

PODTLAČNA KANALIZACIJSKA OMREŽJA V SLOVENIJI

VACUUM SEWERAGE SYSTEMS IN SLOVENIJA

Franc Maleiner, univ. dipl. inž. kom.
Sojerska 43, 1000 Ljubljana

Strokovni članek
UDK: 628.2(497.4)

Povzetek | Širom Slovenije se načrtujejo ter gradijo številna podtlačna komunalna kanalizacijska omrežja. Dober gospodar pri tem ne izbere le najcenejše investicijske ponudbe, temveč strokovno preveri in se odloči za ekonomsko, tehnološko ter ekološko najugodnejšo celotno rešitev. Sledeča primerjava prednosti ter pomanjkljivosti doslej pri nas uporabljenih tehnologij naj bo v pomoč investitorjem, predvsem pa kasnejšim uporabnikom pri iskanju optimalnih rešitev na tem področju.

Summary | A large number of municipal vacuum sewerage systems are being planned or built throughout Slovenia. A good manager will not just pick the cheapest offer, but he will also scrutinize the offer with regards to technical, ecological, and economical aspects and will go for the best overall solution. The following comparison of benefits and disadvantages of the technologies currently in use in Slovenia, should help investors and future users in finding the optimal solution in this area.

1 • UVOD

Širom Slovenije se pospešeno načrtuje in odloča o gradnji številnih podtlačnih (nekateri jih imenujejo tudi vakuumskih) komunalnih kanalizacijskih omrežij. Izvedba kanalizacijskih omrežij se pri nas običajno poverja na podlagi strokovno pomanjkljivih razpisov del, ki upoštevajo izključno le investicijske stroške (ki se deloma krijejo iz evropskih ter državnih sredstev), pri čemer se (večinoma iz neznanja) spregledajo za uporabnike bistveno važnejši ekonomski ter ekološki aspekti, ki (na primer premalo ali celo neupoštevani obratovalni stroški) namreč še desetletja po izgradnji teh naprav, direktno ter v celoti (deloma celo nepotrebno) finančno (pre)obremenjujejo uporabnike. V tem strokovnem članku želim, kot pripomoček za iskanje optimalnih ekonomskih ter ekoloških rešitev, prikazati in medsebojno primerjati v Sloveniji na področju podtlačne kanalizacije že uporabljene tehnologije. Od pričetka obratovanja prvega podtlačnega kanalizacijskega omrežja v Sloveniji (Maleiner,

2005) v Logatcu (v začetku leta 2004) so se v Turnišču, Dornavi ter na Ravnah zgradila in že obratujejo še tri nadaljnja podtlačna kanalizacijska omrežja. V Logatcu ter na Ravnah se podtlačni omrežji nahajata v industrijsko-obrtnima conama, dočim omrežji v Turnišču ter v Dornavi zbirata ter odvajata odpadne vode iz pretežno stanovanjskih površin. V Turnišču se je še uporabila klasična tehnologija 2" membranskih ventilov ROEVAC (slika 1) brez daljinskega nadzora delovanja ventilov (monitoringa), v ostalih treh omrežjih pa so se vgradili moderni 3" batni ventili AIRVAC oziroma FLOVAC DN 80 (sliki 2 in 3), opremljeni z daljinskim računalniškim nadzorom posameznih ventilov (monitoringom). Strokovna spoznanja ter praktične izkušnje so v preteklih dveh desetletjih diktirale izredno hiter tehnološki razvoj podtlačne kanalizacije na komunalnem področju (Maleiner, 2006), čemur nekateri ponudniki sledijo le deloma. Nekaj primerov:

- zvečanje pretočnih premerov ventilov iz 2" na 3" oziroma na DN 80 (ki ga na primer membranski ventili iz konstrukcijskih razlogov ne zmorejo),
- standardno pnevmatsko krmiljenje ventilov,
- predvsem v Evropi že standardno opremljanje kanalizacijskih omrežij z daljinskim računalniškim nadzorom delovanja posameznih ventilov (zaradi njihove konstrukcijske izvedbe membranski ventili tega ne zmorejo) itd.

Vedno hitrejšo upadanje števila (pretežno le v Evropi) vgrajenih membranskih ventilov (na račun izrazitih tehnoloških prednosti batnih ventilov, predvsem pa zaradi manjkajočega monitoringa) je po letu 2007 skušal (zaman) preprečiti nemški lastnik (edinega proizvajalca membranskih ventilov na komunalnem področju) s sledečimi ukrepi:

- * z nakupom lastništva do tedaj svetovno največjega ameriškega proizvajalca batnih ventilov AIRVAC Inc.,
- * z odpovedjo ali odkupom AIRVAC-ovih evropskih licenčnih pogodb (za vgradnjo ventilov AIRVAC) in

* s strogo blokado evropskega tržišča za dobave ameriških batnih ventilov AIRVAC.

Skupna reakcija evropskih podjetij za gradnjo podtlačnih omrežij se je nemudoma izrazila v samostojnem razvoju, evropski produkciji ter ponudbi novega batnega ventila FLOVAC DN 80, ki je tako v Evropi takoj zamenjal oziroma na-

domestil ameriške batne ventile. Tehnično osebje teh do tedaj licenčnih ponudnikov podtlačne opreme AIRVAC namreč ni hotelo vgrajevati (v nadomestilo ponujene ter po njihovem mnenju že zastarele) tehnično manj zmogljive, precej dražje ter pomanjkljive membranske tehnologije (brez možnosti daljinskega nadzora – monitoringa).

Medtem ko se izpopolnjeni in na evropski metriki sistem mer prirejeni batni ventili FLOVAC DN 80 izdelujejo na Nizozemskem, so se v Sloveniji razvili in se izdelujejo jaški FLOVAC za celotno Evropo. Vzorčni primeri teh jaškov pa so se medtem dobavili tudi že v Azijo ter Avstralijo.

