

Vakumski sistem kanaliziranja upotrebljenih voda

UDK: 628.3+621.522.1

Čaba Šanta¹
Gergely Fabry²

ABSTRAKT: Vakumski sistem kanaliziranja se u poslednjih nekoliko godina pojavljuje na području Vojvodine kao alternativa dosadašnjem gravitacionom sistemu. Razlozi za ovo su specifičnosti koje mogu znatno da poskupe izvođenje, kao i eksploataciju gravitacionog sistema, a to se pre svega odnosi na visoke nivoe podzemnih voda, loše geomehaničke karakteristike tla, ravan teren i velika ukopavanja. U radu se iznose osnovni principi rada sistema, prikaz elementa pomoću kojih se formira sistem vakumske kanalizacije, sa osvrtom na njegove prednosti i ograničenja.

Ključne reči: vakumska kanalizacija, vakumska pumpa, HDPE cevi

Vacuum sewerage system

ABSTRACT: In last couple of years, vacuum sewerage system appears on the territory of Vojvodina as an alternative to the existing gravitational system. The reasons for that are some specific characteristics that can increase the costs of the construction and exploitation of the gravitational system, such as: high level of underground waters, poor geo-mechanical characteristics of soil, plane terrain and deep pipeline position. This study shows the basic principals of vacuum sewerage system's function, description of the elements that create the vacuum sewerage system, together with the analysis of its advantages and limitations.

Key words: vacuum sewerage, vacuum pump, HDPE pipes

¹ Čaba Šanta, dip.ing.građ., Zavod za vodoprivredu, Subotica,

² Fabry Gergely, dipl.ing., Axis Mérnöki Kft, Budapest, Mađarska

1. UVOD

Prinudni sistemi odvođenja otpadnih voda se zasnivaju na tehničkim principima, koji su sa fizičkog i tehničkog aspekta odavno rešeni. Međutim, njihova šira primena je započeta tek pre nekoliko decenija, sa usvajanjem novih materijala i naprednih tehnologija.

Zahtevi za potpuno zatvorenim sistemom kanalisanja, racionalizacijom količine ugrađenog materijala, smanjenjem potrebnog rada pri izvođenju kanalizacione mreže, naponi za smanjivanje nepovoljnih uticaja na životnu sredinu pri građenju i pri eksploataciji, bili su glavni katalizatori realizacije prinudnih sistema odvođenja. U okviru prinudnih sistema odvođenja otpadnih voda, sistem vakumske kanalizacije predstavlja jedno od mogućih tehničkih rešenja.

U mnogim državama sveta uspešno funkcionišu vakumski sistemi kanalisanja. Primena odvođenja pomoću vakuma je prisutna kod naših susednih zemlja i na teritoriji bivših Republika zajedničke države. Kod naših severnih suseda, prvi vakumski sistem je izgrađen 1994. godine. Od tada pa do danas, u Mađarskoj je položeno više od 700 km ulične vakumske mreže, u 40-tak naselja. U Republici Sloveniji se takođe vakumski sistem kanalisanja nalazi u funkciji već nekoliko godina. Realizacija vakumske kanalizacije je započeta u Rumuniji i u Hrvatskoj. Na teritoriji Vojvodine, u naselju Bački Petrovac, 2005. godine je započeta izgradnja jednog vakumskog sistema, a u Srbiji je izrađeno nekoliko projektnih dokumentacija vakumske kanalizacione mreže. Najrasprostranjeniji patentirani sistemi vakumske kanalizacije poznati su pod imenima: Airvac, Iseki i Roevac. Principi izvođenja glavnog vakumskog voda i rad navedenih sistema je veoma sličan. Pored navedenih, na svetu postoji još nekoliko sistema.

Vakumski sistem kanalisanja je primenjiv za transport upotrebljenih voda.

