



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

TECHNICKÉ UKAZATELE HODNOCENÍ TRADIČNÍCH A ALTERNATIVNÍCH ZPŮSOBŮ ODKANALIZOVÁNÍ

TECHNICAL INDICATORS FOR THE EVALUATION OF TRADITIONAL AND ALTERNATIVE DRAINAGE
WAYS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. ELIŠKA KUDRNOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR HLUŠTÍK, Ph.D.

Podklady a literatura

- [1] BERÁNEK, Josef. Navrhování tlakové kanalizace. 1. vyd. Brno: Noel 2000, 1998, vi, 110 s. ISBN 80-860-2008-8.
- [2] ČSN EN 1671 - Venkovní tlakové systémy stokových sítí.
- [3] RACLAVSKÝ, Jaroslav. Venkovní podtlakové systémy stokových sítí - 1. část. SOVAK. 2009. 18(11). p. 14 - 18. ISSN 1210-3039.
- [4] ČSN EN 1091 - Venkovní podtlakové systémy stokových sítí.
- [5] KREJČÍ, Vladimír a kol. Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup, NOEL 2000, Brno 2002, ISBN 80-86020-39-8.
- [6] STRÁNSKÝ, David. Metodická příručka - Posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí.
- [7] Vybraná čísla časopisů SOVAK a Vodní hospodářství vztahujícími se k uvedené problematice.

Zásady pro vypracování

Student v rámci diplomové práce provede návrh hlavních a dílčích technických ukazatelů pro systém gravitační, tlakové a podtlakové kanalizace. V rámci vyhodnocení se zaměří na rozdílnosti při provozování stokové sítě, teoretickou životnost stavebních a strojních částí kanalizace. Navržené technické ukazatele aplikuje na vybranou část urbanizovaného území.

Předepsané přílohy

.....
Ing. Petr Hlušík, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKTY A KLÍČOVÁ SLOVA

V posledních letech jsme zaznamenali pozitivní vývoj v používání alternativních metod odkanalizování. Díky zkušenostem ze zahraničí jsme nastartovali navrhování podtlakových a tlakových způsobů odkanalizování vedle tradičních. Hlavním obsahem této práce je zejména vyjasnění nedostatků, dnes používaných alternativních metod, které jsme schopni eliminovat. Dalším významným přínosem práce je návrh technických ukazatelů vypovídajících o současném stavu.

Klíčová slova:

Tradiční způsoby odkanalizování

Alternativní způsoby odkanalizování

Gravitační kanalizace

Tlaková kanalizace

Podtlaková kanalizace

Technické ukazatele

ABSTRACT AND KEY WORDS

In the last years, we indicated progress in use of alternative methods for drainage. Thanks the information from abroad we started design vacuum and pressure methods of drainage instead gravity ones. The main content of this script is especially point out deficiencies of nowadays used alternative methods for drainage, which we can defuse. Another important part is also design of suitable technical indicators describing these drainages.

Keywords:

Traditional methods for drainage

Alternative methods for drainage

Gravity sewerage

Pressure sewerage

Vacuum sewerage

Technical indicators

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Eliška Kudrnová *Technické ukazatele hodnocení tradičních a alternativních způsobů odkanalizování*. Brno, 2010. 111 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Petr Hlušík, Ph.D..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 17.1.2014

.....
podpis autora
Bc. Eliška Kudrnová

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji Ing. Petru Hlušíkovi za odborné konzultace a podporu při zpracování mé diplomové práce, za podnětné připomínky a konstruktivní kritiku. Dále bych chtěla poděkovat všem provozovatelům tlakové a podtlakové kanalizace, kteří mi poskytli informace o jimi používané technologii a o problémech z provozu.

OBSAH

1	ÚVOD	3
1.1	Koncepce odkanalizování	3
1.1.1	Plán rozvoje vodovodů a kanalizací	5
1.1.2	Financování obnovy vodovodů a kanalizací	6
1.1.3	Technický audit.....	7
1.2	ROZDĚLENÍ STOKOVÉ SÍTĚ	7
1.2.1	Soustavy stokových sítí	7
1.2.2	Systémy stokových sítí	8
1.2.3	Způsoby odkanalizování území	8
2	TRADIČNÍ ZPŮSOBY ODKANALIZOVÁNÍ	9
2.1	Historie	9
2.2	Princip kanalizace	9
2.3	Konstrukční prvky gravitační kanalizace	10
3	ALTERNATIVNÍ ZPŮSOBY ODKANALIZOVÁNÍ	14
3.1	Tlaková kanalizace	15
3.1.1	Historie	15
3.1.2	Princip kanalizace	15
3.1.3	Systémy tlakové kanalizace	16
3.1.4	Konstrukční prvky tlakové kanalizace	17
3.2	Podtlaková (vakuová) kanalizace	21
3.2.1	Historie	21
3.2.2	Princip kanalizace	22
3.2.3	Konstrukční prvky podtlakové kanalizace	23
3.3	Porovnání alternativních způsobů odkanalizování	30
4	PROVOZOVÁNÍ KANALIZACE A ČISTÍRNÝ ODPADNÍCH VOD	32
4.1	PROVOZOVÁNÍ KANALIZACE	32
4.1.1	Gravitační kanalizace	33
4.1.2	Tlaková kanalizace	36
4.1.3	Podtlaková kanalizace	42

4.2	PROVOZOVÁNÍ ČISTÍRNÝ ODPADNÍCH VOD	48
4.2.1	Gravitační kanalizace	49
4.2.2	Tlaková kanalizace	51
4.2.3	Podtlaková kanalizace	53
4.3	ZHODNOCENÍ PROVOZOVÁNÍ KANALIZACE A ČISTÍREN NĚKTERÝCH OBCÍ	54
4.3.1	Gravitační kanalizace	54
4.3.2	Tlaková kanalizace	56
4.3.3	Podtlaková kanalizace	62
5	TECHNICKÉ UKAZATELE PRO STOKOVÉ SYSTÉMY	78
5.1	Rozdělení posuzované stokové sítě.....	78
5.2	Ukazatele hodnocení technického stavu kanalizační sítě	79
5.2.1	Technické ukazatele pro hodnocení stavu stokové sítě	79
5.2.2	Technické ukazatele pro hodnocení stavu šachty	80
5.2.3	Technické ukazatele pro hodnocení ostatních objektů na stokové síti	80
6	IMPLEMENTACE TU.....	92
6.1	Obce pro implementaci TU	92
6.2	Hodnocení stavu stokových sítí	92
6.3	doporučení a opatření pro obce.....	94
7	ZÁVĚR.....	96
8	POUŽITÁ LITERATURA	97
	SEZNAM TABULEK	100
	SEZNAM OBRÁZKŮ	101
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	104
	SUMMARY	105

1 ÚVOD

Kanalizací se rozumí soubor staveb a zařízení, zahrnující kanalizační stoky a kanalizační objekty včetně čistíren odpadních vod, jakož i stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizace. Stoková síť je soustava trubních rozvodů a dalších zařízení sloužících k odvádění odpadních vod z jednotlivých nemovitostí a z veřejného prostranství do městské čistírny odpadních vod, případně přímo do recipientu. Ačkoli stoková síť je pouze částí kanalizace, je všeobecně používáno pro stokovou síť právě označení „kanalizace“. [1]

V současné době jsou v popředí zájmu problémy spojené s odkanalizováním území bez soustavného odvodnění. Při pohledu na toto území je zřejmé, že se jedná o oblasti malých sídelních celků s velmi roztroušenou zástavbou, nebo příměstské oblasti s plochým či zvlněným reliéfem terénu. V těchto oblastech nejsou odkanalizovány především zdroje znečištění do 1000 m³/den. Tyto zdroje se nachází na území, která jsou často těsně spjatá s rekreačními oblastmi, rezervacemi a ochrannými pásmy zdrojů pitné vody. Při odkanalizování území s roztroušenou zástavbou je nutné se soustředit především na zneškodnění vod splaškových a průmyslových. Srážkové vody je v těchto lokalitách výhodnější usměřňovat v povrchových příkopech a jejich množství redukovat vsakem. Pro silně znečištěné OV je tedy hospodárnější vybudovat oddílnou splaškovou kanalizaci. V případě gravitačního systému by ale nízké a vyrovnané průtoky OV nevykazovaly potřebnou samočistící schopnost, což vede ke zvýšeným nákladům při provozování a tedy k volbě jiného, hospodárnějšího, alternativního způsobu odkanalizování. [6]

1.1 KONCEPCE ODKANALIZOVÁNÍ

Tvorba a ochrana životního prostředí jsou procesy složité, dlouhodobé a náročné na personální, technické i ekonomické zabezpečení. Pokud má být ochrana životního prostředí efektivní a účinná, je nutné k ní přistupovat strategicky a systematicky. [11]

Účelem klasické koncepce odkanalizování je bezpečné a především hospodárné odvedení odpadních vod z městského povodí, tím nejrychlejším možným způsobem. Městské odvodnění se zabývá vznikem, transportem a čištěním odpadních vod a jejich vlivem na vodní toky a vodní zdroje. Patří mezi nejdražší a projekčně nejsložitější stavby městské infrastruktury. Proto je jejich hospodárný návrh neustále středem pozornosti jak vědeckého výzkumu, projekční praxe, tak i legislativy. V souvislosti s ochranou vodních toků a zdrojů však současný způsob městského odvodnění vyvolává celou řadu problémů. Například rychlé odvedení dešťového odtoku ze zpevněných ploch zvyšuje přirozený průtok menšími vodními toky a vede k požadavkům na zvýšení jejich kapacity, a zároveň se snižuje obnova podzemních vod z důvodu nižší možnosti zasakování. Dále neznečištěné nebo

málo znečištěné OV dopravované na ČOV snižují její účinnost a zvyšují investiční a provozní náklady. Z urbanizovaného území by tudíž měli být odváděny pouze takové vody, které ohrožují bezpečnost a zdraví obyvatelstva a které není možno zneškodnit přímo v urbanizovaném území. Do koncepčního řešení by z tohoto důvodu měli být zahrnuty veškeré procesy, které v urbanizovaném území v souvislosti s městským odvodněním probíhají. Úlohu moderního způsobu městského odvodnění tedy můžeme definovat jako odvedení takového množství vody, které je nezbytné z hygienických důvodů a z důvodů ochrany nemovitostí před záplavami a jeho co nejpomalejší transport a zaústění, po případně nutném předčištění na ČOV, do recipientu. [8], [35]