2 • VENTILI

Vsi v Sloveniji doslej vgrajeni podtlačni ventili se krmilijo pnevmatično na podlagi difference pritiskov. Glede na osnovno zahtevo smernic DIN EN 1091 (točka 5.2.7) sme krmilnik odpirati podtlačni ventil šele pri omrežnem podtlaku, ki znaša vsaj 15 kPa (0,15 bara).

Kosovne sestavine komunalnih odpadnih voda se lahko vnašajo v kanalizacijsko omrežje skozi straniščne školjke. Premer odtočne odprtine standardne straniščne školjke znaša okoli 3 cole ($\approx$ DN 80 mm). Naknadna zožitev pretočnega premera v standardnem 2-colskem podtlačnem ventilu, nameščenem v hišnem priključnem jašku, je bila svoj čas vzrok pogostih mašitev ventilov. Preprečitev mašitev ventilov je zatoj narekovala zvečanje prostih pretočnih premerov ventilov na 3" oziroma DN 80 mm, da se kosovne snovi, ki jih lahko »požre« straniščna školjka, ne morejo »zatakniti« pred ali v ventilu. Pri različnih batnih ventilih to standardno zvečanje pretočnega premera na 3" oziroma DN 80 mm ni povzročalo težav, zato pa se je nasprotno (nadstandardni) membranski ventil iz konstrukcijskih razlogov lahko zvečal le na največ 2,5".

Dočim evropske smernice DIN EN 1091 (točka 5.2.5) še dopuščajo uporabo membranskih in batnih ventilov s prostim prehodom krogle premera najmanj 40 mm, pa ameriški EPA/625/1-91/024 (točka 3.3.1) (EPA, 1991) ter avstralski standardi AS 4310-2004 (AS, 2004) predpisujejo uporabo 3-colskih oziroma batnih ventilov s pnevmatskim krmiljenjem DN 80.

Pozitivna posledica zahtevanega zvečanja premera ventilov iz 2" ($D = 50,8$ mm) na 3" ($D = 76,2$ mm) ali celo DN 80 ($D = 80,00$ mm) je kvadratno zvečanje prostega pretočnega preseka s $F_{2"} = 2,026 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ na $F_{3"} = 4,56 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ ali celo na $F_{DN80} = 5,024 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ ter s tem tudi zvečanje odgovarjajoče hidravlične zmogljivosti ventilov ($Q = F \cdot v$).

Zvečanje prostih pretočnih presekov pa nasprotno pomeni tudi odgovarjajoče zmanjšanje hidravličnih izgub in s tem znatno zvečanje premera vplivnega področja vakumske postaje. Zvečanje vplivnih področij pa lahko pri večjih omrežjih (na primer območja Rakove Jelše in Ižanske ceste v Ljubljani) zmanjša število vakuumskih postaj (in s tem skupnih stroškov).

Zaporni element pri batnih ventilih je na poškodbe ter obrabo izredno neobčutljiv bat, ki s pomočjo mehanske vzmeti ter podtlaka odpira in zapira pretok. Glavo ventila (skupno z vodom ter batom) se lahko (med neprekinjenim obratovanjem omrežja) enostavno odviji iz navojnega ležišča ventila in se jo po potrebi hitro zamenja, vendar praksa kaže, da so take zamenjave batov zanemarljivo redke.

Če je treba, se sestavni deli batnega ventila AIRVAC lahko poljubno nadomestijo z deli batnih ventilov FLOVAC.

»Prehodno« zmogljivost batnih ventilov glede kosovnih sestavin pretokov je demonstrirala »pregnetena«, skoraj polna plastična steklenica kokakole, ki so jo pred kratkim odstranili izpred tlačne črpalke na podtlačni postaji v Logatcu (slika 4).

Pri membranskih ventilih funkcijo odpiranja in zapiranja pretoka opravlja zelo občutljiva neoprenska zaporna membrana, ki se jo mora zaradi mehanske obrabe in poškodb (zareznine ostrorobih kosovnih sestavin odtokov, kot na primer britvic, stekla, koščic, pešk, kronskih zamaškov steklenic, tub itd.), kemičnih vplivov (čistila, razkužila, temperatura itd.) ter starostne poroznosti menjavati praviloma vsaki dve leti. Glede na zahtevo smernic DIN EN 1091 (točka 5.2.9) (DIN, 2005) mora dobavitelj ventilov obvezno podati življenjsko dobo teh membran.



Slika 1 • Standardni 2" membranski ventil ROEVAC



Slika 2 • Standardni batni ventil FLOVAC DN 80



Slika 3 • Prerez skozi standardni 3'' batni ventil AIRVAC



Slika 4 • Steklenica kokakole po prehodu skozi standardni batni ventil

Nasproti batnim ventilom so membrane (zaradi skoraj štirikrat manjših saržnih prostornin hišnih jaškov) podvržene tudi večjim mehanskim obremenitvam raztezanja, upogibanja ter krčenja med (okoli štirikrat) pogostejšim odpiranjem ter zapiranjem membranskih ventilov.

Medtem ko monitoring FLOVAC šteje in beleži število vklopov ter izklopov posameznih batnih ventilov, pa nasprotno število vklopov ter izklopov membranskega ventila ni znano, zato se morajo membrane menjavati v določenih časovnih obdobjih ne glede na pogostost delovanja ventilov.

Potrebna redna menjava teh membran (slika 5) je (predvsem iz razlogov konstrukcije ventila) zelo draga, izredno zahtevna in zamudna.