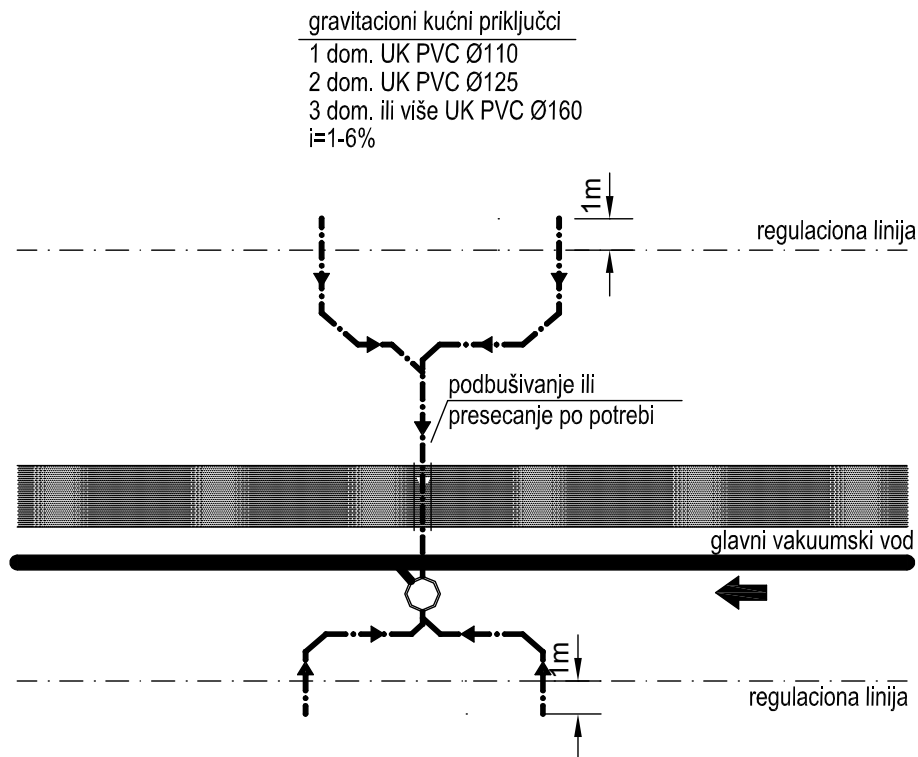
2. TEHNIČKA REŠENJA SISTEMA

2.1 Princip rada

Prinudni sistem znači da unošenjem energije primoravamo fluid (u konkretnom slučaju upotrebljenu otpadnu vodu) da promeni svoj položaj. Kod sistema vakumske kanalizacije cilj je obezbeđivanje transporta upotrebljenih voda. Ovim sistemom pre svega se može rešavati odvođenje otpadnih voda stambenih kuća, manjih stambenih zgrada, javnih objekata srednje veličine, specifičnih kompleksa, većih brodova i sl. Sistem za transport vode, koji se zasniva na fizičkoj pojavi prema kojoj, ako u jednom zatvorenom prostoru (vakumska mreža, rezervoar) pritisak snizimo ispod atmosferskog, onda u tački otvaranja sistema na osnovu razlike pritiska (atmosferski pritisak i vakum) fluid ulazi u sistem. Ovu pojavu moguće je obezbediti pomoću tehničkih elemenata. Najbitniji elementi sistema kod vakumske kanalizacije su vakumska mreža, vakumski ventili i vakumske, odnosno muljne pumpe, koje automatski rade.

Vakumski sistem kanalisanja se formira od potpunog zatvorenog sistema cevovoda, u kojem se konstatno održava podpritisak. Stvaranje vakuma se vrši u vakumskoj stanici. Pojedinačni korisnici sistema se gravitaciono priključuju na vakumski sabirni šaht, smešten na javnoj površini. U ovom šahtu se nalazi vakumski ventil, koji se na osnovu povišenog nivoa upotrebljene vode u crpnom bazenu automatski otvara. Razlika između atmosferskog pritiska u crpnom bazenu i vakuma na

kraju usisnog voda, u vrednosti između 0.25 i 0.50 bara, velikom brzinom prihvata upotrebljenu vodu u glavni vakumski vod. U vakumskom vodu, dvofazni fluid sastavljen od upotrebene vode i vazduha, na osnovu razlike pritiska, sa početnom brzinom tečenja od oko 8 m/s, biva transportovan u sabirni rezevoar u vakumskoj stanici. Transport fluida u vakumskom vodu se ostvaruje na osnovu "klipne strujne slike", poznate iz tehnike pneumatskog transporta. Pražnjenje sadržaja crnog bazena zapremine između 40 i 50 l se odigrava za oko 3 s, a nakon toga se još nekoliko sekundi uvlači vazduh.

