detaljnija specifikacija pumpi se dobiva direktno od ponuđača pumpi, s obzirom da se dizajn, ukupna efikasnost i snaga pumpi neznatno razlikuju od proizvođača do proizvođača.



Slika 3. Osnova pumpne stanice s prikazom instaliranih pumpi

Nezavisno od izbora proizvođača potrebno je odabrati pumpe koje će moći odvoditi otpadne vode s otpadnim česticama većih dimenzija, sve to zbog toga jer nisu planirane rešetke pred pumpnim postrojenjem, nego tek pred samim postrojenjem za pročišćavanje voda. U tom pogledu tvrtka FLYGT je razvila posebna tzv. C i N-kola. Ona imaju odgovarajući promjer radnog kola poboljšan za to razvijanim noževima koji kidaju veće komade i sprečavaju zamotavanje i zaglavljivanje vlaknastih materijala u radnom kolu, a samim tim produžavaju radni vijek pumpi.

U tabelama (tabela 1.) u nastavku dane su hidrauličke karakteristike pumpi koje su odabrane za ovo projektno rešenje. Tabele redom odgovaraju prvoj, drugoj, trećoj i četvrtoj pumpi, što se vidi po kumulativnom protoku na koji se računa brzina vode u

cijevi. Usvojena razina gašenja svih pumpi je na 80 cm od donje ploče rezervoara, a razine na kojima se pumpe uključuju su usvojene na temelju preciznog balansa vode u rezervoaru.

Osim usvojene razine gašenja svih pumpi na 80 cm, potrebno je ugraditi i signalnu sondu na 60 cm koja aktivira alarmni sistem u slučaju ne gašenja pumpi na preciziranom nivou.

Svaka pumpa osim prve ima i svoj vlastiti signal gašenja, i to 1.40 m, 2.40 m, 3.0 m respektivno, za drugu, treću i četvrtu pumpu. Ovim se omogućava dinamički izbalansiran režim uključivanja i isključivanja pumpi, s time da se pumpe ne smiju uključivati više od 15 puta na sat [8]. Time se osigurava optimalan rad pumpi u odnosu na vijek trajanja i na hidrauličku efikasnost. Dispozicija pumpi prikazana je u osnovi pumpne stanice (slika 3.), na

kojoj se može vidjeti da je projektirana specijalna cijevna konstrukcija koja prihvaća potisne cjevovode sve četiri pumpe, a zatim se povezuje na glavni transportni sistem.

PS VELIKA KLADUŠA

JEDNA PUMPA AKTIVNA				ISTOVREMENI RAD 2 PUMPE			
264 l/sec	Qp/Quk	791/sec		532.8 l/sec	Qp/Quk	791/sec	
D	0,6258 m	Hp	51,00	D	0,6258 m	Hp	51,00
A	0,308 m ²	Hst	39,06	A	0,308 m ²	Hst	39,06
Q	0,27 m ³ /s			Q	0,60 m ³ /s		
V	0,866 m/s	Nivo	2,50	V	1,948 m/s	Nivo	3,50

ISTOVREMENI RAD 3 PUMPE				REZERVA SISTEMA			
791 l/sec	Qp/Quk	791/sec		791 l/sec	Qp/Quk	791/sec	
D	0,6258 m	Hp	51,00	D	0,6258 m	Hp	51,00
A	0,308 m ²	Hst	39,06	A	0,308 m ²	Hst	39,06
Q	0,79 m ³ /s			Q	0,79 m ³ /s		
V	2,572 m/s	Nivo	3,70	V	2,572 m/s	Nivo	3,80

*Hp	- odabrana visina dizanja pumpe
*Hg	- geodetska visina koju treba savladati pumpama
*D	- prečnik potisne cijevi
*A	- površina proticajnog profila
*Q	- količina vode koju propušta odabrani prečnik cijevi pri ispunjenosti od 100%
*V	- ostvarena brzina vode u cjevovodu [0,60 - 3,60 m/s]
*Nivo	- dubina vode u rezervoaru, na kojoj se pumpa aktivira

Slika 4. Karakteristike pumpi odabranih za pumpnu stanicu Velika Kladuša

Spomenuta konstrukcija je sastavljena od fazonskih komada, T-komada s poboljšanim hidrauličkim karakteristikama (tzv. radijalni t-komadi), cijevnih elemenata i neophodnih zasuna kako bi pumpe bile zaštićene od nepredviđenog ponašanja sistema. Svi fazonski komadi i cijevni materijal u pumpnoj stanici bit će napravljen od lijevanog čelika s unutarnjom epoksidnom oblogom kao zaštitom od agresivnog rada otpadnih voda.