Slika 5 • Zaporna membrana



3 • HIŠNI PRIKLJUČNI JAŠKI

za razliko od standardnega vakuumskega membranskega ventila, kjer se na hišni priključni jašek lahko priključi največ dve parceli, se na 3'' in standardna vakuumska batna ventila DN 80 (zaradi bistveno večje hidravlične pretočne zmožnosti) praviloma

lahko priključuje celo dvojna odtočna količina (4 parcele).

Na podlagi tega potrebuje standardna batna tehnologija znatno manjše skupno število hišnih priključnih jaškov, kar lahko pomeni izredno pocenitev za gradnjo

omrežij. Vendar pa se v razpisih običajno razpisuje in se zato primerjajo ponudbene cene samo na podlagi konstantnega (vnaprej določenega) števila jaškov. Zatorej v razpisih take možnosti velike pocenitve (pri uporabi batne tehnologije) praviloma niso upoštevane. Redka topogledna izjema je bil zelo strokoven pristop vodstva občinske uprave Dornava, ki je omogočilo, da se je:

- izdelala predhodna variantna rešitev podtlačnega omrežja ter optimiralo (znatno zmanjšalo) predvideno skupno število jaškov,
- v razpisu dopustila možnost objektivne primerjave in izbora tehnološko ter ekonomsko optimalne tehnologije (med gravitacijskim in podtlačnim načinom).

V danih okoliščinah se je v Dornavi tako izkazalo, da je bila ponujena in zato izbrana podtlačna (batna) tehnologija z monitoringom za več kakor petino ponudbene cene cenejša od klasične izvedbe omrežja.

Za izvedbo potrebnega večjega števila hišnih priključkov (DN 150) se lahko na terenu (iz različnih dejanskih dotočnih smeri) v območju spodnjega dela jaška FLOVAC (slika 7) izvrtajo in z ustreznimi tesnili opremijo potrebne obodne odprtine.

V DIN EN 1091 se zahteva minimalna saržna prostornina jaškov, ki naj znaša vsaj 25 % srednjega dnevnega dotoka. Saržna prostornina je prostornina zbiralnega prostora odpadnih voda do vklopne višine ventila. Iz slike 6 je razvidno, da jaški ROEVAC teh zahtev ne izpolnjujejo brez dodatne zaježitve hišnih priključkov.

Skozi odprti ventil potisne okoljski atmosferski tlak v podtlačno omrežje saržno količino odpadnih voda z določeno naknadno količino zraka. Po vsakokratnem popolnem izpraznjenju poglobitve jaška se ventil avtomatično zapre. Torej je število vklopov ter izklopov ventilov funkcija saržne prostornine. Večja je ta saržna prostornina, manjša je pogostost vklopa in izklopa ventila.

Saržna količina jaškov ROEVAC z membranskim ventilom znaša okoli 12–15 litrov, medtem ko se pri jaških FLOVAC odvede skoraj štirikratna količina (40–50 litrov) odpadnih



Slika 6 • Standardni jašek ROEVAC

voda. Torej potrebujejo krmilniki ter membranski ventili ROEVAC za transport enake količine odpadnih voda skoraj štirikrat večje število vklopov in izklopov!

Standardni vakuumski hišni priključni jašek sistema ROEVAC se mora sestaviti, prirediti ter vgraditi na gradbišču iz številnih posameznih delov. Pravilna medsebojna višinska namestitev in vgradnja (štirih vertikalnih, treh horizontalnih cevi, kolenskih kosov, zbirne posode ter ventilске posode jaška) na dejanske terenske in priključne višine ni samo zahtevna, temveč tudi zelo zamudna naloga. Temu sledi še obsežno ročno podsipavanje, obsipavanje in zasipavanje sedmih cevi izpod ventilске posode jaška kakor tudi obsežno ter nerodno slojno komprimiranje zasipnega materiala. Naknadni (neželeni) delni posedki teh cevi ter ostalih delov jaška so tako praktično predprogramirani.



Slika 7 • Standardni jašek FLOVAC

Majhna globina plitvo ležečih ventilskih posod jaškov ROEVAC povzroča (navkljub pod pokrovom ležeče izolacijske plošče iz stiropora) občasne zamrznitve priključnih cevi in krmilnikov ventilov, saj so ti deli prostorsko ločeni od toplote dotoka in jih zato odpadne vode ne morejo zadostno ogrevati. Zaradi horizontalne povezave ventilске posode ROEVAC z vertikalnim krakom dovodne cevi lahko ob zaježitvah dotoka to posodo preplavijo odpadne vode, ki po preplavitvi ne morejo samodejno odtekat (slika 6).