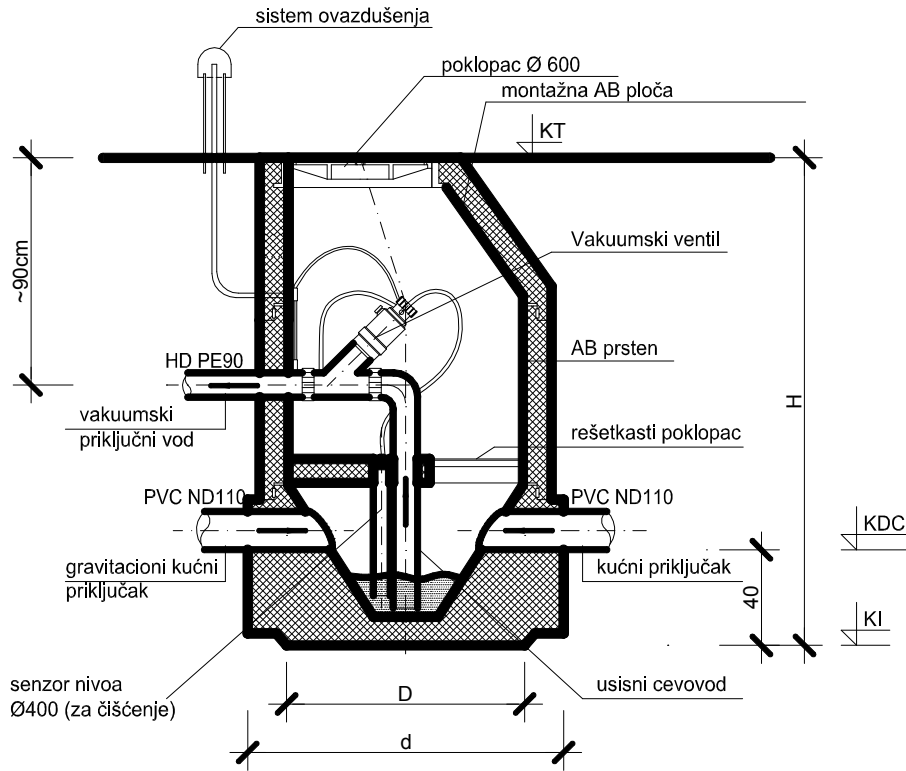


Slika 1. Tipiko rešenje priključenja korisnika na vakumsku mrežu

2.2 Formiranje vakumskog sabirnog šahta

Vakumski sabirni šaht se izrađuje od betonskih ili plastičnih prefabrikovanih elemenata, čiji se unutrašnji prečnik izvodi u dimenzijama od 80 do 100 cm. Dubina šahte je oko 200 cm. Šaht je vertikalno podeljen na dva funkcionalna dela. U donji deo, 5 cm iznad dna hidraulički oblikovanog crnog bazena, je spušten usisni cevovod. Ekscentrično postavljen usisni cevovod obezbeđuje vrtložno mešanje otpadne vode pri pražnjenju. Iznad crnog bazena je uliv gravitacionih priključaka. U gornjem delu se nalazi automatski ventil. Od ventila polazi priključni vod, koji se pomoću kose račve povezuje na glavni ulični vakumski vod. Automatsko otvaranje ventila se obezbeđuje na osnovu merača pritiska, koji radi na principu promene pritiska. U sabirnom šahtu vlada atmosferski pritisak i vakum ne dostiže do sistema unutrašnje kanalizacije korisnika. Broj priključenih korisnika na sabirni šaht zavisi od protoka i prečnika vakumskog ventila i varira u zavisnosti od proizvođača. Kod manjih prečnika ventila (Roovac, Airvac ventil je prečnika 65 mm) jedan korisnik se priključuje na jedan sabirni šaht.

Kod većih prečnika (Iseki Airvac 90 mm), na jedan sabirni šaht se priključe 4 do 6 domaćinstava. Priključivanje javnih zgrada i stambenih objekata se određuje u funkciji očekivane količine upotrebene vode i postavlja se jedan ili više komada šahтова. Postoje dve vrste ventila, membranski i klipni. Ugradnja membranskih ventila u nekim zemljama je zabranjena. Na slici 2 je prikazan jedan tipski vakumski šaht sa svim ugrađenim elementima, a na slici 3 fotografija vakumskog ventila.



Slika 2. Tipski vakumski šaht od montažnih betonskih elemenata



Slika 3. Vakumski ventil

2.3 Formiranje mreže

Podpritisak koji se stvara u vakumskoj stanici je između praktičnih vrednosti od 0.5 do 0.7 bar i kroz glavni i priključni vakumski vod se prostire do vakumskih ventila. Glavni i priključni vakumski vod se formiraju kao granata mreža. Princip transporta fluida isključuje mogućnost formiranja prstenaste mreže. Na granatoj mreži, na adekvatnom rastojanju, zatvaračima se obezbeđuje sekcioniranje između višeg i nižeg ranga vakumskih vodova i kod račvanja dužih grana. Uglavnom se primenjuju zatvarači sa ravnim dnom i gumenim zaptivanjem.