Moderní koncepce tedy chápe systém městského odvodnění jako integrovaný systém, jehož složkou je stoková síť, čistírna odpadních vod a recipient. Musí zabezpečit nejen ochranu člověka před škodlivými vlivy hydrologických stavů v urbanizovaných oblastech, ale současně zabráňuje vypouštění OV, které překračují limitní koncentrace chemických a biologických parametrů ohrožujících kvalitu přírodních vod. Ukazatelé a hodnoty přípustného znečištění odpadních vod vypouštěných do vod povrchových jsou stanoveny v Nařízení vlády 22/2001 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb. Tato legislativa stanovuje emisní a imisní limity a strategie. Emisní strategie obsahuje jednotlivá limita pro vypouštění OV ze stokového systému a ČOV bez ohledu na stav recipientu. Imisní strategie stanovuje podmínky pro vypouštění vod do recipientu na základě znalostí konkrétních místních podmínek v recipientu a širších ekologických souvislostí. Emisní limity jsou maximálně přípustné koncentrace ve vypouštěné odpadní vodě. Imisní limity jsou koncentrace ve vodním recipientu, které by při vypouštění OV neměly být překročeny ani za nejméně příznivých hydrologických poměrů. [8], [11]

K tomuto účelu slouží koncepce, která vždy obsahuje dvě základní části. Jako první je zpracovaná analýza (rozbor), kde je zhodnocen současný stav té které složky životního prostředí v kraji. Následuje návrhová část, v níž jsou stanoveny cíle, které chce kraj v daném období a v dané oblasti dosáhnout. V této části jsou také popsány (navrženy) nástroje a prostředky, jak navržených cílů dosáhnout. [11]

Koncepci vždy schvaluje Zastupitelstvo jednotlivých krajů. Naplňování (realizace) koncepcí je záležitostí celého kraje a nejenom úzkého okruhu volených zástupců a úředníků krajského úřadu. Proto schválení každého koncepčního materiálu předchází široké připomínkové řízení a veřejná diskuse na úrovni jak odborné, tak laické veřejnosti. Připomínkové řízení obsahuje návrhy (legislativní návrhy nebo návrhy vyhlášek) i s koncem platnosti tohoto řízení k danému návrhu. [11]

1.1.1 Plán rozvoje vodovodů a kanalizací

Základním prvkem plánování v oboru vodovodů a kanalizací jsou Plány rozvoje vodovodů a kanalizací územních celků (PRVKÚK). Jejich zpracování vyplývá z Předpisu č. 428/2001 Sb. Vyhlášky Ministerstva zemědělství, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích (K § 4 odst. 8 zákona). [12] Při zpracování návrhu PRVKÚK vychází zpracovatel z územního plánu velkého územního celku a z příslušného plánu oblasti povodí, pokud jsou pro dané území zpracovány a schváleny. Plán rozvoje vodovodů a kanalizací je podkladem pro zpracování územně plánovací dokumentace a plánu oblasti povodí, pro činnost vodoprávního úřadu, stavebního úřadu a pro činnost obce a kraje v samostatné i přenesené působnosti. Kraj plán rozvoje vodovodů a kanalizací schválí nejdéle na dobu 10 let. [10]

Kraj v samostatné působnosti zajišťuje zpracování a schvaluje plán rozvoje vodovodů a kanalizací pro své území nebo jeho část. Dle zákona o vodovodech a kanalizacích PRVKÚK obsahuje koncepci řešení zásobování pitnou vodou, včetně vymezení zdrojů povrchových a podzemních vod, uvažovaných pro účely úpravy na pitnou vodu, a koncepci odkanalizování a čištění odpadních vod v daném územním celku. Navržené koncepce musí být hospodárné a musí obsahovat řešení vztahů k plánu rozvoje vodovodů a kanalizací pro sousedící území. [10] V konkrétních krajích tedy plán rozvoje vodovodů a kanalizací stanovuje základní koncepci optimálního rozvoje zásobování pitnou vodou, odkanalizování a čištění odpadních vod společně s časovým upřednostněním v jednotlivých lokalitách řešeného území s ohledem na naléhavost řešení, možnosti financování nebo spolufinancování a ekonomickou průchodnost navržených technických řešení v tomto kraji včetně případného řešení vlastnických vztahů. PRVKÚK není příslibem financování nebo spolufinancování jednotlivých záměrů a navržených technických řešení. [13]

Koncepce odkanalizování územních celků sestavována obvykle pro výhledový stav 15 – 25 let vychází z nezbytných podkladů a údajů územních plánů. Tedy z předpokladů demografického vývoje, typu a charakteru zástavby (vybavenosti bytového fondu), občanské vybavenosti, z charakteru, kapacity a technologie výrobních provozů a závodů, z morfologických a hydrologických poměrů apod. Vlastnímu návrhu koncepčního řešení stokové sítě v daném území musí proto předcházet podrobná bilance množství a charakteru OV a požadavků na jejich odvádění a zneškodňování. [9]

1.1.2 Financování obnovy vodovodů a kanalizací

Parlament ČR schválil novelu zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích, která stanovuje od 1. 1. 2009 povinnost vlastníkovu vodovodu nebo kanalizace zpracovat a realizovat plán financování obnovy vodovodů nebo kanalizací, a to na dobu nejméně 10 kalendářních let. Důvodem je zajistit plynulou provozuschopnost vodovodů a kanalizací pro dlouhodobější období. Jednou za 5 let musí být plán aktualizován s ohledem na míru jeho realizace. [23]

Mezi 4 500 vlastníky vodovodů a kanalizací v České republice jsou významně zastoupeny i města a obce bez ohledu na velikost, které mají velmi omezené finance pro obnovu vodohospodářské infrastruktury. Za neplnění plánu může krajský úřad udělit sankci až do výše 1 000 000 Kč po provedení dohledu nad zpracováním a plněním plánu Ministerstvem zemědělství. [23]

Plán financování obnovy

Podkladem pro plán financování obnovy je Technický audit. Obsah konkrétního plánu závisí na možnostech vlastníka vodovodu a kanalizace uvolňovat průběžně prostředky pro účely obnovy vodohospodářské infrastruktury. Velmi často však plán zpracovává provozovatel vodovodu nebo kanalizace, ale bez návaznosti na finanční možnosti vlastníka, což velmi komplikuje situaci obcím. [23]

Propočty odkládaných částek v návrhu plánu totiž velmi často převyšují finanční možnosti obce a vyvstává tak otázka, jak takový plán sestavovat a naplňovat. Financování obnovy (realizace plánu) by mělo probíhat především z části vodného a stočného, odkládané pro tento účel, které ovšem nelze navyšovat nad sociálně únosnou mez pro obyvatelstvo. Dosáhnout toho, aby se obnova vodohospodářské infrastruktury sama financovala, je stále pro ČR nedosažitelným cílem, s ohledem na rozložení obyvatelstva (venkov × městské aglomerace) a příjmové skupiny. Obec by tedy měla každoročně odkládat pro účely obnovy příslušnou finanční částku, např. do tzv. "Fondu obnovy vodohospodářské infrastruktury". [23]

Shrnutí

O obsahu plánu rozhoduje obec v závislosti na aktuální ekonomické situaci i situaci vodohospodářského majetku. Vždy musí být odůvodněn výpadek v odkládání finančních prostředků oproti rovnoměrně propočteným ročním částkám do Fondu obnovy. Je to v souladu s částí 6 přílohy č. 18 vyhlášky č. 428/2001 Sb. [23]

Vždy je třeba brát v potaz skutečnost, že plán je třeba nejméně jednou za 5 let aktualizovat, což nevylučuje možnost aktualizovat jej v závislosti na situaci obce i dříve. [23]

1.1.3 Technický audit

Technický audit vodovodů a kanalizací (dále jen "technický audit") je specializovaná odborná činnost, která slouží ke kontrole technického stavu vodovodů a kanalizací, oprávněnosti vynaložených provozních nákladů, jakož i pořizovacích nákladů a nákladů navrhovaného rozvoje vodovodů a kanalizací. Provedení technického auditu ministerstvo vyhlásí z vlastního podnětu nebo z podnětu obce, vlastníka nebo provozovatele vodovodu nebo kanalizace, vodoprávního úřadu, krajského úřadu, Úřadu pro ochranu hospodářské soutěže nebo Ministerstva financí. Vlastník nebo provozovatel vodovodu nebo kanalizace je povinen poskytnout k provedení technického auditu potřebné údaje. Na vyhlášení technického auditu není právní nárok. Výsledkem technického auditu je zpráva se zjištěními a doporučeními ke zlepšení hospodárnosti provozu nebo rozvoje vodovodů a kanalizací. Technický audit je zpracován na náklady toho, kdo jej navrhl. Zpráva o technickém auditu se předává tomu, kdo k němu dal podnět, a ministerstvu. [10]

1.2 ROZDĚLENÍ STOKOVÉ SÍTĚ

Stokové sítě rozlišujeme podle způsobu odvádění srážkových vod na soustavy a podle způsobu uspořádání na stokové systémy.