Slika 8 • Pogled na pokrov standardnega jaška ROEVAC

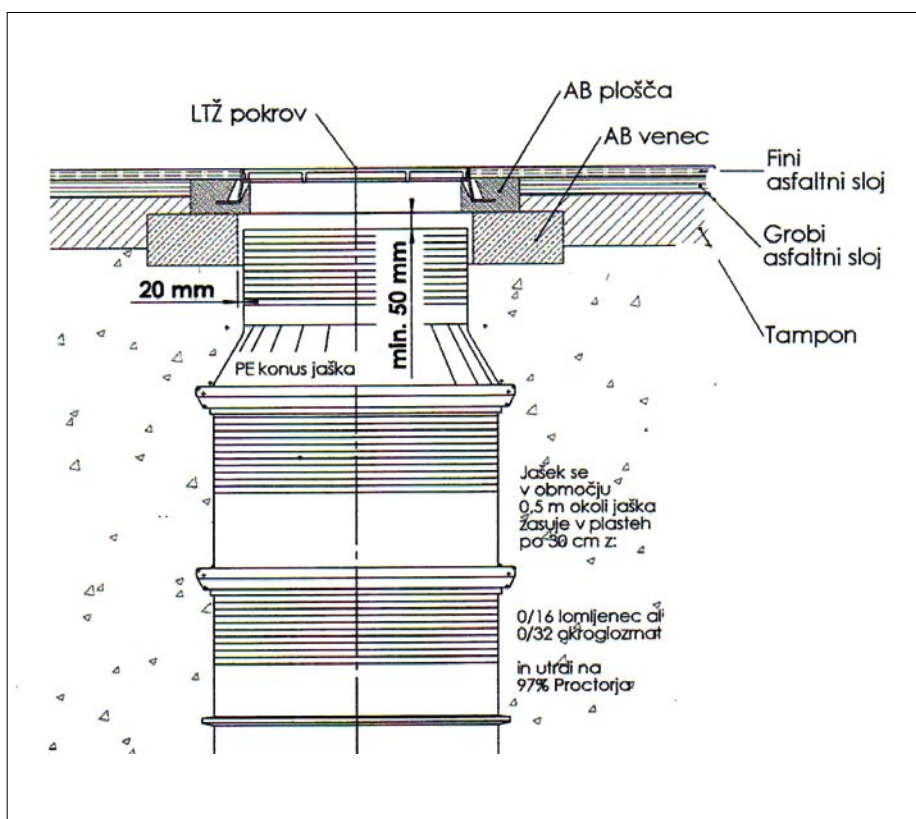


Pokrovi jaškov ROEVAC so nepovozni, zato se morajo jaški ROEVAC nameščati izven prometnih površin (slika 8).

Vakuumski hišni priključni jaški FLOVAC PE (slika 7), tovarniško izdelani in opremljeni v Sloveniji, so izdelani v smislu vseh zahtev evropskih ter svetovnih standardov. Vgradnja takšnega jaška v gradbeno jamo je enostavna in hitra. Jaški so absolutno vodotesni, poleg tega pa se vsa notranja oprema praviloma že pri proizvajalcu dokončno in pravilno montira v jaške ter je tako zaščitena pred napačno vgradnjo in pred mehanskimi poškodbami (med prevozom ter vgradnjo).

Jaški FLOVAC so praviloma prekriti s pohodnimi pokrovi. V prometnih površinah pa se nadomeščajo z litoželeznimi pokrovi (brez odzračevalnih odprtin), ki odvajajo prometne obtežbe preko ustrezno dimenzioniranega venca AB na okoliško zemlino. Stene jaška ostanejo tako neobremenjene (slika 9).

Vsi pokrovi jaškov se morajo višinsko nameščati tako, da ni možen vtok tujih (padavinskih) voda. Kjer hišni priključki niso zadostno odzračeni preko streh zgradb, se morajo predvideti dodatni oddušniki, ki med odprtjem ventila onemogočajo nastanek podtlaka v hišnem priključnem jašku.



Slika 9 • Vgradnja povoznega pokrova v prometnih površinah

4 • KONTROLNI JAŠKI

Pri podtlaknih omrežjih brez monitoringa se morajo v smislu DIN EN 1091 v višjih točkah (v žagastem profilu položenih) zbiralnikov namestiti inšpekcijski oziroma kontrolni jaški za iskanje obratovalnih motenj ali napak (slika 10). Kontrolni jaški (na razdaljah do 80 m) so nepredušno zaprti z gumijastimi čepi, ki se pri normalnemu podtlaku v omrežju le težko odpirajo. Ti čepi so dodatno zaščiteni s cestnimi kapami.

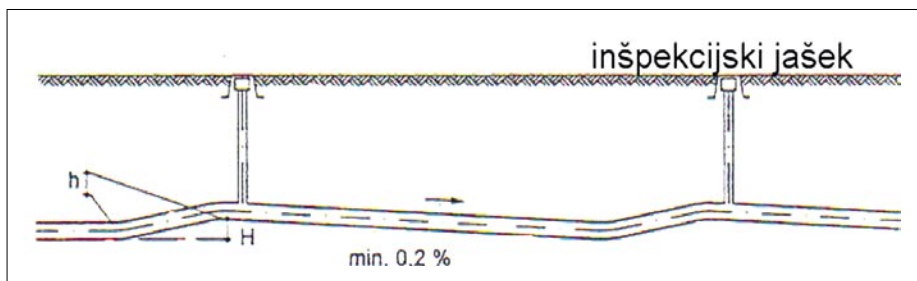
Podtlaka kanalizacijska omrežja z monitoringom teh (številnih in dragih) dodatnih kontrolnih jaškov sploh ne potrebujejo. Investicijski stroški inšpekcijskih jaškov pogosto odgovarjajo velikostnemu redu investicije za monitoring.

Z odpiranjem pokrovov ter merjenjem podtlaka v inšpekcijskih jaških se lahko grobo določi območje oziroma poišče vzrok izpada delovanja omrežja ali večjih obratovalnih motenj. Iskanje in merjenje podtlaka se začne pri podtlakni postaji najbližjemu kontrolnemu jašku, nato pa se nadaljuje zaporedno v jaških v vzvodni smeri omrežja. Previsoka razlika podtlakov med dvema sosednjima kontrolnima jaškoma je znak, da se morajo na tem odseku odpreti in pregledati še vsi hišni jaški ter tako ugotoviti in odstraniti vzroki izpada delovanja omrežja.

Zaradi nenatančnosti meritev podtlaka se s tem načinom iskanja lahko locirajo le večje obratovalne motnje, medtem ko se mesta manjših motenj (na primer poroznosti ali manjše poškodbe membr) s tem načinom ne da odkriti. Številne manjše motnje se



Slika 10 • Pokrov inšpekcijskih jaškov



Slika 11 • Namestitve inšpekcijskih jaškov

izražajo le kot naraščajoča skupna poraba električne energije.