Dubina ukopavanja cevovoda se određuje u funkciji saobraćajnog opterećenja, zaštite od smrzavanja, načina ugrađivanja ventila, vertikalnog položaja drugih izgrađenih podzemnih infrastrukturnih objekta i sl. U našim uslovima dubina temena cevi se kreće između 100 i 150 cm. Bitna razlika u postavljanju vakumske kanalizacije, u odnosu na potisnu kanalizaciju, je da vakumski vod u podužnom pravcu mora da ima pad. Minimalni propisani pad je različit i zavisi od patentiranih proizvođača, odnosno od nacionalnih propisa. Uobičajeno je da je minimalni pad ograničen između vrednosti od 2 ‰ do 5 ‰. Pored toga, na određenom rastojanju, potrebno je obezbediti sabirna mesta za formiranje vodenog čepa, koji potpuno ili delimično zatvara poprečni profil cevovoda. Ovo se postiže vertikalnim dizanjem nivelete cevovoda, pomoću ugradnje dva luka od 45°. Ova mesta se nazivaju "liftovima". Visina dizanja nivelete kod liftova je 30 cm. Bitna razlika između različitih sistema proizvođača elemenata za vakumsku kanalizaciju je u zahtevu za zatvaranje protočnog profila kod liftova. Zatvoreni lift je slučaj kada se protočni profil potpuno zatvara, a otvoreni lift je slučaj kada otpadna voda delimično ispunjava protočni profil. Neki sistemi zahtevaju korišćenje samo zatvorenih ili otvorenih liftova, a neki traže kombinovanu primenu. Obe vrste sistema funkcionišu, ali kod sistema sa delimično otvorenim poprečnim profilima, hidraulički gubici su manji. Vakum kod potpuno otvorenog sistema može da dopre direktno od rezevoara do zadnjeg vakumskog ventila. Kod potpuno zatvorenog sistema vakum dopire indirektno.

Velika prednost vakumske kanalizacije je da u horizontalnom i vertikalnom pravcu može da zaobilazi postojeće podzemne objekte i prepreke, a da pri tome nema finansijski uticaj na izvođenje ostalog dela cevne mreže. Na vakumskoj mreži nije potrebno izraditi revizione šahtove. Istaloženje materijala u sistemu cevovoda praktično je sprečeno velikim brzinama tečenja i samoprečišćavajućim efektom čepa, formiranog od dvofaznog fluida (otpadna voda + vazduh).



Slika 4. Spajanje toka vakumske glavne mreže u Bačkom Petrovcu

U podužnom pravcu, niveleta vakumskog voda može da se prilagodi terenskim uslovima prema sledećem:

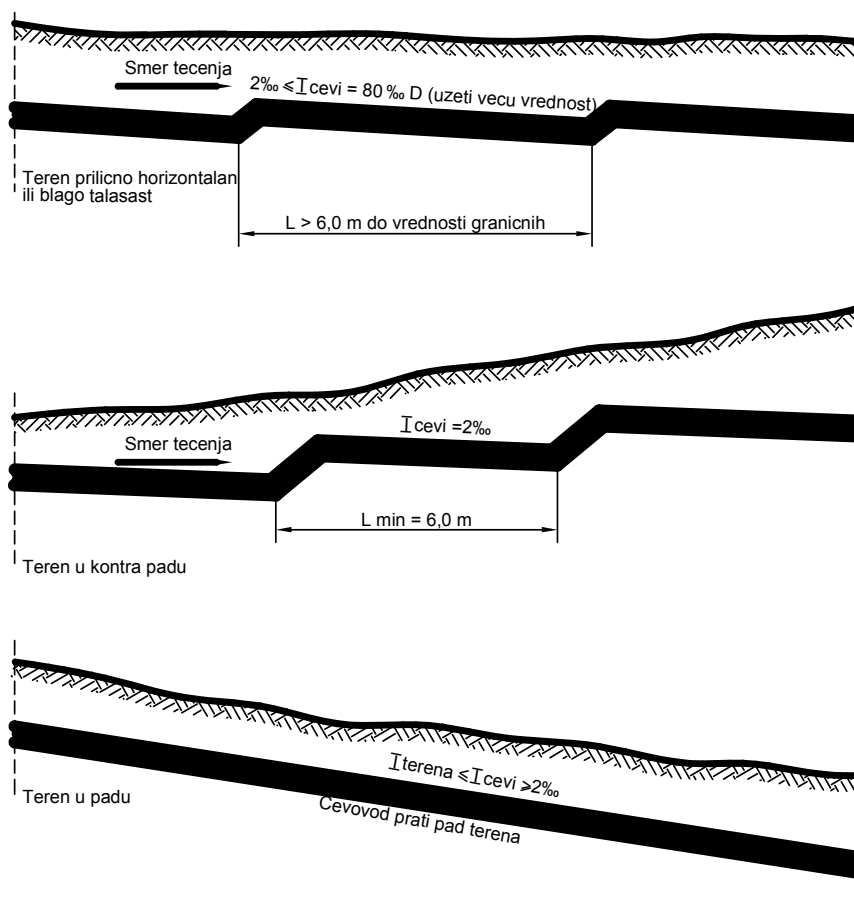
1. U slučaju horizontalnog terena, odnosno pada terena manjeg od minimalnog potrebnog pada cevi, niveleta cevi se vodi paralelno sa terenom u opsegu usvojene dubine (npr. teme cevi se postavlja na dubinu od 1.00 do 1.30 m) u testerastom obliku koji se formira liftovima.
2. U slučaju pada terena većeg od minimalnog potrebnog pada, niveleta cevi se vodi paralelno sa padom terena bez ugradnje liftova.
3. U slučaju kontra pada terena, niveleta cevi se vodi u opsegu usvojene dubine u testerastom obliku.