1.2.1 Soustavy stokových sítí

Podle způsobu odvádění srážkových vod dělíme stokovou síť na soustavu:

- *jednotnou*
- *oddílnou*
- *kombinovanou* [9]

Soustava jednotná odvádí všechny OV společně jednou stokovou sítí. Dimenzuje se na extrémní průtok, z důvodů ekonomických však ne na extrémní průtok srážkových vod. K tomu slouží odlehčovací komory, které nařadí splaškové vody srážkovými a ty odvádí do vodního toku. Včetně investičních nákladů je další výhodou automatické proplachování při dešťových průtocích. Nevýhodou je přímé vypouštění nařaděných splaškových vod do vodního toku.

Oddílná soustava odpadní vody vzájemně nemísí. Nevýhodou jsou vyšší investiční náklady, prostorové nároky a navíc hrozí zvýšené nebezpečí zanášení, zejména v úsecích s minimálním sklonem.

Soustava kombinovaná se navrhuje jako kombinace jednotné a oddílné soustavy nebo jako modifikovaná verze oddílných soustav. V druhém případě se může jednat o odvádění

pouze neznečištěných srážkových vod ze střech a z ostatních neznečištěných ploch do recipientu, zatímco znečištěné srážkové vody jsou odváděny se splaškovými na ČOV. [9]

1.2.2 Systémy stokových sítí

Dále podle uspořádání stok v zájmovém území máme systém:

- větvový
- úchytný
- pásmový
- radiální

Všechny tyto systémy lze kombinovat a tak vytvářet ideální soustavu pro celé odkanalizované území.

Úchytný systém se používá ve větších městech, kde se terén mírně svažuje k většímu toku. Charakteristickým znakem je nábrežní stoka vedoucí podél vodního toku do městské čistírny odpadních vod.

Pásmový systém se používá pro území, které se prudce svažuje k vodnímu toku a z hlediska konfigurace je nutné ho rozdělit do několika výškových pásem.

Větvový systém se využívá pro členité území. Charakteristickým znakem je kmenová stoka procházející nejnižším místem odvodňovaného území, do kterého ústí hlavní sběrače jednotlivých větví.

Radiální systém se používá hlavně v uzavřených kotlinách, zpravidla v kombinaci s nějakou další soustavou. Voda se nejprve shromáždí v přečerpávací stanici, odkud je poté přečerpána výtlačným potrubím do výše položených stok, odkud je odváděna do čistírny odpadních vod. [1]

1.2.3 Způsoby odkanalizování území

Dále podle způsobu dopravy OV, což je pro tuto práci podstatné, máme:

- *tradiční stokové sítě - gravitační*
- *alternativní stokové sítě - s nuceným pohybem vody, které jsou náročné na technické provedení, ale nezávislé na terénu:*
 - *podtlaková (vakuová) kanalizace*
 - *tlaková kanalizace [9]*

2 TRADIČNÍ ZPŮSOBY ODKANALIZOVÁNÍ

Za tradiční způsob odvodnění zájmového území v ČR lze považovat jednotnou či oddílnou stokovou soustavu, založenou na gravitačních, beztlakových principech dopravy odpadní vody. Na takto fungujících, stokových sítí byl za běžných provozních podmínek tlakový režim tolerován jen ve výjimečných případech, např. u přečerpávacích stanic, shybek nebo škrťících tratí za odlehčovací komorou. U tradičních způsobů odkanalizování je důraz kladen především na jednoduchost a spolehlivost provozování. [6]

Tradičním způsobem odkanalizování odvádíme nejen splaškové vody z domácností, a odpadní vody z průmyslu, ale i dešťový odtok, tající sníh, drenážní vodu, přepady z vodojemů do kanalizace, napojené podzemní a povrchové vody bez ohledu na jejich množství a stupeň znečištění. [8]

2.1 HISTORIE

Kdy byl zaveden a poprvé použit kanalizační systém není jisté známo, avšak první informace o stokové síti a odpadní jámě sahají již k roku 2 600 př.n.l. Lidé si uvědomovali nutnost kanalizace, ale podceňovali jejich odvádění z měst a následné čištění. Odpadní voda byla z měst odváděna otevřenou kanalizací, přímo do řek bez předchozího čištění. To vedlo k následným epidemiím, chorobám a zápachu měst. [5] Podle dostupných zdrojů měla mezopotámská a protoindická města již v roce 2 510 př. Kr. kanalizační systém z hliněných trub a pálených cihel. Hlavní kanalizační sběrače byly zděné pod vydlážděnými ulicemi a vodu odváděly do velkých řek. Na Krétě v letech 1500 př. Kr. dokonce používali systém oddílné kanalizace. V druhé polovině 19. století se začaly objevovat gravitační stokové sítě, převážně zděné. Vystavěním těchto zděných stokových sítí se předcházelo šíření infekčních nemocí, jako byl mor a tyfus, které se ve městech vyskytovaly právě z důvodu kumulace odpadních vod a odpadků v ulicích. V Čechách se první kanalizační uzavřené sběrné systémy začaly rozšiřovat v 80. letech 19. století. [4]

2.2 PRINCIP KANALIZACE

Základním principem dopravy odpadních vod gravitační kanalizací je beztlakový průtok OV o volné hladině. Systém uspořádání gravitační stokové sítě vychází z konfigurace území, z urbanistického řešení zástavby a vzájemné polohy odvodňovaného území a recipientu. Při souběhu inženýrských sítí a pro minimální hloubku krytí platí ČSN 73 6005 *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení*. Uložení potrubí závisí na nezámrazné hloubce a na typu zástavby. Minimální hloubka krytí je 1,0 m (1,8 m pod vozovkou) a doporučená maximální hloubka uliční stoky je 6,0 m. Uložení ve volném terénu nebo

přidruženém dopravním prostoru nevyžaduje tak velké krytí, jako uložení potrubí pod vozovku. Dále hloubka uložení musí být navržena tak, aby bylo možné odvodnit průměrně hluboké sklepní prostory. Minimální sklon stokové sítě je dán především unášecí silou (minimálně 4,0 Pa, pro plast 3,0 Pa), aby nedocházelo k zanášení sedimenty, ale zároveň by neměl být příliš vysoký, aby nedocházelo k dynamickému poškození stoky. Při vysokém sklonu může na plochem území nastat nutnost přečerpávání OV. Dále nesmí být překročena maximální průtočná rychlost, která se liší podle materiálu. Obvykle ve stoce může být rychlost 5 m/s, při vyšší rychlosti je nutné objekty na stokové síti, v části vystavěné účinku vodního proudu, chránit proti obrusu. V objektech a stokách z kameninových, litinových, sklolaminátových, čedičových trub, trub z PVC nebo v stokách zděných z kanalizačních cihel může být průtočná rychlost až 10 m/s. V monolitických stokách z prostého betonu a ze ŽB se doporučuje 3 m/s. Nejpoužívanějším materiálem gravitační kanalizace je kamenina, beton, železobeton, plast, šedá a tvárná litina, dále čedič, sklolaminát, kanalizační cihly apod. Použití této stokové sítě je vhodné do zemin soudržných a nesoudržných. Nemá omezenou kapacitu množství připojených ekvivalentních obyvatel. Minimální světlost potrubí je DN 250 pro plastová a kameninová potrubí a DN 300 pro betonová a ostatní materiály potrubí. K základním a nejdůležitějším vlastnostem materiálů stokových sítí patří jejich vodotěsnost, pro její zkoušení platí návrh normy *ČSN 75 6909 Zkoušky vodotěsnosti stok*. Čištění stok probíhá hydraulickými, hydraulicko-mechanickými a mechanickými metodami. [8], [24]

2.3 KONSTRUKČNÍ PRVKY GRAVITAČNÍ KANALIZACE

Pro zajištění spolehlivého a bezpečného provozu musí být stoková síť opatřena vstupními šachtami, spojnými komorami, kanalizačními přípojkami a v případě potřeby spadištěm, skluzem, dešťovými vpusti, lapáky splavenin, výstními a proplachovacími objekty, shybkami, odlehčovacími komorami a regulátory průtoku. Z materiálů se používá beton, ŽB, kanalizační kamenina, plasty a kovové prvky jako stupadla atd. V nevhodném terénu se musí na gravitační stokové síti zřizovat čerpací stanice. Pro výstavbu a provoz objektů na stokové síti platí *ČSN 73 6701 Stokové sítě a kanalizační přípojky*. Vstupní otvory objektů jsou kruhové o min průměru 600 mm, výjimečně čtvercové 600x600 mm. Výškové vstupy jsou navrhovány v komunikaci 0 mm nad terénem a 5 mm pod terénem. Mimo komunikaci to je v intravilánu 100 mm a v extravilánu 300 – 500 mm nad terénem. [8]

Vstupní šachty

Navrhují se při změně směru, sklonu, při změně příčného profilu stoky, na konci úseků, dále pro spojení dvou nebo více stok a pro rozdělení dlouhého přímého úseku. U neprůlezných a průlezných stok je maximální vzdálenost mezi šachtami 60 m, u průchozích 100 m a více.

Spojné šachty a komory

Slouží pro soutok dvou a více stok. Vstupní (spojné) šachty se používají při spojování stok do průměru DN 400. Spojné komory při spojování stok DN 500 a větších. Spojné komory se oproti šachtám liší v tom, že monolit tvoří nejen základ objektu, ale i části komory nad úrovní stropu stoky. [8]

Spadiště

Účelem spadiště je překonat velký sklon pomocí stupně. Sklon stok mezi spadišti volíme takový, aby bylo dosaženo maximální rychlosti povolené pro daný materiál. Maximální povolené výšky spadiště jsou 4 m pro DN 250 – 400, respektive 3 m pro DN 450 – 600. Část šachty a dno spadiště, vystavené nárazu přívalové vody, musí být opatřeno pevným a odolným obkladem. [8]

Skluz

Slouží k překonání velkého sklonu na velmi strmých a dlouhých tratích, pomocí vlastní skluzové plochy s průtočnou rychlostí do 10 m/s. Na konci skluzu musí být objekt, k utlumení přebytečné pohybové energie a k odvedení vodou sraženého vzduchu. [8]

Dešťové vpusti

Slouží k odvodnění vozovek, chodníků a zpevněných ploch. Jsou součástí komunikačních staveb, a proto nebývají provozovány provozovateli kanalizace.

