

Rozdíly v kvalitě a kvantitě odpadních vod podle způsobu odkanalizování a vliv těchto vod na ČOV

Doc. Ing. Petr HLAVÍNEK, CSc.
Ing. Radim MIFEK

Souhrn

Článek shrnuje poznatky o kvalitě a kvantitě odpadních vod na výstupu z gravitačních a alternativních způsobů odkanalizování a následný vliv těchto vod na ČOV. Výsledky sledovaných ukazatelů se liší v závislosti na druhu použité kanalizace, a to zejména v ukazatelích BSK₅, CHSK a N-NH₄⁺, tedy v ukazatelích, které jsou ovlivněny oxidačně-redukčními podmínkami v kanalizaci.

Úvod

V České republice je na počátku 21. století napojeno na veřejnou kanalizaci přes 80 % obyvatel. Téma odkanalizování zbývajících obyvatel a s tím spojená správná volba druhu kanalizace je tedy velice aktuální. Za tradiční způsob odvodnění zájmového území v České republice považujeme jednotnou či oddílnou stokovou soustavu, založenou na gravitačních, beztlakových principech dopravy odpadní vody. Mezi alternativní způsoby odkanalizování řadíme kanalizaci tlakovou, podtlakovou (vakuovou) a maloprofilovou. Vzhledem k tomu, že jednotlivé typy způsobů odkanalizování jsou mezi odbornou veřejností dobře známy, není v tomto příspěvku proveden jejich podrobný popis.

Monitorováním několika kanalizací bylo dokázáno, že vliv dopravy odpadních vod na jejich kvalitu je zřejmý. Volba druhu kanalizace má taktéž přímý dopad na volbu technologie a návrh parametrů čistírny odpadních vod. Při projektování čistírny odpadních vod je nutné zohlednit odlišný režim hydraulického a látkového zatížení v souvislosti s druhem použité kanalizace. Je zřejmé, že správná volba typu kanalizace, potažmo čistírny odpadních vod může v rámci investice a nadále v průběhu provozní činnosti ušetřit značné finanční prostředky.

Specifická problematika jednotlivých typů kanalizací

■ Gravitační způsob odkanalizování

Za tradiční způsob dopravy odpadních vod u soustavného odvodnění urbanizovaných území považujeme jednotné či oddílné soustavy s gravitační dopravou odpadních vod. U tradičního způsobu odvodnění je důraz kladen především na jednoduchost a spolehlivost provozování. Zvyšovacích, přečerpávacích stanic a tlakových úseků je u tradičních stokových systémů využito jen v nezbytně nutných případech, na krátkých úsecích. [2]



Nevýhodou „gravitačních“ systémů je nutnost zachování potřebného spádu, který se ne vždy podaří dodržet. Tím pádem nevykazují „gravitační“ systémy u velkého počtu lokalit potřebnou samočisticí schopnost, což vede ke zvýšeným nákladům při provozování. Velká četnost revizních objektů a nutnost hlubokého založení stok pro zajištění spádu zajišťující transport splavenin na gravitačních sítích komplikuje dosažení požadované vodotěsnosti systému. Klasické gravitační sítě proto často infiltrují velké množství balastních vod, které mohou významnou měrou nepříznivě ovlivnit efektivitu čištění odpadních vod na ČOV.

■ Alternativní způsoby odkanalizování

Tlakový i podtlakový systém (maloprofilová kanalizace v rámci příspěvku řešena není) se používá jako alternativa při odkanalizování nemovitostí místo klasické gravitační kanalizace. Jedná se o případy, kdy by bylo nutno při nedostatečném spádu terénu za neúměrných nákladů extrémně zahлубit gravitační kanalizaci. Podtlakový i tlakový systém kanalizace je určen pouze pro splašky, nemohou jím být odváděny dešťové vody. V obou případech se jedná o větvevné potrubní systémy (tlaková kanalizace může být zokruhována) doplněné systémem sběrných šachet. Do šachty je zaústěna gravitační kanalizační přípojka z objektu. U tlakové kanalizace je v šachtě umístěno čerpadlo, u podtlakové podtlakový ventil.