Šema podužnih profila je prikazana na slici 4.

Neophodan element funkcionalnog rada vakumskog sistema kanalizacije je tačna izrada nivelete.

Važan element vakumskog cevovoda je zaptivenost sistema. Ako iz bilo kojeg razloga vazduh ulazi u sistem, isti se mora evakuisati, što zahteva angažovanje dodatne energije. Vazduh u sistem može da dopre samo kroz vakumske ventile, sa ciljem transporta jedinice upotrebljene vode. I u ovom slučaju treba se truditi da količina vazduha bude što manja. Kod modernih vakumskih ventila, vreme trajanja otvorenog ciklusa se može podesiti nameštanjem dinamike rada ventila.

Vakumska mreža može da se izvede od cevi koje su izrađene od različitih materijala. Uobičajeno rešenje je od PVC materijala, sa međusobnim spajanjem cevi i fazonskih komada gumenim zaptivanjem ili lepljenjem. Gumene zaptivne prstenove moraju biti izrađeni od kvalitetnog materijala i profila koji je podoban za vakumsko zaptivanje. Primena gumenih zaptivača je često korišćena u Sjedinjenim američkim državama. Međutim, njihovi standardi za prečnike PVC cevovoda ne odgovaraju evropskim standardima, pa stoga nije moguće uvesti samo gumene prstenove, a uvoz PVC cevi nije rentabilan. Primera za spajanje PVC cevi tehnologijom lepljenja ima i u susednoj Mađarskoj, ali proces starenja lepka nije u potpunosti poznat proces.



Slika 5. Šema podužnih profila u funkciji pada terena i smera tečenja

Prema današnjem stanju tehničkog razvoja i stečenog iskustva u široj okolini, izgleda da su najpogodniji materijali za izradu vakumske mreže polietilenski cevovodi. Danas se koriste PEHD cevi prečnika 80 i 100 mm. Cevi izrađene od obe vrste PE materijala dolaze u obzir, ali je važno da SDR vrednost (odnos spoljašnjeg prečnika i debljine zida) bude 17.6, ili manje. U tabeli 1 su navedeni prečnici vakumskih cevovoda koji se koriste kod sistema sa vakumskim ventilom prečnika 90 mm.

Tabela 1. Prečnici vakumskih cevovoda

	Spoljašni prečnik cevi D [mm]	Debljina zida S [mm]
priključni vod	90	5.1
glavni vakumski vod	110	6.3
glavni vakumski vod	125	7.1
glavni vakumski vod	160	9.1
glavni vakumski vod	200	11.4
glavni vakumski vod	250	14.2