Dělení uličních vpustí:

- uliční vpust' – její maximální zapuštění do vozovky je 10 mm, na dálnicích 5 mm;
- chodníkovou vpust' - je vhodná při zachování plynulosti povrchu vozovky a při malých sklonech odvodňovaných ploch a vtok má zboku;
- horskou vpust' – je vhodná pro strmé sklony odvodňovaného terénu nad 8% a v případě očekávaného přítoku dešťových vod z nezpevněných ploch nebo příkopech. [8]

Lápáky splavenin

Navrhují se při odvodnění extravilánu otevřenými příkopy do trubní sítě. Zabraňují vniknutí nečistot, zejména pak sedimentačním splaveninám. [8]

Výustní objekty

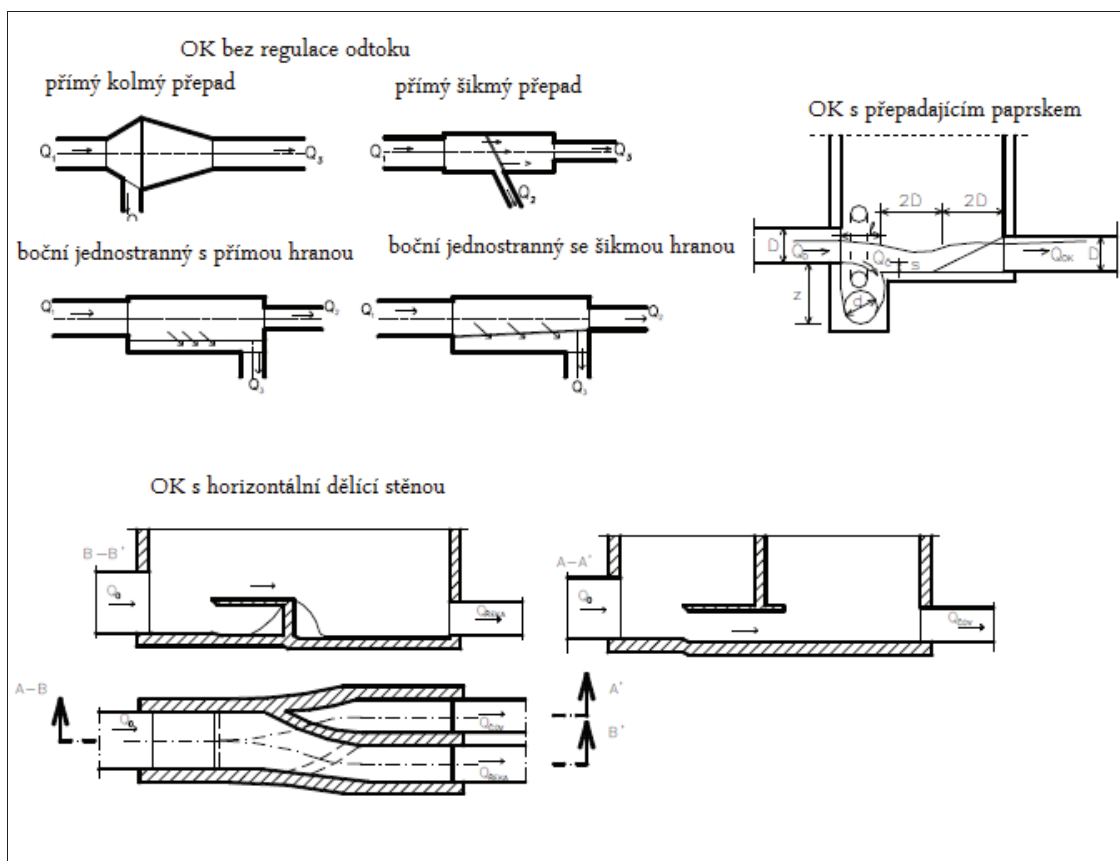
Jedná se o zařízení na vypouštění odpadních vod do vodních toků nebo nádrží, mají podpořit promísení přiváděných odpadních vod s vodou v recipientu. Nejvhodnější místo pro jejich umístění je na konkávním břehu s dostatečnou hloubkou vody a proudem. [8]

Odlehčovací komory

Patří k nejdůležitějším a zároveň nejsložitějším objektům stokových sítí. Slouží pro oddělení určitého množství vody z celkového průtoku, které pak odvádějí do recipientu. Oddělení se děje nejčastěji přepadem přes přeliv, jehož koruna je umístěna nade dnem odlehčovacího koryta.

Dělení odlehčovacích komor:

- s přepadem bez regulace odtoku
 - s přepadem přímým, jednostranným bočním nebo oboustranným bočním;
- se škrťací tratí s přepadem;
- s přepadajícím paprskem (šterbinové);
- s horizontální dělicí stěnou (etážové);
- a ostatní. [8]



Obr. 1 Odlehčovací komory [8]

Proplachovací objekty

Proplachovací šachty slouží k proplachu stok, kde odpadní voda nemá dostatečnou unášecí sílu a hrozilo by usazování a zanášení stok. Konstrukce proplachovací šachty je obdobná jako u šachty vstupní, s rozdílem, že na odtoku má zabetonované stavitko do stěny šachty. Zahrazením stavitka vystoupá voda do určité výšky a jeho náhlým otevřením se vytvoří povodňová vlna, která spláchne splaveniny. [8]

Shybka

Shybky jsou objekty na stokové síti, sloužící k převedení odpadní vody pod překážkami (pod jinými stokami, vodními toky, komunikacemi atd.) v těch případech, kdy niveleta stoky je ve stejné úrovni jako překážka a nelze ji snížit tak, aby OV protékaly pod překážkou samospádem s volnou hladinou. [8]

Další objekty na stokové síti

- Zařízení na regulování průtoku odpadních vod,
 - plovákové regulátory, štítový oddělovač, zpětné klapky.
- Akumulační a separační zařízení,
 - vyrovnávají nepříznivý vliv rozkolísanosti průtokového režimu OV na ČOV.
- Čerpací stanice
- Kanalizační přípojky,
 - podkladem pro jejich návrh je norma *ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky*, *ČSN EN 1610 Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení* a *Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích*. [8], [24]

3 ALTERNATIVNÍ ZPŮSOBY ODKANALIZOVÁNÍ

Alternativní způsoby odkanalizování byly na našem území využívány i v minulosti, avšak v posledních desetiletích byl kladen důraz především na spolehlivost systému a jednoduchost obsluhy. Tato kritéria zvýhodňovala tradiční systémy i přes zvýšené investiční náklady. Především dobré reference ze zahraničí a zvýšená spolehlivost a životnost strojního zařízení, které je nejchoulostivějším prvkem alternativních systému, vedla k uplatnění těchto netradičních způsobů odkanalizování v posledních letech i u nás.

Na řadu tedy přicházejí alternativní způsoby odkanalizování:

- kanalizace tlaková,
- kanalizace podtlaková,
- kanalizace gravitační maloprofilová. [6]

Okolnosti, které přispívají k volbě alternativních způsobů odkanalizování:

- rozptýlená zástavba,
- konfigurace terénu,
- zájmové území s několika samostatnými povodími a společnou ČOV,
- terasovitá zástavba, či široké ulice, kde by situace vyžadovala souběh dvou gravitačních stok,
- oblasti s nepříznivými podmínkami pro zakládání stok (vysoká HPV s agresivitou na konstrukční materiál, skalní podloží v malé hloubce atd.),
- omezený prostor potřebný pro provádění stok,
- vysoká hustota již položených inženýrských sítí a jiné. [8]

Nevýhody alternativních způsobů odkanalizování:

- absence dlouhodobých zkušeností s provozováním v podmínkách ČR,
- provozní náročnost systému (nutnost vyšší kvalifikace obsluhy),
- vyšší nároky na provozní energie,
- kratší životnost a vyšší četnost provozních poruch,
- systémy nejsou vhodné pro odvádění dešťových OV,
- absence doporučených pravidelných kontrol. [8]

3.1 TLAKOVÁ KANALIZACE

Tlaková kanalizace patří v současné době k nejrozšířenějším alternativním způsobům odvádění odpadních vod. Volba této kanalizace se doporučuje pro plochá nebo mírně zvlněná území. V případě čerpání „z kopce“ nebo „přes kopec“ by mohlo dojít k poruše stability tlakového režimu v síti. Tlaková kanalizace je vhodná pro území do 2 000 EO a není omezená geologickými podmínkami v podloží. [6] Ve srovnání s podtlakovou kanalizací umožňuje tlaková kanalizace překonání větších protispádů a má nižší energetickou náročnost systému. Navrhuje se podle *ČSN EN 1671 Venkovní tlakové systémy stokových sítí*. [18]

3.1.1 Historie

Výzkum a vývoj tlakových kanalizací začali v sedmdesátých letech naši kolegové z Maďarska bezprostředně po prvních amerických (USA, Albany 1965) a německých experimentálních zařízeních. Nápad odvádět odpadní vodu tlakovým systémem poprvé zrealizoval Mortimer Clift, který navrhl odkanalizování 42 domů ve městě Radcliffe, ve státě Kentucky v 60. letech. První tlaková kanalizace byla v Maďarsku vybudována v letech 1978-1980 v sídlech Tiszakécske a Foldes. Po kapitálovém propojení firem ČR a Maďarska došlo k inovaci čerpací techniky, která se využívá dodnes. I systém ovládní prošel určitým vývojem na základě využití společných zkušeností. Bylo používáno ovládní na principu ultrazvuku, tlakových sond, plováků a jejich společné kombinace. Tyto byly po čase nahrazeny automatikou THS využívanou dodnes. [2], [6]