V případě rovinného území a vysoké hladiny spodní vody se jedná o ideální způsoby

odkanalizování s podstatně nižším objemem zemních prací (ve srovnání s klasickou gravitační kanalizací). Odpadají tak druhotné náklady, související se stavbou kanalizace (rozsáhlé opravy silnic, uzávěry, objížďky, apod.).

Kdy je vhodné použít podtlakovou nebo tlakovou kanalizaci:

- při nedostatečném přirozeném spádu v rovinnatých územích u obcí s řídkým osídlením
- při překážkách v trase, například množství inženýrských sítí, vodní toky, stíněné podmínky při stavbě
- v ochranných pásmech vodních zdrojů, v chráněných územích či jejich blízkosti
- při sezonní produkci odpadních vod (rekreační oblasti)
- při vysoké hladině spodní vody
- v nepříznivých geologických podmínkách (skalní podloží, tekuté písky, rašelina)
- je-li nutné omezit negativní vliv stavebních prací na minimum (malé hloubky a široké výkopů).

Mezi přednosti podtlakové a tlakové kanalizace patří nižší investiční náklady v souvislosti s použitím mělce uložených malých profilů ve srovnání s klasickou splaškovou gravitační kanalizací, možnost překonat bez velkého zahlobení i protispády v území, na tlakovém i podtlakovém potrubí lze snadno nalézt netěsná místa a absence dešťových a zejména spodních (drenážních) vod v kanalizaci.

Výhody a nevýhody tlakové kanalizace ve srovnání s kanalizací podtlakovou:

- + nižší energetická náročnost systému
- + možnost překonání větších protispádů v území
- + porucha čerpadla v domovní šachtě neovlivní celý kanalizační systém
- + pružnější navrhování tlakové kanalizace v kombinaci s gravitační (většinou páteří) kanalizací
- napojení uživatelé hradí většinou kromě stočného i elektrickou energii spotřebovanou čerpadlem (napojení na domovní rozvody nn)
- v noci minimální rychlosti v potrubí – sedimentace, fermentační (vyhřívací) procesy v tlakovém systému
- omezená životnost čerpadel domovní kanalizace
- odpadní voda je dopravována v anaerobních podmínkách, intenzivně zapáchá.

Výhody a nevýhody podtlakové kanalizace ve srovnání s kanalizací tlakovou:

- + podtlakové ventily ve sběrných šachtách nepotřebují elektrickou přípojku, profil ventilu je plně průtočný – bez poškození nasaje díky své konstrukci i tvrdé předměty a vzhledem k rychlosti nasávání i elastické předměty (hadry, pleny, apod.)
- + delší životnost podtlakového ventilu oproti domovním čerpadlům tlakové kanalizace
- + podstatně vyšší kapacita podtlakového ventilu ve srovnání s domovními čerpadly tlakové kanalizace
- + vysoká rychlost přepravy splašků zcela vylučuje jejich usazování v potrubí či ucpání kanalizace (až 6 m/s)
- + po otevření sacího ventilu se nasaje odpadní voda a vzduch do potrubního systému – odpadní voda je provzdušněna
- nutná realizace podtlakové stanice
- navržené podtlakové potrubí je zejména na vedlejších větvích o dimenzi větší, než tlakové potrubí (DN80 - DN150)
- při neuzavření ventilu vzroste výrazně energetická náročnost celého systému.

Kvalita odpadních vod z gravitačních, tlakových a podtlakových systémů odkanalizování

■ Vyhodnocení kvality odpadní vody z gravitačního systému odkanalizování

V řešené obci odkanalizované gravitačním systémem žije 1 018 trvale bydlících obyvatel, na veřejnou kanalizaci je připojeno 764 obyvatel. Celková délka gravitační splaškové kanalizace činí 7 033 m, průmyslové odpadní vody v obci produkovány nejsou.

Vzorky odpadní vody na výstupu z gravitační splaškové kanalizace byly odebrány jako dvouhodinové směsné vzorky získané sléváním 8 dílčích vzorků stejného objemu v intervalu 15 minut (typ odběru „A“), místem odběru vzorků byla čerpací stanice (ČS), odkud jsou odpadní vody čerpány na ČOV. Vzorky byly odebrány s četností 6 x ročně (rok 2009).