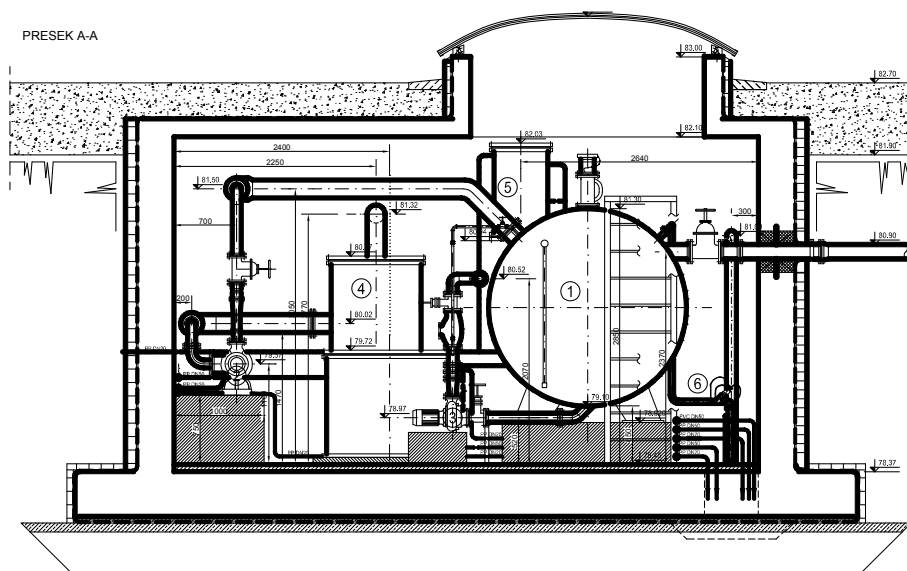
Cevi koje se isporučuju u koturu se kod vakumske kanalizacione mreže ne mogu koristiti, jer se predviđeni padovi dna mogu izvesti samo cevima koje se isporučuju u pravim komadima (dužine od 6 do 12 m). Neki proizvođači HDPE cevi (slično oznakama cevi za vodovod - plava boja ili gasovod - žuta boja) posebno označavaju cevi za primenu izrade vakumskog voda podužnom trakom braon boje.

Dužina granate mreže se određuje u funkciji protoka i visinskih uslova terena. Granični uslov je funkcija broja liftova koji se ugrađuju na jednoj grani.

2.4 Vakumska crpna stanica

Centralni deo sistema vakumske kanalizacije je vakumska crpna stanica. Formiranje vakuma, sakupljanje otpadne vode, dalji transport, upravljanje, kontrola rada sistema, merenje kapaciteta (hidrulički i elektronski) se dešava u okviru ovog objekta.

Upotrebljena voda, koja je transportovana u sistemu cevne mreže pomoću vakuma, izliva se u jedan čelični rezervoar. U gornji deo vazdušnog dela rezervoara su priključeni usisni vodovi vakumskih crpki. Vakum se stvara pomoću rotacionih vakum pumpi sa vodenim prstenom. Minimalni broj instalisanih vakum pumpih je dva, a često se ugrađuju tri jedinice. Regulacija rada vakumskih pumpi vrši se na osnovu merača pritiska. Odvod vode iz rezervoara se vrši muljnim pumpama, čiji je usisni vod priključen na donji deo rezervoara. Funkcija muljnih pumpi je identična sa funkcijama relejnih crpnih stanica, koje se primenjuju kod gravitacione mreže u uslovima ravničarskog terena. Regulacija rada muljnih pumpi se vrši na osnovu nivometara. Odvod upotrebene vode se vrši na Postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda ili u neki drugi recipijent npr. u gravitacionu kanalizacionu mrežu. Uobičajeno je da se na odvodnom vodu vrši merenje proticaja, koji je pored trenutnog prikaza proticaja snabdeven i funkcijom sumiranja zbirnog protoka. Rad vakumske crpne stanice je potpuno automatizovan preko PLC-a. Upravljanje radom se vrši preko računara na osnovu računarskog programa, koji kordinira pojedinačno pokretanje elektromotora, obrađuje i arhivira relevantne podatke o radu sistema. Pored automatskog, obezbeđene su i ručne komande. Preko prenosa analognih ili digitalnih signala može se obezbediti i daljinski nadzor, odnosno upravljanje.



Slika 6. Presek vakumske stanice

Potrebna površina za smeštaj opreme se kreće od 25 do 60 m², zavisno od veličine sistema. Objekat može da se izvede ukopano, polukopano ili iznad terena. Celishodno je da se objekat izvede ukopano. Zidovi i ploče objekta uglavnom se izrađuju od vodonepropusnog betona.



Slika 7. Ukopana vakumska stanica - Tizsakécske

U slučaju nestanka energije, puferski kapacitet sistema minimalno iznosi oko 6 h. Ovo se obezbeđuje unutar vakumskog sabirnog šahta zapreminom koja iznosi najmanje 25% prosečne dnevne količine otpadnih voda priključenih korisnika, s tim da se deo zapremine obezbeđuje u gravitacionom priključnom vodu. Veća sigurnost se obezbeđuje dvostranim napajanjem električnom energijom ili obezbeđivanjem priključenja fiksnog ili mobilnog agregata.



Slika 8. Ukopana vakumska stanica sa nadzemnim delom - Monor

Centralni deo sistema treba izvesti prema najboljem odnosu kvaliteta i troškova. Projektovanje i izvođenje štedljivih rešenja ne sme ugroziti korektno formiranje i pouzdan rad vakumske stanice.