Zlasti v zimskem času, ko so ti številni jaški prekriti s snegom in ledom, je tako obsežno

terensko iskanje pokrovov težko in zamudno. Potrebno je tudi znatno večje število osebja. Akcija iskanja mora biti namreč zelo hitra in kratka, saj se alarm za iskanje napake sproži šele na podlagi popolnega izpada podtlačnega omrežja, in sicer pri skoraj štirikrat manjših saržnih prostorninah jaškov ROEVAC.

Nevarnost preplavitve kletnih prostorov z odpadnimi vodami je zato neprimerno večja kakor pri monitoringu, kjer natančno določeni ventil sproži na monitorju daljinsko opozorilo ali alarm že med njegovim slabšim delovanjem in je tako hitro, obsežno in drago terensko iskanje vzroka izpada ali večjih motenj obratovanja popolnoma nepotrebno.

5 • OMREŽJE

Za pravilno delovanje podtlačnega omrežja je izredno važna količina zraka, ki jo atmosferski tlak »porine« v omrežje pred posamičnim zaprtjem posameznih ventilov. Ta (potrebna) posamezna količina zraka je lahko različno velika glede na lokacijo ventilov. Sarže odpadnih voda iz bolj oddaljenih jaškov potrebujejo namreč večjo transportno energijo kakor sarže iz neposredne bližine podtlačne postaje.

»Eksplozija« zraka v podtlačnem omrežju (po zaprtju ventila) pomeni namreč potrebno energijo »potiskanja« odpadnih voda vzdolž omrežja. Na krmilnikih batnih ventilov AIR-VAC in FLOVAC se lahko ta potrebna količina zraka zelo enostavno (individualno za vsak posamezni ventil) nastavi ali po potrebi naknadno regulira.

V izjemnih primerih se morajo na daljših zbiralnikih brez hišnih priključkov dodatno (vmesno) namestiti še posebni ventili za občasno dodajanje količin zraka, potrebnih za transport.

Nasprotno pa pomeni prekomerna količina (transportnega sredstva) zraka znatno daljši obratovalni čas vakuumskih črpalk, ki zrak odstranjujejo iz sistema in s tem proizvedejo previsoke obratovalne stroške naprave.

Občasni pregled, čiščenje in izpiranje podtlačnih zbiralnikov je nepotrebno, saj visoke transportne hitrosti (tudi do 6 m/s) in turbulence (te zračne mešanice) preprečujejo odlaganje sestavin odpadnih voda v ceveh.

Žagasti profil polaganja cevi so med tem prevzeli že vsi ponudniki podtlačnih tehnologij. Ravno tako se je že uveljavila uporaba cevi PEHD, zvarjenih z električnimi spojkami.

V izkopni jarek podtlačne kanalizacije se lahko vzporedno polagajo tudi vodovodne napeljave, saj zaradi podtlaka ni nevarnosti vdora odpadnih voda v vodovodno omrežje. Iz istega razloga se dopušča prečkanje zaščitnih območij pitne vode s podtlačnimi zbiralniki brez dodatne cevne zaščite.

Za eventualno kasnejšo možnost uporabe monitoringa se priporoča že med gradnjo podtlačnega omrežja v izkopne jareke položiti tudi ustrezni zemeljski signalni (bus)kabel. V Županiji, kjer se dograjuje najstarejše hrvaško podtlačno omrežje v več gradbenih fazah, občinska uprava sedaj razmišlja o naknadni izvedbi monitoringa za že obstoječi območji. V prvi gradbeni fazi so se namreč tam vgradili 2" membranski ventili ter v drugi fazi batni ventili FLOVAC DN 80 brez monitoringa. V prihodnjih fazah pa se predvidevajo batni ventili FLOVAC DN 80 z monitoringom, saj je iskanje obratovalnih motenj pri tako velikem številu jaškov skrajno neracionalno.

6 • PODTLAČNA POSTAJA

V Turnišču je podtlačna posoda vgrajena »v mokri izvedbi« (slika 12) v zemljinu izven postaje, dočim so ostale tri podtlačne posode vgrajene »v suhi izvedbi« (slika 13) v kletne prostore zgradb podtlačnih postaj.

»Suha izvedba« ima namreč niz tehničnih in stroškovnih prednosti, saj so napeljave, cevi, ventili, merilni instrumenti, tlačne črpalke, čistilna odprtina, izpusť posode itd. dobro dostopno pritrtjeni na zunanji strani v zgradbi prostostoječe podtlačne posode. Vzdrževanje in nadzor vseh delov se lahko vršita nemoteno (od vremenskih pogojev) in enostavno ob istočasnem obratovanju celotne naprave.

Stroški nadzora ter vzdrževanja so torej pri »suhi izvedbi« znatno nižji.

Podtlačna posoda v »mokri izvedbi« je prostorninsko običajno precej večja (zaradi namestitve potopnih črpalk) in jo je treba ustrezno antikorozivno zaščititi.

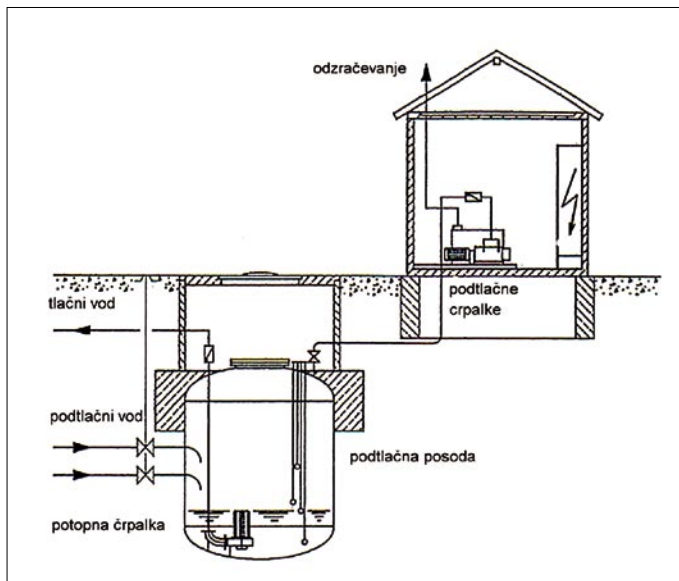
Posebno zahtevna je lahko tudi zaščita pred plazečimi tokovi (na primer v Logatcu, kjer poteka električna železnica Ljubljana–Postojna na oddaljenosti okoli 50 metrov).