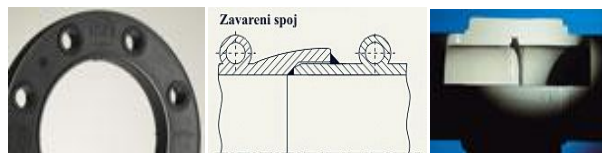
Elementi se spajaju na dva načina. Elemente koji povezuju pumpe i kolektorsku građevinu treba povezati preko flanši jer se na taj način osigurava lako održavanje i remont pumpi. Svi ostali elementi povezuju se zavarivanjem, čime se postiže efikasnost projektiranog sistema, a cijene su znatno niže u odnosu na flanšni način povezivanja (slika 5.).

Svi zatvarači su tipa zasuna da bi se otklonili dijelovi koji bi u cjevovodu bili mjesta suženja, nakupljanja otpadnih tvari ili čak začepljenja.



Slika 5. Fazonski komadi [4]

S obzirom na to da su elementi u pumpnoj stanici od lijevanog čelika, a da su linijski cjevovodi od polietilena već definiranih karakteristika, potrebno je napraviti blagovremeni i hidraulički povoljan prijelaz s jednog na drugi materijal. Za takve slučajeve najprihvatljivija je upotreba PE tuljka koji bi bio postavljen odmah nakon glavnog zasuna DN600 mm. On bi se nakon toga spajao s polietilenskom cijevi fuzijskim zavarivanjem preko spojnice.



Slika 6. Elementi za spajanje pumpnog sistema i cjevovoda [5]

Ovakvim sistemom pumpi, međusobno povezanih i različitih kapaciteta, zahvaća se voda iz podzemnog rezervoara maksimalne zapremine 125 m³ s kotom maksimalne razine vode od 21.40 m. Do ove razine sukcesivno se na različitim rastojanjima uključuju prvo jedna, zatim druga pumpa, dok se na kraju ne uključe sve tri pumpe koje mogu pumpati cijeli dotok koji pristiže u rezervoar. Četvrta pumpa predstavlja aktivnu rezervu i njeno uključivanje definirano je automatskim radom pumpi, koji isporučuje sam proizvođač pumpi. Razine na kojima se pumpe uključuju dane su u sklopu tabela prikazanih na slici 4.

U slučaju nestanka struje, ulogu pokretanja pumpi preuzimaju agregati projektiranih snaga koji će biti instalirani pored objekta pumpne stanice u posebnom kućištu ili u tvorničkim spremnicima. Agregati se projektiraju tako da pokrivaju istovremeni rad tri pumpe koje su dovoljne za nesmetano pumpanje protoka. U konkretnom slučaju, pokretanje tri pumpe predviđenih snaga 215 kW zahtijeva ne manju snagu agregata od 645 kW, te je poželjno usvajanje radne snage agregata od 650 kW. Kako bi se opterećenje od agregata pravilno prenijelo na tlo u skladu s masom i dimenzijama agregata, kao i pozicijom na terenu, potrebno je prije pozicioniranja istog pripremiti armirano-betonsku podlogu s prepustima od 10 cm u odnosu na dimenzije agregata. Debljina podložne ploče ne bi trebala biti manja od 20 cm.

Spoj ulijevnih ili izljevniha cijevi s betonskom konstrukcijom radi se preko gumenih traka debljine 10 mm koje se postavljaju oko cijevi, u širini od 40 cm (po 5 cm prepusta s obje strane zida). Na taj način se postiže dobro začepljenje, sprječava se trenje između cijevi i betonskog zida, a u isto vrijeme dopušta se minimalan rad cijevi uslijed hidrauličkih nepravilnosti (prije svega na potisnom cjevovodu). Guma kao materijal otporan je na agresivno djelovanje fekalnih voda i pratećih kemijskih reakcija. Ovakav spoj predviđen je na potisnim cjevovodima i slučajnom ispustu iz cjevovoda u rezervoar, dok bi se ostali spojevi mogli napraviti u obliku prirubnice koja bi se ugradila u beton pa bi se time ostvarila kruta veza.