Slika 9. Prikaz hidromašinske opreme u vakumskoj stanici

2.5 Sistem monitoringa

Sastavni deo vakumske kanalizacije može da bude i ciljno razvijen sistem monitoringa, koji na jednom centralnom mestu prikazuje otvoren ili zatvoren položaj vakumskog ventila. Sistem se formira od dvožilnog zaštićenog kabla, koji redno povezuje ventile. Kontrola rada vakumskih ventila ima niz prednosti. Često otvaranje ventila u noćnom režimu, za vreme kiše, indikuje ilegalno priključenje atmosferskih voda na kanalizaciju upotrebljenih voda. Slično, u noćnom režimu rada, bez atmosferskih padavina, često otvaranje ventila pokazuje infiltraciju podzemne vode u gravitacionom priključnom vodu. Pored toga, sistem monitoringa obezbeđuje i centralno praćenje količine transportovane vode u sistemu, po šahtovima.

2.6 Kratak prikaz prednosti i ograničenja

Iz principa prinudnog sistema proizilazi da potrebne padove kod cevovoda ne određuju pravila gravitacionog tečenja, nego pravila koja su određena za predmetni slučaj transporta.

Vakumske cevovode, u našim klimatskim uslovima, je dovoljno postaviti ispod granice smrzavanja. Međutim, u praksi je potrebno iskopati rov dubine između 1,3 do 1,8 m, jer su u naseljima već prethodno izrađeni ostali podzemni infrastrukturni objekti, kao i njihovi kućni priključci. Zbog toga smo primorani da vakumsku kanalizaciju izvodimo ispod ovih, postojećih instalacija. I pored navednih ograničenja, za izradu

rova za vakumske vode treba iskopati manje zemlje nego kod gravitacione mreže. Ovaj odnos se kreće između 40 i 60 %.

U slučaju visokog nivoa podzemnih voda, klasičnu kanalizacionu mrežu možemo izvesti samo nakon snižavanja podzemnih voda muljnim pumpama ili iglofiltrima, u zavisnosti od geomehaničkih uslova. Manje dubine iskopa kod sistema vakumske kanalizacije često omogućavaju potpuno izostavljanje radova na snižavanju podzemne vode. Potreba za izradom zahtevne podgrade se takođe smanjuje.

Trasa vakumske kanalizacije, sa projektantskim nadzorom, se lako prilagođava terenskim uslovima (izbegavanje podzemnih prepreka). Horizontalna trasa, uz održavanje zaštitnih rastojanja od ostalih podzemnih instalacija, se postavlja u zelenom pojasu ili pored ivičnjaka. U slučaju potrebe vođenja trase u čvrstom kolovozu, zbog potrebe za izradom užih rovova, indirektno se smanjuju troškovi na uspostavljanju prethodnog stanja.

U slučaju eventualnog defekta na funkcionalnom sistemu (oštećenje cevovoda, pukotina) sistem ne zagađuje okolinu, jer se vrši usisavanje. Ovu prednost ne obezbeđuje ni jedan drugi sistem odvođenja otpadnih voda.

U slučaju vakumske kanalizacije u okolini privatnih parcela, nema potrošnje električne energije. Ovo znači da je angažovana snaga mnogo manja u odnosu na potisni sistem kanalizacije i izostaje potreba za pojedinačnim rešavanjem zaštite od dodira.

Vakumska kanalizaciona mreža poseduje samoprečišćavajući efekat, jer je srednja brzina tečenja dvofaznog fluida u sistemu između 4,5 i 5,5 m/s. Zagušenje cevovoda je praktično isključeno. Potreba za redovnim čišćenjem gravitacione kanalizacije visokim pritiskom, kod ovog sistema izostaje.

Izgradnjom vakumskog sistema kanalizacije se štedi i potreba za zauzimanjem građevinske parcele, jer 2 - 3 relejne crpne stanice izgrađene na gravitacionom vodu, zamenjuje jedna vakumska stanica.

Vakumska stanica je izgrađena kao potpuno zatvoreni sistem i snabdeven je biofiltrima, koji isključuje emisiju mirisa u životnu sredinu.

Emisija buke električnih motora i pumpi je zanemarljiva, pošto se oprema u najvećem broju slučajeva smešta u ukopani deo objekta.

Periodični transport otpadne vode se ostvaruje sa promenom laminarnih i turboletnih tečenja usled potisnih i usisnih sila, formiranih od vazдушnih čepova. Unošenje vazduha u sistem dovodi do prethodne aeracije, što je povoljno sa aspekta kvaliteta otpadne vode, kao i sa aspekta prečišćavanja u narednoj fazi. Ovi efekti kod sistema potisne kanalizacije su isključeni.