■ Vyhodnocení kvality odpadní vody přidělené na ČOV z tlakového systému odkanalizování

V dané obci s tlakovým systémem odkanalizování žije 693 trvale bydlících obyvatel, na veřejnou kanalizaci je připojeno 672 obyvatel. Celková délka kanalizace činí 6 768 m, z toho hlavní rozvodné řady mají délku 5 828 m a 940 m tvoří podružné řady (přípojky), průmysl se nevyskytuje.

Čistírna odpadních vod je provedena jako mechanicko-biologická s dlouhodobou akti-

vací s nízkým zatížením kalu, nitrifikační a denitrifikační a s úplnou stabilizací kalu.

Vzorky odpadní vody na přítoku a na odtoku z ČOV byly odebrány jako dvouhodinové směsné vzorky. Vzorky byly odebrány s četností 1 x za 2 měsíce (rok 2009). Pro srovnání jsou tedy v tab. 2 uvedeny i výsledky čistění odpadních vod.

■ Vyhodnocení kvality odpadní vody z podtlakového systému odkanalizování

V obci s vybudovanou podtlakovou kanalizací žije celkem 800 obyvatel, na veřejnou kanalizaci o celkové délce 7 744 m je připojeno 567 obyvatel, průmysl se opět nevyskytuje. Vzorky odpadní vody na výstupu z podtlakového systému byly odebrány jako prosté (jednorázové odběry), místem odběru vzorků byl zásobní tank (ZT) v podtlakové stanici. Vzorky byly odebrány s četností 1 x za 2 měsíce (rok 2009).

Tabulka 1 – Vyhodnocení kvality odpadní vody z gravitačního systému odkanalizování (2009)

| Ukazatel [mg.l ⁻¹] | Místo | 18. 02. | 15. 04. | 15. 07. | 16. 09. | 29. 10. | 18. 11. | Min. | Max. | Prům. |
|--------------------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|------|-------|
| BSK ₅ | ČS | 392 | 407 | 444 | 302 | 281 | 281 | 281 | 444 | 351 |
| CHSK | ČS | 818 | 910 | 990 | 641 | 593 | 656 | 593 | 990 | 768 |
| NL | ČS | 286 | 317 | 235 | 187 | 156 | 119 | 119 | 317 | 217 |
| N-NH ₄ ⁺ | ČS | 52 | 40 | 31 | 40 | 38 | 32 | 31 | 52 | 39 |
| N _{celk.} | ČS | 54 | 53 | 35 | 45 | 43 | 37 | 35 | 54 | 45 |
| P _{celk.} | ČS | 15,8 | 14,3 | 4,4 | 10,9 | 9,2 | 6,8 | 4,4 | 15,8 | 10,2 |

Tabulka 2 – Přítokové a odtokové koncentrace odpadní vody na ČOV, která je koncovkou tlakové kanalizace (2009)

| Ukazatel [mg.l ⁻¹] | Místo | 21. 01. | 24. 03. | 28. 05. | 29. 07. | 17. 09. | 09. 12. | Min. | Max. | Prům. | Účinnost [%] |
|--------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|-------|--------|--------------|
| BSK ₅ | Přítok | 870 | 778 | 459 | 1377 | 565 | 450 | 450 | 1377 | 749,8 | 99,16 |
| | Odtok | 5,4 | 4,0 | 7,0 | 13,0 | 5,0 | 3,6 | 3,6 | 13 | 6,3 | |
| CHSK | Přítok | 2513 | 1324 | 1186 | 2320 | 1034 | 956 | 956 | 2513 | 1555,5 | 96,44 |
| | Odtok | 61 | 55 | 66 | 67 | 36 | 47 | 36 | 67 | 55,3 | |
| NL | Přítok | 1741 | 463 | 406 | 1518 | 284 | 216 | 216 | 1741 | 771,3 | 98,55 |
| | Odtok | 13 | 7 | 13 | 18 | 10 | 6 | 6 | 18 | 11,2 | |
| N-NH ₄ ⁺ | Přítok | 55,9 | 105,6 | 90,5 | 101,1 | 50 | 110,4 | 50 | 110,4 | 85,6 | 66,25 |
| | Odtok | 0,83 | 0,23 | 10,09 | 9,84 | 2,38 | 0,19 | 0,19 | 10,09 | 3,9 | |
| P _{celk.} | Přítok | 40,7 | 23,2 | 18,8 | 25,8 | 18,2 | 16 | 16 | 40,7 | 23,8 | 99,16 |
| | Odtok | 7,1 | 5,5 | 1,17 | 16,9 | 7,39 | 10,1 | 1,17 | 16,9 | 8,0 | |