Zaradi večjih izkopnih globin (vertikalna namestitve podtlačne posode) so lahko potrebni znatno višji gradbeni stroški za znižanje gladine podtalnice.

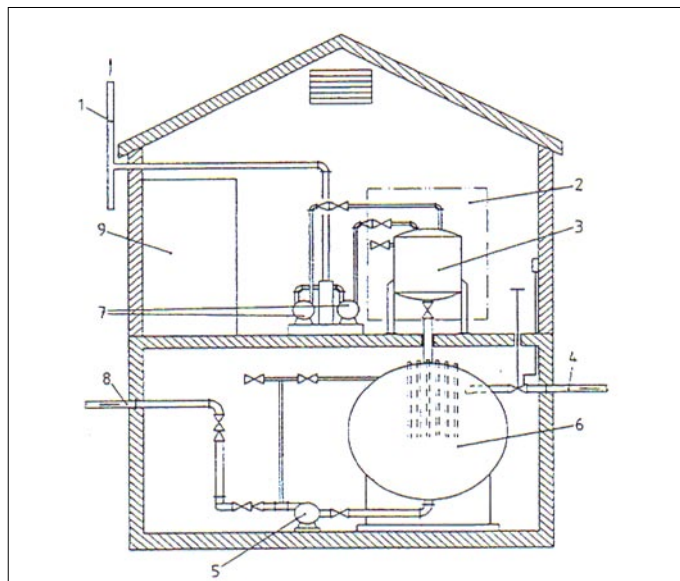
Pri servisiranju potopnih črpalk je treba poleg začasne prekinitve delovanja zakopane podtlačne posode črpalke izvleči in jih zamenjati, saj se morajo potopne črpalke (zaradi vodotesne izvedbe) običajno servisirati pri proizvajalcu. Poleg dodatnih stroškov prevoza so tudi stroški porabe električne energije pri nekoliko zmogljivejših potopnih črpalkah večji.

Tudi občasno čiščenje ter odstranitev usedlin iz podtlačne posode sta pri »mokri izvedbi« znatno zahtevnejša.

»Mokra izvedba« podtlačne postaje potrebuje znatno večjo florisno površino. Medtem ko običajno gradbeni stroški obeh izvedb medsebojno bistveno ne odstopajo, pa so obratovalni stroški »moke izvedbe« nekoliko višji.



Slika 12 • Prerez podtlračne postaje v »mokri izvedbi«



Slika 13 • Podtlračna postaja v »suhi izvedbi«

7 • VODENJE IN DALJINSKI RAČUNALNIŠKI NADZOR DELOVANJA

Pri izbiri pravilnega monitoringa se morajo neobhodno in natančno preveriti zmožnosti ponujenega monitoringa.

Dočim je beleženje podatkov ter računalniški nadzor delovanja vakuumske postaje danes že stanje tehnike (in zato praviloma sestavni del vakuumske opreme), pa le redki ponudniki lahko nudijo daljinski računalniški nadzor vsakega posameznega ventila. Ravno ta nadzor ventilov pa je najvažnejši, saj poleg izrednega zmanjšanja obratovalnih stroškov omogoča v primeru obratovalnih motenj (na primer predolgo odprt ventil) hitro, pravočasno alarmiranje in direktni napotek na mesto motenj obratovanja brez obsežnega in dragega terenskega iskanja.

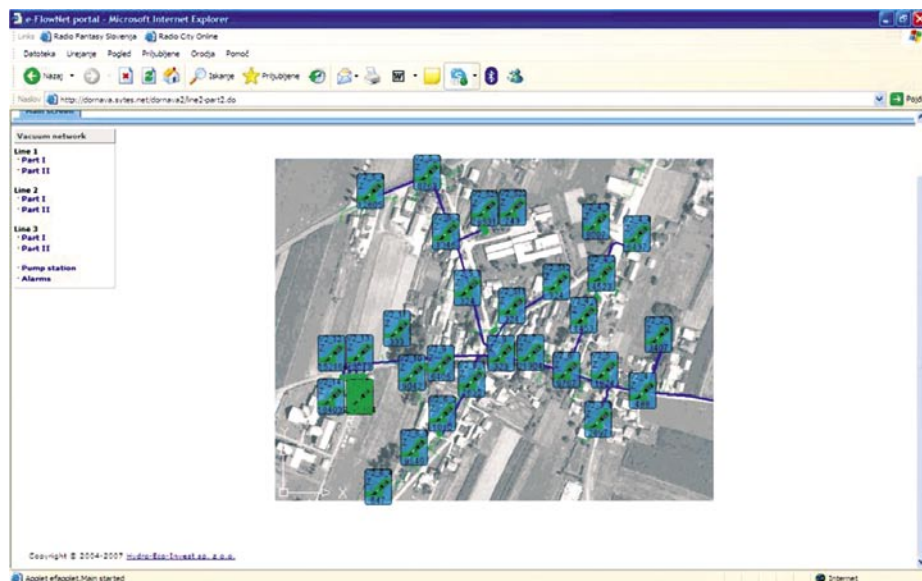
Monitoring omogoča zato drastično znižanje potrebnega števila zaposlenega osebja ter s tem obratovalnih stroškov. Torej se taka investicija zelo hitro povrne tudi na podlagi nizkih obratovalnih stroškov.