3.1.2 Princip kanalizace

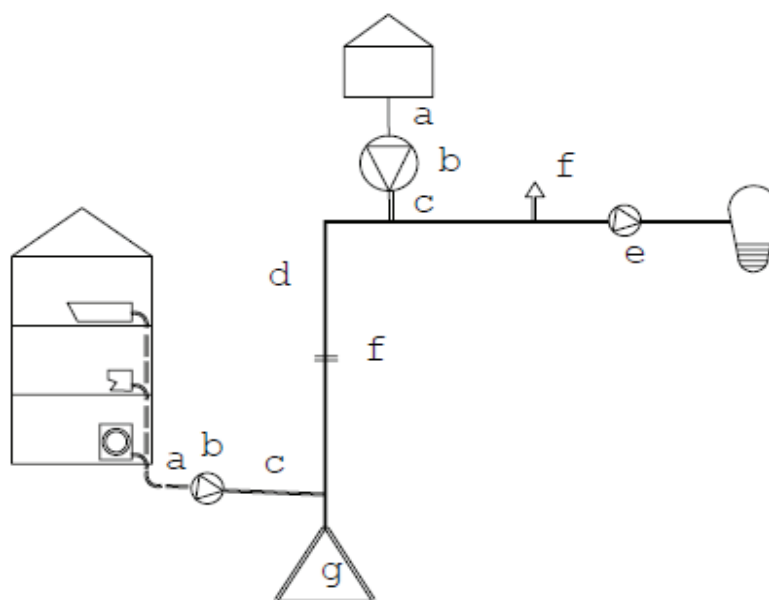
Tlaková kanalizace je založena na principu tlakové dopravy odpadních vod tlakovou okruhovou nebo větvenou stokovou sítí na ČOV. Provozní tlak v systému v rozmezí 0,5 – 3,0 MPa je vyvozován soustavou čerpadel osazených v domovních čerpacích stanicích s akumulací jímky, do kterých odpadní voda natéká gravitačně.

Celý systém zahrnuje: [6], [9]

- gravitační domovní přípojky (a)
- domovní čerpací stanice s akumulací jímky (DČJ) (b)
- tlakové dopravní přípojky z čerpacích stanic na sběrnou síť (c)
- tlakové sběrné potrubí (d) [9]

V případě potřeby jsou sítě doplněny o tyto objekty:

- veřejné čerpací stanice (zvyšovací) – používají se v případě členitějšího terénu (e)
- objekty na tlakových kanalizačních řadech - vzdušníky, kalníky, čistící a měřící vstupy, atd. (f)
- stanice tlakového vzduchu (g) [6]



Obr. 2 Schéma tlakové kanalizace [6]

3.1.3 Systémy tlakové kanalizace

Používané systémy tlakové kanalizace lze rozdělit na:

- systém mechanického předčištění (nebo také systém předřazených septiků)
- mělnicí systém

U systému *mechanického předčištění (SMP)* se nejčastěji používají prostá odstředivá čerpadla, schopná dopravovat pouze pevné částice, které projdou mezi lopatky rotoru, popřípadě výtlačným hrdlem. Znečištění obsažené v OV, které může způsobovat komplikace v takové síti, je zachyceno buď na mřížích a sítích, nebo v předřazených septicích. Výhodou těchto systémů je zachytávání usaditelných a plovoucích látek, což se příznivě projevuje snížením hodnot BSK₅ a NL. Dále je systém levný, zejména při využití stávajících septiků jako DČJ a kalových odstředivých čerpadel. Přesto tento systém ustupuje s ohledem na problémy s odstraňováním primárního kalu a nečistot z DČJ. Dále z důvodu nárůstu amoniakálního dusíku vlivem anaerobních procesů v septicích a vytváření sirovodíků. [6]

Druhý systém je *system mělnicí (MS)*, dnes nejvíce využívaný. Čerpadla v DČJ vytváří díky předřazenému reznému nastavci z pevných složek obsažených v OV velmi řídkou „kaši“. Takto rozmělněné odpadní látky jsou schopny projít i velmi malými průměry tlakových kanalizačních přípojek. Řezací zařízení může být uloženo uvnitř – zapuštěno do vstupního hrdla, nebo vně – předsazeno před vstupní hrdlo. Pohon rezné hlavy je zajištěn jejím nasazením na hřídel rotoru čerpadla. Mělnicí systém vyžaduje sice menší obestavěný prostor oproti SMP, ale přivádí na ČOV splaškové vody s vyššími hodnotami koncentrací BSK₅ než je tomu u klasické gravitační sítě. Také hrozí zaseknutí čerpadla, většinou kovovými předměty nebo namotáním vláknitých nečistot. [6]

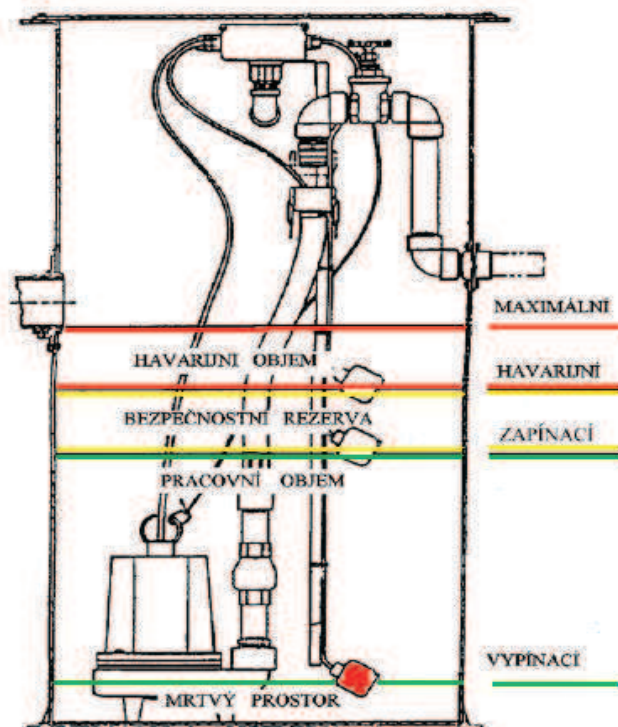
3.1.4 Konstrukční prvky tlakové kanalizace

Návrh objektů na tlakové kanalizaci významně ovlivňuje správnou funkci stokového systému. Jedná se především o domovní čerpací stanici s akumulací jímky a strojní vybavenost DČJ.

Domovní čerpací stanice s akumulací jímky

Odpadní voda z odvodňovaného objektu přitéká do DČJ gravitačně. Čerpadlo v domovní čerpací stanici je za běžného režimu řízeno v závislosti na stavu hladiny OV v jímce. Běh čerpadla je tedy dán „zapínací“ a „vypínací“ hladinou. U DČJ rozlišujeme několik funkčních objemů. Jedná se o *pracovní objem*, *bezpečnostní rezervu*, *havarijní objem* a *mrtvý prostor*. (Obr. 3) *Pracovní objem* je mezi „zapínací“ a „vypínací“ hladinou, která ovládá čerpadlo. Jejich návrh musí zohledňovat životnost čerpadla a hospodárnost provozu. *Bezpečnostní rezerva* se nachází mezi „zapínací“ a „signalizační“ hladinou. Slouží jako vyrovnávací objemová rezerva pro pokrytí rozdílu mezi maximálním přítokem z gravitační domovní přípojky a dopravním množstvím čerpadla v období špičky. *Havarijní objem* je rezerva mezi „havarijní“ hladinou a maximální hladinou. Místo maximální hladiny se může vyskytovat bezpečnostní přepad. Velikost havarijního objemu je dána dobou plnění jímky, za kterou je provozovatel schopen odstranit výpadek elektrického proudu nebo zajistit opravu. Pod pracovním objemem se nachází *mrtvý prostor*, který je dán požadovanou výškou sacího hrdla nade dnem a převýšením vypínací hladiny nad sacím hrdlem tak, aby čerpadlo nenasávalo vytvářenou vírovou depresi vzduch. [6]

Domovní čerpací stanice jsou umístěny v blízkosti odvodňovaných objektů. Z majetkoprávních důvodů je optimální, když má každá nemovitost vlastní DČJ a napojení čerpadla v jímce na elektrickou energii přes samostatné měřidlo spotřeby. Pokud je na jednu čerpací stanici napojeno více nemovitostí, je potřeba zvýšit objem DČJ, konkrétně havarijní objem. DČJ by měla být umístěna na soukromém pozemku tak, aby umožnila přístup obsluze kanalizace, v případě kontroly provozuschopnosti jímky nebo při opravě.