Tabulka 3 – Vyhodnocení kvality odpadní vody z podtlakového systému odkanalizování (2009)

| Ukazatel [mg.l ⁻¹] | Místo | 21. 01. | 18. 03. | 20. 05. | 14. 07. | 15. 09. | 16. 11. | Min. | Max. | Prům. |
|--------------------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|------|-------|
| BSK ₅ | ZT | 249 | 620 | 880 | 460 | 400 | 370 | 249 | 880 | 496,5 |
| CHSK | ZT | 1530 | 473 | 1031 | 693 | 820 | 953 | 473 | 1530 | 916,7 |
| NL | ZT | 965 | 220 | 610 | 336 | 424 | 586 | 220 | 965 | 523,5 |
| N-NH ₄ ⁺ | ZT | 85,36 | 100 | 124 | 56 | 143 | 118 | 56 | 143 | 104,4 |
| N _{celk.} | ZT | 128,4 | 109 | 138 | 72 | 168 | 159 | 72 | 168 | 129,1 |
| P _{celk.} | ZT | 15 | 11 | 21 | 15 | 17 | 16 | 11 | 21 | 15,8 |

■ Vyhodnocení výsledků

Srovnáním hodnot ukazatelů znečištění vyplývá, že surové odpadní vody z tlakové a podtlakové kanalizace vykazují vyšší koncentrace znečištění, a to ve srovnání s gravitační kanalizací. Jedná se zejména o ukazatele, které jsou ovlivněny oxidačně-redukčními podmínkami v kanalizaci (tj. obsahem rozpustitelného kyslíku v odpadní vodě), tedy BSK₅, CHSK a N-NH₄⁺. Největší vliv na tyto vysoké koncentrace má skutečnost, že dochází k dlouhodobému zdržení odpadní vody v domovních šachtách nebo čerpacích stanicích, které může činit až 16 hod., přičemž toto prostředí vytváří anaerobní podmínky.

Tabulka 4 – Vyhodnocení kvality odpadní vody z gravitačních, tlakových a podtlakových systémů odkanalizování

| Způsob dopravy | BSK ₅ [mg.l ⁻¹] | CHSK [mg.l ⁻¹] | NL [mg.l ⁻¹] | N-NH ₄ ⁺ [mg.l ⁻¹] | N _{celk.} [mg.l ⁻¹] | P _{celk.} [mg.l ⁻¹] |
|---------------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------|---|---|---|
| Gravitační splašková kanalizace | 351,2 | 768,0 | 216,7 | 38,8 | 44,5 | 10,2 |
| Podtlaková kanalizace | 496,5 | 916,7 | 523,5 | 104,4 | 129,1 | 15,8 |
| Tlaková kanalizace | 749,8 | 1555,5 | 771,3 | 85,6 | – | 8,0 |

V gravitační kanalizaci dochází k oxidaci splašků (vliv na to má mnohdy velký spád v podélném profilu kanalizace), což má vliv zejména na ukazatele BSK₅ a CHSK.

Poměr BSK₅: CHSK činí na výstupu z gravitační, tlakové i podtlakové kanalizace v průměru přibližně 0,5. Tato hodnota vyplývá příznivě pro biologickou čistitelnost odpadní vody.^[3]

Závěr

V aerobních podmínkách dochází k mikrobiálním transformacím především v důsled-

ku růstu heterotrofní biomasy ve vodní fázi i v biofilmu a s ním spojené spotřeby organického uhlíku a kyslíku a hydrolyzy partikulárních organických látek. Hnací procesem těchto transformací je kontinuální doplňování kyslíku reaerací přes vodní hladinu.