Vodenje in daljinski računalniški nadzor delovanja FLOVAC (monitoring) omogoča vodenje, evidentiranje, dokumentiranje ter analizo vseh postopkov tako na podtlračni postaji kakor tudi v celotnem omrežju. Preko medmrežne povezave se vsi podatki prenašajo, evidentirajo ter dokumentirajo v centralnem računalniku, ki je praviloma nameščen na centralni čistilni napravi oziroma na centralnem mestu upravljanja.

Monitoring FLOVAC ne omogoča le nadzora in dokumentacije pravilnega delovanja vsakega posameznega ventila in pravočasnega opazovanja ter odpravljanja motenj obratovanja že v fazi njihovega nastanka, temveč omogoča tudi natančno analizo njihovega delovanja kakor tudi delovanja celotne naprave. Na podlagi evidentiranega števila vklopov ter izklopov posameznih ventilov, dnevne časovne razporeditve in obdobja

delovanja ventilov itd. se lahko natančno določijo odvodne količine vsakega ventila, ugotovi dodatno odvajanje prevelikih količin tujih voda, premajhne ali prevelike količine vsrkanega zraka itn.

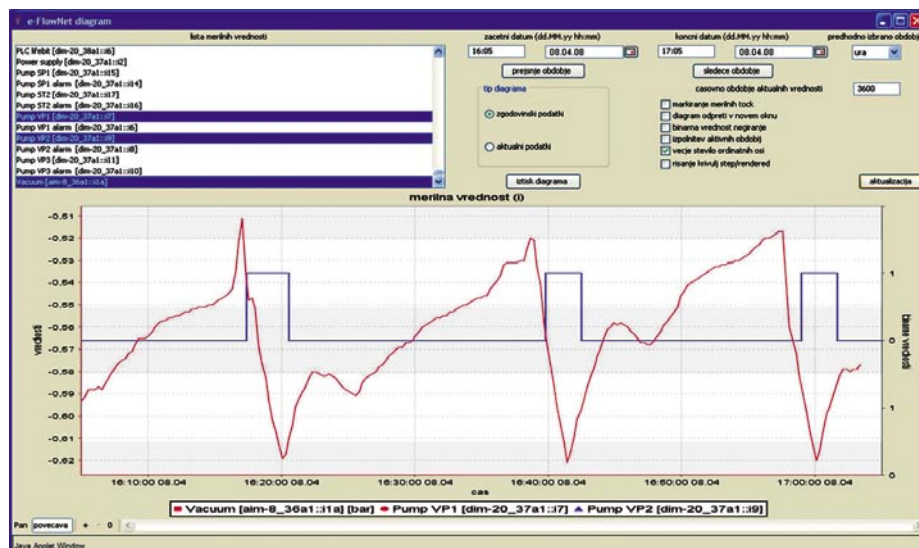
Ustrezno opremljeni računalnik omogoča avtomatično delovanje in nadzor celotne naprave brez stalnega osebnega nadzora. V primeru obratovalnih motenj ali okvar računalnik ne omogoči samo hitre določitve mesta motenj ali okvare, temveč sproži ustrezen alarm ter samodejno (na primer preko telefona ali s pomočjo sporočila SMS) »poišče« odgovorno osebo.



Slika 14 • Pogled na monitor (del omrežja v Dornavi)

Sedež nadzora je lahko neposredno na vaku-
umski postaji (v Logatcu in na Ravnah) ali
na primer na čistilni napravi (v Dornavi)
(slika 14). Računalnik omogoča tudi potrebne
(tedenske, mesečne, letne) analize delovanja
ter avtomatično shranjevanje ali odpošiljanje
dokumentov, v določenih obdobjih pa
avtomatično predlaga ali zahteva servisira-
nje.

V primeru izpada električne energije računalnik
samodejno konča in zapre vse računalniške
programe ter se nato izključi. Po ponovnem
vklopu toka pa se zopet samodejno vključi in
nadaljuje s svojim delovanjem.



Slika 15 • Prikaz delovanja vakuumske črpalke

8 • OBRATOVALNI STROŠKI

Glede na zahtevo smernic DIN EN 1091
(priloga 2, točka B.4) znaša pri zaključnem
preverjanju tesnosti omrežja (s pomočjo do-
pustne izgube podtlaka) pri sistemu **s** kon-
trolnimi jaški dopustni padec 5 % merilnega
tlaka (70 kPa $\pm$ 5 kPa na uro). V sistemu
brez kontrolnih jaškov pa znaša ta dopustni
padec samo 1 % merilnega tlaka. Torej se s

kontrolnimi jaški dopušča 5-krat večja izguba
podtlaka!
Iz tega sledi, da evropske smernice dopuščajo
pri omrežjih s kontrolnimi jaški kar petkrat
večjo porabo energije kot pri omrežjih brez
kontrolnih jaškov! **Torej privarčuje monitoring
(poleg nepotrebnih investicijskih stroškov
za inšpekcijske jaške in stroškov obsežnega**

**iskanja obratovalnih motenj) tudi temu
odgovarjajoče energijske stroške.**

Zaradi večje hidravlične zmogljivosti batnih
ventilov je potrebno manjše število hišnih
jaškov in s tem tudi manjše število občasnih
pregledov hišnih jaškov.

Kakor že omenjeno so redne občasne drage
menjave številnih membran pri batni tehnolo-
giji nepotrebne.

Poleg tega omogoča ustrezni monitoring tudi
zaposlitev le minimalnega števila osebja.