Automatski rad sistema, fleksibilni programi prilagođeni za konkretan slučaj, telemetrija, alarmiranje i široke mogućnosti upravljanja, sistem čine kulturnim i obezbeđuju mobilnost osoblja koje vrši održavanje sistema.

Važna prednost sistema vakumske kanalizacije je i to da se pri eventualnom kvaru vakumskih ventila isti ne potapaju, servis se radi u suvoj okolini, nasuprot potisne kanalizacije, gde se na pumpe nalepljuju taložive materije i popravka je komplikovanija, te postoji povećana opasnost od zaraze.

Troškovi eksploatacije, pored amortizacije (koja se često ne uračunava kod održavanja kanalizacionih sistema) sastoje se od troškova električne energije (0.35 - 0.80 kW/h m³), materijala za održavanje i servisa, kao i od troškova radne snage. Ukupni troškovi često su ispod eksploatacionih troškova gravitacionih sistema, a pogotovo su ispod eksploatacionih troškova potisne kanalizacije, jer kod vakumskog sistema je isključen povratni tok unutar sistema.

Granicu za realizaciju sistema vakumske kanalizacije postavlja teren sa stalnim promenama reljefa. Iz jedne vakumske stanice je moguće savladati visinsku razliku od oko 4 - 4.5 m, jer bi funkcionalan rad sistema, pored ukupnih energetske gubitaka u sistemu cevovoda, zahtevao podpritisk u vrednosti između 2.0 - 2.5 bar kod najudaljenijeg vakumskog ventila. Prema tome, izrada vakumske kanalizacije u brdskim predelima nije opravdana.

Izrada mreže vakumske kanalizacije je zahtevna u pogledu ostvarivanja predviđenih padova, što iziskuje pojačanu pažnju i tehnološku disciplinu tokom izvođenja radova.

3. ZAKLJUČAK

Izvoditi i održavati modernu mrežu i vakumsku stanicu sa savremenom automatikom moguće je samo sa naprednim shvatanjima.

Svakako treba zaključiti da je dobro rešavanje sistema kanalizacije moguće nakon analize više varijantnih rešenja, uključujući i razna raspoloživa tehnološka rešenja. Primeniti prinudne sisteme na mestima gde imamo ravnomeran pad prema vodoprijemniku i gde vladaju povoljni geomehanički uslovi, nije rentabilno.

U slučaju etapnog izvođenja, kada se u prvoj etapi izgradi vakumska stanica, nastavak postaje veoma ekonomičan. U ovom slučaju, u izgrađenoj crpnoj stanici se eventualno može predvideti zamena dela hidromašinske opreme, pre svega vakumskih pumpi.

Reljefna karta Vojvodine, vladajući uslovi terena i relativno visok nivo podzemne vode, dovodi do kranjeg zaključka, da na ovom prostoru svakako vredi izanalizirati mesto vakumske tehnologije odvođenja otpadnih voda u odnosu na druge sisteme.

Može se istaći da je sistem vakumske kanalizacije u mnogim elementima rešenje slično sistemu potisne kanalizacije, a sa aspekta održavanja higijene i zaštite od dodira je i povoljnije. Napredni karakter nije sporan, kod tehnologije sistema se može naći bezbroj elemenata modernih rešenja, počev od zatvarača do upravljačkih jedinica.

Prisustvo predstavnika najpoznatijih sistema proizvođača glavnih elemenata vakumske kanalizacione mreže za potencijalne investitore nudi mogućnost upoređivanja, koje ne treba izostaviti, čak ni u slučaju kada to predstavnici ostalih sistema osporavaju.

Literatura

1. Dankos D.A., Fábry F.Gy., Lőrnc A. L.A., Váci V.Gy. (1994) Vákuumos szennyvíz elvezetés Egy környezetbarát megoldás, Kárpát - medence vízkészlete és vízi környezetvédelme kongresszus, II kötet 1087-1090.
2. Lovas, L.L. (1999), A vákuumos szennyvízszállítás mint életképes alternatíva, Vízmű Panoráma, VII évfolyam 2. szám, 22 - 25.
3. Šanta, Š.Č. (2004), Glavni projekat kanalizacije naselja Bački Petrovac, Zavod za vodoprivredu, Subotica 108/2004,
4. Šanta, Š.Č. (2006), Glavni projekat kanalizacije naselja Kulpin, Zavod za vodoprivredu, Subotica 67-G/2004,
5. Zavod za standardizaciju, (2004) Vakuumski kanalizacioni sistemi izvan zgrada JUS EN 1091:2004