Ako dođe do kvara sistema takvog da su pumpe ispravne, nema struje, agregati se ne mogu aktivirati

(kvar na opremi u komandnom ormaru koji regulira rad sistema), ostavlja se krajnja mjera zaštite u obliku fizički izgrađenog sigurnosnog preljeva od materijala PE 100, prečnika DN500 mm sa stijenkom od 28.3 mm. Ovaj sigurnosni preljev će se direktno vezati na gravitacijski cjevovod DN800 mm koji ide direktno od postrojenja za pročišćavanje do riječnog ispusta. Da bi se moglo ostvariti isticanje vode ovom hidrauličkom linijom, neophodno je zatvoriti gravitacijski cjevovod na samom postrojenju elektromagnetnim zasunom. Cjevovod se prazni na dva načina. Najprije se veća zapremina cjevovoda isprazni preko samog rezervoara (ovo je jedino moguće ako se uspostavi zatvoren sistem sa šaht poklopcima koji trpe pritisak i ne propuštaju plinove). Nakon toga manja zapremina vode ostaje u cijevi s obzirom na to da se sigurnosni preljev ne nalazi na najnižoj koti. Ta količina vode se prazni preko muljnog ispusta koji je povezan na sigurnosni preljev. Time se stječu uvjeti za remont cjevovoda ili za njegovo čišćenje ako bude potrebno.

- [7] <http://www.besplatniseminarskiradovi.com/ZastitaZivotneSredine/PreciscavanjeOtpadnihVoda.htm>
 [8] <http://www.flygt.com/>
 [9] <http://cmc-ekocon.ba>

Kontakt autora:

Elvis Hozdić, dipl.ing.mas.
 Tehnički fakultet Bihać
 Dr. Irfana Ljubijankića bb, Bihać
ehozdic@yahoo.com

prof. dr. Milan Jurković, dipl.ing.mas
 Tehnički fakultet Bihać
 Dr. Irfana Ljubijankića bb, Bihać

4. ZAKLJUČAK

Lokalna zajednica općine Velika Kladuša u fazi je projektiranja sistema odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na geografskom području koje gravitira spomenutoj općini. Cijeli sistem sastoji se od mnoštva detalja, a ovaj rad prikazuje pumpni sistem glavne predpumpne stanice kapaciteta koji nadilazi stvarne potrebe. Treba imati na umu da je općina Velika Kladuša mjesto na kojem su prepoznati veliki proizvodni sistemi. Stoga je kroz ovu problematiku skrenuta pozornost na one elemente pumpne stanice koji bitno utječu na vrsnoću i režim rada cjelokupnog sistema. Izgradnja sistema za pročišćavanje otpadnih voda ne samo da je obaveza koju Velikoj Kladuši nameće činjenica ulaska Republike Hrvatske u EU, već i dokaz o zaštiti okoliša i životne sredine općine Velika Kladuša i susjednih općina u Hrvatskoj.

U fazi projektiranja nužno je predvidjeti takvo tehnološko rješenje s mogućnostima prihvata varijabilnih opterećenja, s mogućnošću dograđivanja viših kapaciteta, ali i najmanji nepoželjni utjecaj na okolinu.

5. LITERATURA

- [1] Cetinić, I.: Instalacije vodovoda i kanalizacije, Građevinski fakultet Zagreb, Zagreb, 2005.
 [2] Direktive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy, 2000/60 EC, O.J.NoL. 327, 2000.
 [3] Projekt: Vodoopskrba i odvodnja otpadnih voda Federacije Bosne i Hercegovine za područje općine Velika Kladuša, siječanj 2013.
 [4] <http://mdsinzenjering.com>
 [5] <http://krusik-plastika.co.rs>
 [6] www.wlw.hr/.../projektiranje-sustava-za-odvodnju-otpadnih-voda.as