Obr. 3 Provozní hladiny v DČJ [6]

Domovní čerpací jímka bývá nejčastěji řešená jako „mokrý“ jímka s ponorným čerpadlem. Sestavena je z jímky a čerpadla. Jímka slouží k akumulaci OV. V případě systému SMP se většinou jedná o ŽB, kryté nádrže, které se opatřují ochrannou vrstvou proti agresivním látkám, nebo z monolitického betonu s vnitřní vystýlkou z plastických hmot nebo z prefabrikovaných ŽB prvků. Dříve se využívalo stávajících septiků pro vybudování DČJ, dnes se již ale nahrazují kvůli poruchovosti. Nejčastěji to je způsobeno špatným stavem septiku, kdy se písek a oddrolený materiál dostává do čerpadla. Jímky MS bývají betonové nebo se používají plastické hmoty (sklolaminát, PE, HDPE), které mají ale vyšší cenu a nižší tuhost stěn. Výhodou plastických hmot je vysoká odolnost proti korozi a vodotěsnost. Nevýhodou, kromě ceny a tuhosti stěn, je nutná ochrana proti „vyplavání“ kotvením nebo přitížením bloky. Mála hmotnost plastových jímek může způsobit jejich vyzdvihnutí nad terén vlivem proudění podpovrchových vod. [6]

V současnosti jsou DČJ vybavovány čerpadly s mělnicím zařízením, protože se ve většině případů ukazují, jako hospodárnější. Čerpadla využitelná pro tlakovou kanalizaci dělíme podle umístění na čerpadla do suché a mokré jímky, podle konstrukce na odstředivá a objemová (vřetenová) a podle vyzbrojení na čerpadla s mělnicím vybavením a bez něho. Nejčastěji používaný typ je odstředivé ponorné čerpadlo. [6]

Dalším prvkem je elektroinstalace, nebo také ovládací prvky. Zahrnuje napájení elektrickou energií, rozvaděč DČJ, měření neelektrických veličin (výška hladiny v ČJ, průtok na výtlaku čerpadel, teplota vypouštěné OV, vstup do objektu ČJ nebo rozvaděče),

signalizace provozních a poruchových stavů, nastavitelní časové relé pro případ přerušení celoplošné dodávky elektrické energie, atd. [6]

Trubní síť

Tlaková trubní síť se nejčastěji navrhuje z plastového potrubí (PVC, PE, PP) a ukládá se v nezámrazné hloubce, s doporučenou výškou krytí od 1,0 až do 1,2 m. Ve spojných uzlech a po cca 300 m se na síti zřizují sekční uzávěry. Jednotlivé provozní sekce by měli mít možnost gravitačního sklonu (směrem od zavzdušňovacích hydrantů ke kalníkům). Sklon tlakové sítě by měl být minimálně 0,3 % a minimální DN je 80 mm, v případě použití mělníčního systému je možno použít DN 50. Minimální požadovaná průtočná rychlost je 0,7 m/s. V zájmu zajištění permanentní průchodnosti potrubí se systém vybavuje proplachovacími (provzdušňovacími) stanicemi pro občasné proplachování potrubí směsí vody a tlakového vzduchu. [9]

Hospodárnost celého systému odvisí od jeho těsnosti. Jde o to, dopravovat skutečně pouze splašky a nikoliv balastní nebo dešťové vody. Domovní kanalizace se většinou staví dřívě, než je rozhodnuto o napojení na tlakový systém. Pak nastávají případy, kdy mohou být do kanalizace zaústěny dešťové odpady (terasy, balkony). Také těsnost spojů se stářím potrubí klesá a způsobuje škody. Před spuštěním tlakové kanalizace se musí vždy přezkoušet těsnost vnitřních rozvodů. [27]

Provozní řády kanalizace většinou povolují vypouštět vody teploty až 35°C, při jejím překročení se povoluje nejvyšší provozní tlak 0,63 MPa, aby byla zajištěna pevnost trubní sítě po dobu 50-ti let. [6]

Objekty na trubní tlakové síti

Kromě již zmíněných odvzdušňovacích a zavzdušňovacích ventilů, patří mezi objekty na trubní tlakové síti uzávěry, čistící vstupy, dále stanice tlakového vzduchu, měřicí stanice, proplachovací hydranty a kalníky a dispečerské zařízení.

Odvzdušňovací a zavzdušňovací ventily zaručují trvale stabilní provozní režim v tlakových trubních systémech. Jsou na ně kladeny vyšší nároky z hlediska výrobního materiálu a konstrukčního řešení. Musí být velmi odolné proti korozi. [6]

Jako uzávěry jsou doporučovány takové armatury, u nichž lze uvolnit celý průtočný profil (šoupátka a kulové ventily) kvůli možnosti napojení měřidel. Nejčastěji se používají šoupátka s pogumovaným sedlem. Klapky se zde nedoporučují, kvůli zachytávání vláknitých materiálů za jejich hřídele. Uzávěry se osazují na odbočkách a větveních, při

přechodech vodotečí, v dlouhých trasách, dále třeba na konci okrajových větví apod. Zpětné ventily či klapky jsou osazovány na výtlaku za čerpadly. [6], [b]

Čistící vstupy jsou navrhovány tam, kde není v úseku dosahována unášecí rychlost. Umísťují se na koncích větví a v místech změn průměru potrubí. Čištění je možno provést buď pouze propláchnutím tlakovým vzduchem, nebo je možno potrubím prohnat čistící element. Hlavní součástí je odbočná větev, vyvedená většinou na úroveň terénu, kterou je vkládán čistící protlačovaný píst, tzv. ježek (je nutno ovšem dodržet minimální potřebné poloměry při trasování). Průchod čistícího kusu vyvolává v potrubí zvýšené namáhání oproti provoznímu stavu, což je nutno zohlednit při návrhu (při dimenzi kotevních bloků). Větší část navrhovaných sítí se ale spokojí s možností proplachovat potrubí tlakovým vzduchem a vodou. [6]

Úkolem stanice tlakového vzduchu je zabránění nepříznivým chemickým a fyzikálním procesům v tlakové síti, tedy zejména zamezení rozvoje anaerobních procesů, za vzniku sirovodíků na rozhraní voda – vzduch. Sirovodík je zpracován na kyselinu sírovou, která je zdrojem koroze. Tlaková stanice pracuje na principu občasného provzdušnění OV nebo výplachu OV z trubní sítě tlakovým vzduchem, čímž se odstraní i usazeniny. Výplach potrubí tlakovým vzduchem se doporučuje tam, kde není ani při maximálním očekávaném průtoku dosažena unášecí rychlost a k výměně dopravované vody v potrubí dochází méně jak 2x za den. [6]

Měřicí stanice slouží k ověření průtoků (či rychlostí) a tlaků. Ověřením průtoků zjišťujeme dobu zdržení splašků v síti, z čehož následně rozhodneme o nutnosti nebo vhodnosti opatření, jako je např. provzdušňování. Z ekonomických důvodů nebývají průtokoměry instalovány trvale. Měření průtoků je významné u výškově členitějších sítí umožňující tvorbu plynových polštářů. Proplachovací hydranty a kalníky slouží k vypuštění usazenin a k propláchnutí daného úseku tlakovou vodou, nebyl-li proplach tlakovým vzduchem účinný. [6]

Dispečerské řízení s možností dálkového řízení slouží k propojení soustavy kanalizačních objektů a má výhodu v rychlosti a efektivnosti zásahu v případě poruchy, v možnosti zajištění optimalizace provozu, zjištění poruch na řadech sítě i zrovnoměrnění přítoku OV na ČOV. Nevýhodou jsou nezanedbatelné investiční náklady. [6], [27]

3.2 PODTLAKOVÁ (VAKUOVÁ) KANALIZACE

Druhým nejpoužívanějším typem alternativních způsobů odkanalizování je podtlaková kanalizace. Podléhá zákonu *ČSN EN 1091 Venkovní podtlakové systémy stokových sítí*. Volba této kanalizace je vhodná do 3 000 EO s rovnoměrně rozděleným napojením obyvatel, a pro ploché území. [24]

Jak již bylo zmíněno o alternativním odkanalizování, jedná se o moderní progresivní způsoby odvádění splaškových odpadních vod. Uplatňují se při specifických podmínkách stavenišť, například při nepříznivých geologických nebo hydrogeologických podmínkách. Dále při stísněných prostorových podmínkách nebo v plochých územích, kde by bylo velmi obtížně zajistit minimální sklony stok gravitační kanalizace. [9] Výhodami řešení je nezávislost na průběhu terénu, malé průměry potrubí, vysoká flexibilita v řešení a nízké provozní náklady. Další výhody spočívají v řešení při realizaci kanalizace. Malé profily potrubí totiž vykazují nízké náklady na zemní práce a na opravy zpevněných ploch zejména pak komunikací. [20]

Podtlakové potrubí představuje rozvětvenou síť s centrální podtlakovou stanicí. Délka hlavní větve dosahuje v plochem terénu až 4 km. Při směru proudění ve stoupajícím terénu je kratší a v klesajícím terénu může být delší. Větší území může být rozděleno na jednotlivé oblasti s vlastní podtlakovou stanicí a např. spojeno tlakovým potrubím. U podtlakového odkanalizování se používá uzavřený potrubní systém bez možnosti vstupu. Díky stále udržovanému podtlaku v trubním systému jsou vyloučeny úniky odpadních vod. Vysoká rychlost dopravy směsi vzduchu/vody v podtlakovém potrubí zabraňuje vzniku usazenin. [7]

3.2.1 Historie

Podtlaková kanalizace byla poprvé instalována v Evropě v roce 1882, ale až v posledních 30 letech byla více prosazována na trhu. První, kdo použil podtlaku odvodnění (tzv. podtlaková kanalizace) byl holandský inženýr Charles Liernur v druhé polovině 19. století. Byl použit pouze na lodích, ve vlacích a letadlech na dlouhou dobu. Technické implementace podtlakové kanalizace byly zahájeny po roce 1959 ve Švédsku Joelem Liljendahlem a následně uvedeny na trh společností Electrolux. V současné době několik systémových dodavatelů nabízí širokou škálu výrobků pro mnoho aplikací. [3] Podtlaková kanalizace fungovala tak, že splašky byly sváděny přípojkovým potrubím do vzduchotěsné sběrné nádoby, kde se následně shromažďovaly z určitého domovního okrsku. Nádoba byla vybavena ventily pro kontrolu podtlaku. Základní sběrná stanice s velkou vzduchotěsnou nádobou pak byla umístěna na vhodném místě. Podtlak v nádobě byl vyvozován vývěvami, které byly poháněny parním strojem. Tato nádoba byla napojena hlavním potrubím přes dvě přípojky na uliční podtlakovou nádobu. Jedno napojení sloužilo