9 • NAČRTOVANJE PODTLAČNEGA OMREŽJA

Ker je načrtovanje podtlračnega omrežja na
prvi pogled videti zelo enostavno, se ga pri
nas lotevajo (ali o njem celo predavajo) na
tem področju še neizkušeni strokovnjaki. Po-
gosto se namreč preveč in nekritično zanašajo
na zagotovila dobaviteljev opreme.
Hidravlični izračun podtlračnega omrežja
temelji izključno le na empiričnih spozna-
njih ter izkušnjah, saj računsko hidravlike
mešanice zraka ter vode v delno polnih ceveh
in v različnih območjih podtlaka računsko
nihče ne obvlada.

Omejeno majhno delovno območje podtlaka
(od 0,15 do okoli 0,7 bara) oziroma omeje-
na vsota celotnih hidravličnih izgub zahteva
izredno varčno »trošenje« teh izgub. Prekome-
na »poraba« hidravličnih izgub je neposredno
povezana z zmanjšanjem vplivnega področja
podtlračne postaje ter zato s precejšnjim
zvečanjem skupnih (investicijskih in obratoval-
nih) stroškov.

Zrak je energija oziroma transportno sredstvo
vodnih »zamaškov« v podtlračnem omrežju. Z
dolžino poti narašča tudi količina porabljene

energije. Premajhna ali prevelika količina
zraka pa po drugi strani lahko onemogoči
pravilno delovanje omrežja ter prekomerno
zviša stroške. Torej se mora zrak dodajati v
okviru dejanskih potreb.

Teža vodnih »zamaškov« mora biti usklajena z
dejanskim podtlakom. Zato se zbiralniki pola-
gajo v tako imenovanem »žagastem« profilu.
Višina in dolžina zob žage se morata ustrezno
uskladiti.

Izkušnje kažejo, da podcenjevanje strokovne
zahtevnosti načrtovanja in privarčevanje nekaj
stotin ali tisočih evrov pri honorarju neizkušenih
projektantov podtlračnega omrežja običajno
povzročajo nepotrebno zvišanje skupnih
stroškov naprav za nekaj desetstisoče ali celo
stotisoče evrov.

10 • SKLEP

Ohranjanje našega okolja zahteva vse večja finančna vlaganja. Gospodarska kriza, v katero tonemo, bo odličen izgovor za hudo zmanjšanje teh sredstev.

Kakor ugotavljata evropska komisija in naše računsko sodišče, smo na lestvici ne-sposobnosti črpanja sredstev iz evropskega proračuna prehiteli vse ostale članice skupnosti. Iz kohezijskih in strukturnih skladov nam je namreč uspelo pridobiti zgolj slabo četrtnino predvidenih sredstev! Vendar ponosno ignoriramo to izgubo na stotine milijonov evrov. Kriv je očitno Bruselj, saj njihove zahteve glede sprostitve teh sredstev hudo preobremenjujejo mentalne sposobnosti naših odgovornih.

Tako ali drugače pridobljena finančna sredstva pa se nato slepo, nestrokovno in razsipno vlagajo v predrage, nezadostno delujoče ali

celo nepotrebne naprave, ki se morajo nato na podlagi številnih aneksov dograjevati in sanirati (avtoceste, klinike, kanalizacije itd.). Odplačila posojil (na primer za predrage avtoceste) ter previsoki obratovalni stroški (na primer kot nepotrebne posledice potratne steklene arhitekture klinik) pa nas nezadržno vodijo v gospodarski bankrot. Globalna gospodarska kriza prihaja torej kakor naročena za prekritje strokovnega neznanja, korupcije ter ostalih dejanskih vzrokov.

Dober inženir se uči na napakah, bister inženir pa na napakah drugih. Pri nas te možnosti učenja ni več, saj je prenašanje strokovnega znanja in izkušenj že zdavnaj uspešno blokirano. Strokovno znanje ter izkušnje so namreč postale nadležne škodljive poklicne deformacije in »trdoglavim« kritičnim strokovnjakom celo ogrožajo nadaljnjo zaposlitev.

Zatorej osnovna naloga strokovnega šolstva že dolgo ni več posredovanje strokovnega znanja ter izkušenj, temveč zgolj usposabljanje absolventov za pridobitev formalnih nazivov in titul. Za zasedbo strokovnih mest niso več potrebni najizkušenejši strokovnjaki z največjim znanjem in izkušnjami, marveč se taka mesta poverjajo izključno le tistim, ki izpolnjujejo (po potrebi napihnjene ali za »naše« prirejene) formalne zahteve! Rezultat je huda strokovna letargija in naraščajoča huda nalezljiva alergija na vsako vrsto kritike.

Dandanes se na strokovnih položajih torej ne sprašuje več po (hudo motečem) strokovnem znanju in izkušnjah, temveč po tituli, velikosti računalnika ter programski opremljenosti!

Na žalost ni upanja, da bi se iz preteklih napak kar koli naučili, saj jih zavestno ne vidimo, kaj šele priznamo.

Alfred Einstein je svojčas izjavil: **»Vesolje in človeška neumnost sta neskončna, vendar glede vesolja še nisem popolnoma prepričan.«**

11 • LITERATURA

AS, Australian Standard™, DN 80 piston type vacuum interface valves for municipal sewer systems, 1. november 2004.

DIN EN 1091, Unterdruckentwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, april 2005.

EPA, U.S. Environmental Protection Agency, Manual – Alternative Wastewater Collection Systems, oktober 1991.

Maleiner, F., Projektiranje in obratovanje vakuumskih kanalizacij, 15. str., seminar, 15. 3. 2006.

Maleiner, F., Prvo vakuumsko kanalizacijsko omrežje v Sloveniji, Gradbeni vestnik, februar 2005.