Aktivita heterotrofní biomasy je v aerobních podmínkách poměrně vysoká, a proto změny kvality odpadní vody mohou být značné. Produktem aerobní transformace není jen odstranění organického znečištění, ale i biologické odbouratelnosti znečištění, tj. snížení obsahu snadno biologicky odbouratelného substrátu a produkce pomalu biologicky odbouratelných partikulárních látek (bioma-

sy). Tím mohou aerobní mikrobiální procesy ve stokové síti pozitivně ovlivnit následné mechanické čištění na ČOV.

Pokud se ve stoce nenachází žádný rozpustěný kyslík ani dusičnany, jsou nastoleny anaerobní podmínky. Anaerobní procesy probíhají ve stoce poměrně pomalu, spotřeba lehce odbouratelného substrátu mikroorganismy je obvykle menší než produkce fermentovatelných substrátů anaerobní hydrolyzou. V celkové bilanci může tedy za anaerobních podmínek docházet k přebytkům lehce odbouratelného substrátu ve stoce, což se pozi-

tivně projeví při následném biologickém odstraňování dusíku a fosforu na ČOV.

Jsou-li anaerobní podmínky ve stoce opět vystřídány aerobními podmínkami, slouží snadno fermentovatelný substrát a produkty fermentace jako substrát pro růst heterotrofních bakterií.^[4]

Obecně lze konstatovat, že zatížení z podtlakových a tlakových systémů má přímý dopad na volbu technologie a návrh parametrů ČOV. Při projektování ČOV je nutno zohlednit odlišný režim hydraulického a látkového zatížení netradičních způsobů oproti klasickým gravitačním stokovým sítím.

Při využití netradičních kanalizací bude vhodné počítat s min. 20–30% nárůsty objemů nitrifikačního stupně oproti koncovkám na gravitační kanalizaci. Rozborem průtokových charakteristik bylo zjištěno, že denní přítok odpadních vod z alternativních systémů ve sledovaných oblastech se pohyboval kolem 90 litrů na obyvatele a den.

Literatura

- [1] HLAVÍNEK, P.: Vliv návrhu a provozu stokové sítě na návrh, provoz a funkci ČOV, Mezinárodní workshop „Optimalizace inženýrských úloh ve stokování“, VUT FAST, Brno, 2000, ISBN 80-7204-134-7.
- [2] HLAVÍNEK, P.; MIČÍN, J.; PRAX, P.: Příručka stokování a čištění, 2001, NOEL 2000, ISBN 80-86020-30-4.
- [3] PITTER, P.: Hydrochemie, 2009, ISBN 978-80-7080-701-9.
- [4] Krejčí, v. a kol.: Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup, NOEL 2000 s.r.o. Brno, ISBN 80-86020-39-8.

NEJVĚTŠÍ ČESKÝ VÝROBCE ZAŘÍZENÍ PRO ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD



Výrobní areál Říčany u Brna

Naše výrobky jsou v kontaktu s odpadní vodou 24 hodin denně 365 dní v roce. Proto klademe důraz na kvalitu a spolehlivost výrobků a také pohotový servis.

Fontana®

Výrobní program firmy Fontana: Samočisticí česle hrubé i jemné, Samočisticí česle s integrovaným lilem, Strojní česle mini, Stíraná válcová síta, Separátory a pračky písku, Česle ruční,

Strojní zařízení vertikálních i vřívových lapáků písku, Stavítka a stavidla, Lisy na shrabky, Šnekové dopravníky kalů a shrabků, Kolejová doprava, Integrované hrubé předčističe, Mikrosítové filtry, Těžení šterku a písku, Separátory obsahu tlakových vozů, Hygienizace kalů vápnem, Hradítka.

Tisíce výrobků po celém světě - 50% produkce pro zahraničí

FONTANA R, s.r.o.; Příkop 4, 602 00 Brno; tel.: +420 545 175 (847 - 855), +420 545 176 (419 - 420), +420 545 175 843, fax: +420 545 175 851, +420 545 175 852, +420 545 176 420, e-mail: fontanar@fontanar.cz, web: <http://www.fontanar.cz/>