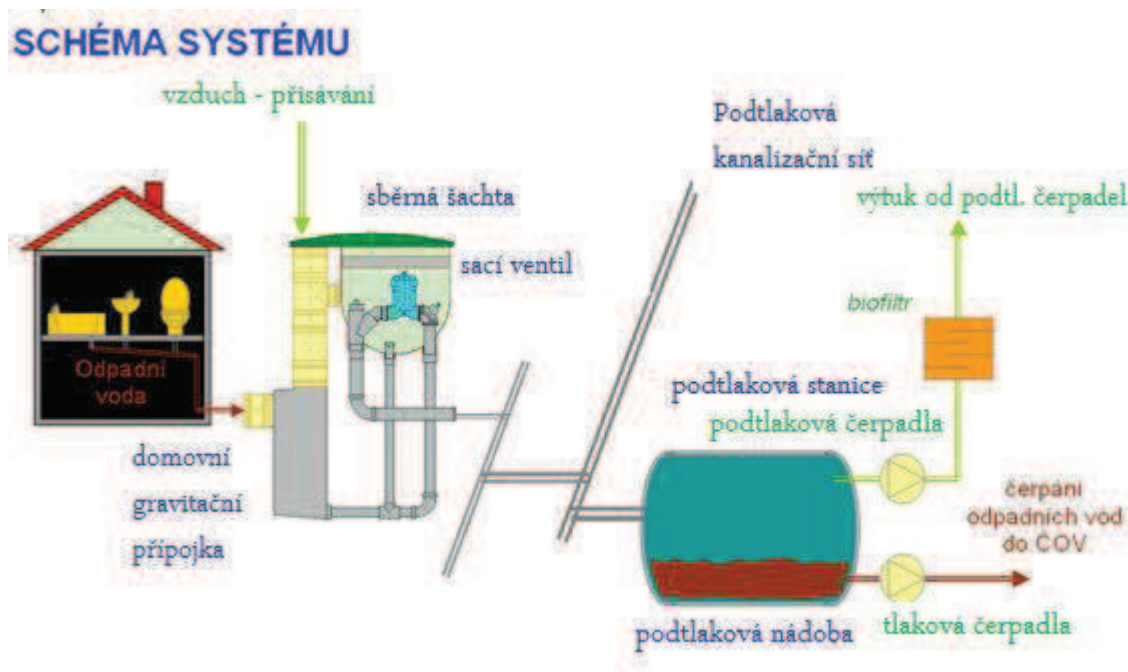
pro odsátí vzduchu a bylo přivedeno k horní části uliční sběrné nádoby, a druhé napojení bylo těsně u dna a sloužilo pro odsátí splašků. Pro odsávání splašků musel vždy jeden pracovník v uliční sběrné nádobě uvolnit ventil od hlavního potrubí. Tím otevřel ventil mezi uliční nádobou a centrální sběrnou nádobou a vytvořil podtlak, ventil pak uzavřel. Druhý pracovník pak otevřel ventil na potrubí od domů a vysál splašky do uliční sběrné nádoby. To se opakovalo se všemi přípojkami od všech napojených domů a poté byly splašky odsáty z uliční sběrné nádoby do centrální sběrné stanice tím, že pracovník otevřel přívod, který zaústoval do dna nádoby. [7]

3.2.2 Princip kanalizace

Odpadní vody odtékají z jednotlivých domů gravitačně do sběrných šachet umístěných v blízkosti každého domu. Když se naplní jímka sběrné šachty na předem daný objem, hydrostatický tlak aktivuje řídicí jednotku, která následně otevírá sací ventil a odpadní voda se odsává ze sběrné jímky do stokové sítě. Při tomto stavu vzniká v domovní přípojce hluk, který je výhodou pro obsluhu stokové sítě při kontrole funkce ventilu. Ventil je otevřen cca 5 vteřin a automaticky se uzavírá, proces se následně opakuje po opětovném zaplnění jímky. Celý proces nepoužívá elektrickou energii, vše pracuje automaticky na principu změny tlaku. Odpadní vody z kanalizační sítě se shromažďují v centrální podtlakové stanici a odtud jsou čerpány na čistírnu odpadních vod nebo do další stokové sítě. Typická podtlaková stanice se skládá z podtlakových sběrných nádob, několika podtlakových čerpadel, tlakových čerpadel a kontrolního elektrického panelu. Kanalizační větvený systém je udržován neustále v podtlaku pomocí podtlakových čerpadel. Pomocí přísátého vzduchu jsou odpadní vody transportovány relativně vysokou rychlostí (5 - 6 m/s) potrubím stokové sítě do podtlakové stanice. [20]

Venkovní podtlakový systém stokových sítí se skládá z těchto konstrukčních prvků, které za sebou následují takto, ve směru toku odpadní vody:

- domovní gravitační přípojka;
- sběrná šachta;
- sací ventil;
- podtlaková kanalizační síť;
- podtlaková stanice. [7]



Obr. 4 Schéma podtlakového systému [20]

3.2.3 Konstrukční prvky podtlakové kanalizace

Spolehlivý provoz podtlakové kanalizace je ovlivněn návrhem a provedením všech objektů na stokové síti i strojních zařízeních.

Gravitační část domovní kanalizační přípojky

Gravitační část domovní kanalizační přípojky zaústěná do sběrné šachty musí splňovat požadavky ČSN EN 752 *Odvodňovací systémy vně budov*. Pro zajištění správné funkce zápachových uzávěrů nemovitostí je nutné osadit na gravitační části přípojky zavzdušňovací trubku, která nedovolí v době činnosti sacího ventilu jejich odsátí. Zavzdušňovací trubka musí být umístěna co nejbližší ke sběrné šachtě. [7]

Sběrná šachta

Hlavní funkcí sběrné šachty je akumulace odpadních vod. Objem akumulčního prostoru je dán požadavkem na zajištění havarijního stavu v případě výpadku elektrického proudu. Tento objem je roven 125 % denního průměrného přítoku. Norma ČSN EN 1091 *Venkovní podtlakové systémy stokových sítí* do tohoto objemu uvažovat retenční prostor gravitační přípojky. Sběrné šachty musí zajišťovat vodotěsnost (jednak proti podzemním vodám, tak i proti povrchovým vodám), dále musí odolávat vnějšímu zatížení a vnitřnímu přetlaku. [7]

Sběrné šachty se rozdělují na:

- sběrné šachty s odděleným prostorem pro podtlakový sací ventil (*obr. 5*);
- sběrné šachty s podtlakovým ventilem umístěným ve sběrné jímce (*obr. 6*).

Výhodou sběrné šachty s odděleným prostorem pro akumulaci odpadní vody a pro sací ventil s řídicí jednotkou je přístup obsluhy k ventilu, umožňující snadné vyčištění a odstranění nečistot, snadnou výměnu strojního zařízení, dále jímka nezapáchá a má menší akumulaci OV. [20]

1 – ruční uzávěr s odběrem podtlaku,

2 – sací ventil s řídicí jednotkou,

3 – přívzdušňovací hadička,

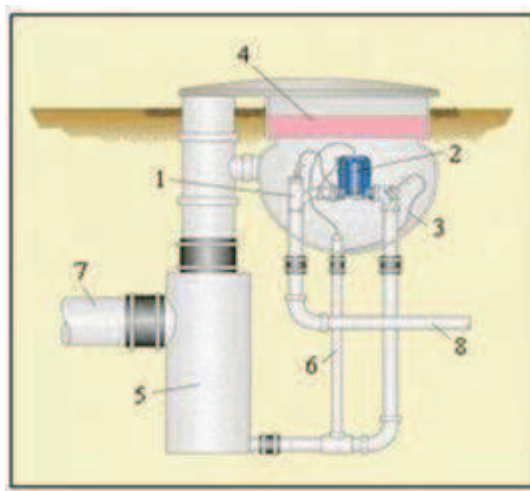
4 – izolační deska,

5 – sběrná jímka,

6 – senzorová trubka/snímač hladiny,

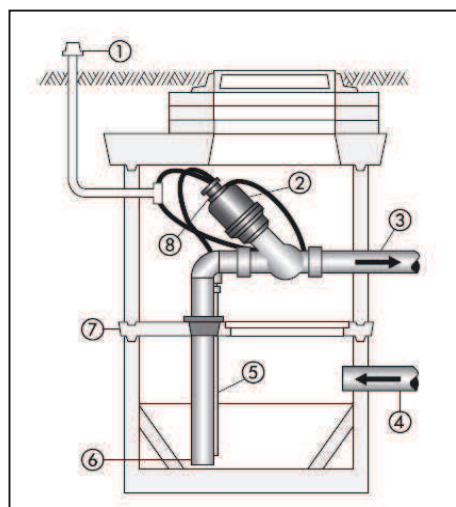
7 – gravitační část kanalizační přípojky,

8 – podtlaková část kanalizační přípojky



Obr. 5 Sběrná šachta s odděleným prostorem – s membránovým ventilem [7]

Sběrná šachta s podtlakovým ventilem umístěným ve sběrné jímce se skládá ze dvou komor. Z horní komory, kde je umístěno vstrojení šachty s ventilem a dolní komory, kde je jímka pro akumulaci přitékajících odpadních vod. Obě komory jsou od sebe oddělené přepážkou. [21]



1 – zavzdušňovací potrubí,

2 – sací ventil,

3 – potrubí do podtlakové stoky,

4 – gravitační přítokové potrubí,

5 – senzorová trubka/snímač hladiny,

6 – sací potrubí,

7 – přepážka,

8 – ovládání sacího ventilu

Obr. 6 Sběrná šachta s ventilem ve sběrné jímce –
s pístovým sacím ventilem a zavzdušňovacím potrubím [7]

Sací ventil

Přechod z gravitační části do podtlakové části přípojky se děje v sacím ventilu. Tento bývá umístěn zpravidla mimo dům v domovní sběrné šachtě a zajišťuje vyprazdňování zásobního objemu sběrné šachty. U podtlakové kanalizace se používá k pohybu odpadních vod tlakový rozdíl mezi atmosférickým tlakem a podtlakem v systému, který je vytvářen vývěvou. Pokud jsou podtlakové sací ventily uzavřeny, nedochází v kanalizačním systému k žádnému pohybu odpadní vody ani k žádné ztrátě podtlaku. Jakmile dosáhne objem splašků v některé ze sběrných jímek výrobcem předepsaného objemu a dosáhne se zapínací hladiny, příslušný ventil se otevře. Rozdíl tlaků mezi podtlakem v podtlakové stoce a atmosférickým tlakem nasaje nastavený objem splašků a vzduchu do podtlakového potrubí. V době, kdy je sací ventil otevřen, proudí směs odpadní vody a vzduchu směrem k podtlakové nádobě. Po uzavření sacího ventilu se odpadní voda shromáždí v nejnižších bodech podtlakové kanalizační sítě. Tímto způsobem je zajištěna postupná doprava odpadní vody od sběrné šachty k podtlakové nádobě. Minimální spínací podtlak sacího ventilu je 22 kPa. [7]

Sací ventily se dělí podle principu otevírání na:

- pneumaticky otevírané sací ventily
 - membránové sací ventily (*obr.7,8*)
 - pístové sací ventily (*obr.9,10*)
- elektroventily ovládané plovákem;
- mechanické plovákové ventily. [7]



Obr. 7 Membránový sací ventil Roevac



Obr. 8 Membránový sací ventil Roevac s uzavřenou membránou



Obr. 9 Pístový sací ventil (dvoucoulový)- Airvac



Obr. 10 Pístový sací ventil (třícoulový) - Flovac

V současné době jsou pravděpodobně nejvíce užívané ventily ovládané pneumaticky. Jejich velkou předností je způsob otvírání a zavírání využívající rozdíl tlaku v sensorové trubce. Méně se uplatnily elektroventily, které jsou ovládané plovákem. Sběrné šachty s elektricky ovládaným ventilem musí být připojeny na elektrickou rozvodnou síť. [7]

Při otevření sacího ventilu se začne nasávat splašková voda a vzduch do podtlakového trubního vedení. Objemový poměr vzduch/voda u podtlakových systémů se navrhuje v rozmezí 2:1 až 15:1. U podtlakové stanice se navrhuje objemový poměr vzduch/voda okolo 3:1. S větší vzdáleností od podtlakové stanice se objemový poměr vzduchu zvyšuje. Dále se zvyšuje objemový poměr vzduchu v případě, kdy se překonávají velké výškové terénní rozdíly. Na dlouhých úsecích na podtlakové stokové síti, kde nejsou po trase rovnoměrně rozmístěné sběrné šachty, a přítok odpadních vod je koncentrován na konci větve, dochází k poklesu podtlaku a zatopení celého úseku. Příčinou je nedostatek vzduchu, který je potřebný pro transport odpadní vody. Řešením je přivzdušňování úseku pomocí:

- časově řízených automatických přivzdušňovacích ventilů v šachtách na trase
- automatických přivzdušňovacích ventilů, které měří a vyhodnocují podtlak na daném úseku [7]

Standardně se napojují jeden až tři nemovitosti na jeden sací ventil. V praxi bylo již na jeden ventil připojeno 24 rodinných domů. [7]

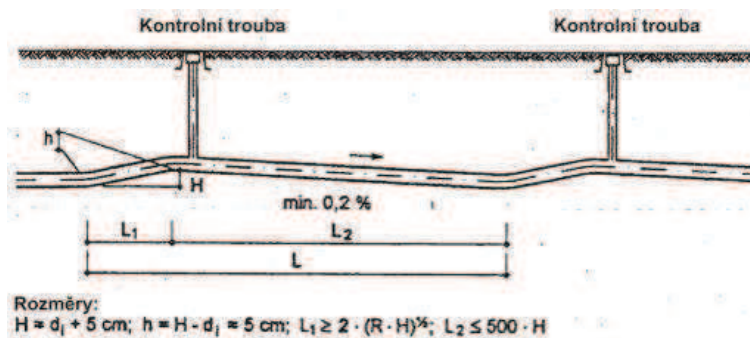
Podtlaková kanalizační síť

Vakuová kanalizace má tu výhodu, že používá potrubí malého průměru, položené v mělkých výkopech v nezámrazné hloubce. Při návrhu DN potrubí musí být zajištěna samočisticí schopnost, ale nesmí se zbytečně zvyšovat rychlost proudění (zvyšování tření).

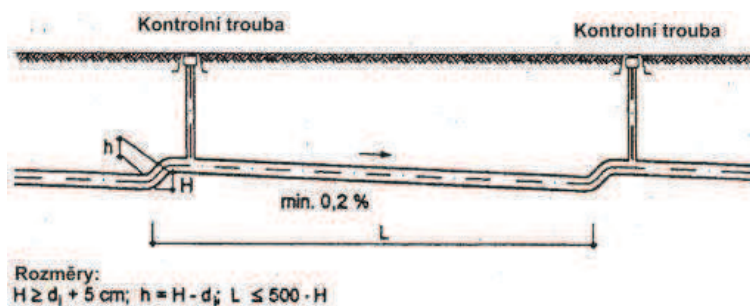
Jmenovitá světlost potrubí se navrhuje v rozsahu od DN 65 do DN 250. Vakuové sítě jsou dimenzovány s mírným sklonem směrem k vakuové stanici, rychlost dopravy OV se pohybuje okolo 5-6 m/s. Pro vakuovou kanalizaci se používá potrubí tlakové PVC (min. PN10) s atestem na podtlak nebo PE svařované v profilech od DN 90 mm do DN 200 max. 250 mm. Podtlakové potrubí musí být odolné proti chemickým a biochemickým vlivům zevnitř i z vně, teplotám do 35 °C, mechanickým otěrům a vnitřnímu a vnějšímu tlaku. [7], [21] Podélný profil podtlakového potrubí musí být vytvořen tak, aby v nejnižším bodě hromadící odpadní voda vytvořila uzavřený plný profil trouby tak, aby ji proudící vzduch posouval a vytlačil přes následující výškové body. [7]

Podle *DWA-A 116* se rozlišují následující tři typy podélných profilů:

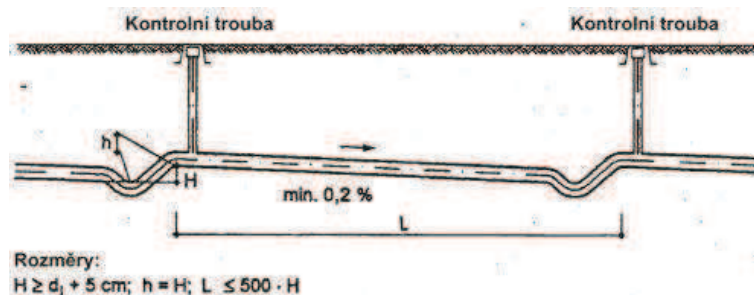
- 1) vlnový profil, který je vytvořen ohnutím bez tvarovek (*obr. 11*);
- 2) zubový (pilový) profil s 45° tvarovkami, které se osazují zejména od jmenovité světlosti DN 100 (*obr. 12*);
- 3) kapsový profil („Reformer Pocket Profile“), který se podobá zubovému profilu s rozdílem, že před 45° stoupáním se osazují U-tvarové kusy. Kapsový profil se navrhuje zejména u jmenovité světlosti do DN 100 (*obr. 13*). [7]



Obr. 11 Schéma podélného „vlnového“ profilu na rovinatém území [7]



Obr. 12 Schéma podélného „zubového/pilového“ profilu na rovinatém území [7]



Obr. 13 Schéma podélného „kapového“ profilu na rovinatém území [7]

Podtlaková stanice

Podtlaková stanice by se měla nacházet uprostřed odkanalizovaného území a neměla by ležet výše jak nejnižší odkanalizovaný bod. Vzdálenost od zástavby se řídí typem a polohou okolní zástavby, opatřením k tlumení hluku a snížení zápachu na podtlakové stanici (vypouštění vzduchu přes biofiltr). [7]

Podtlaková stanice se skládá:

- z objektu včetně zdroje podtlaku;
- z podtlakové nádoby nebo sací čerpací jímky;
- ze zařízení k dopravě splaškových odpadních vod;
- z řídicího zařízení;
- z energetického záložního zdroje. [7]

Podtlakové stoky vyúsťují buď bezprostředně do podtlakových nádob, ve kterých je podtlak vytvářen a udržován vývěvami, nebo vyúsťuje do sací čerpací jímky v případě, že podtlak je v podtlakových stokách vytvářen a udržován ejektorovými čerpadly. V podtlakové nádobě je potřebný provozní podtlak udržován obvykle okolo 50 - 60 kPa. V případě použití sací čerpací jímky se udržuje stálý podtlak v celém systému v rozmezí 35 až 50 kPa pomocí ejektorového čerpadla. Stav hladiny splaškových odpadních vod v podtlakových nádobách je snímán hladinovými spínači, které řídí chod výtlačných čerpadel nebo vypouštěcích ventilů. Jestliže splaškové odpadní vody překročí v podtlakové nádobě maximální přípustnou hladinu, vypne snímač hladiny vývěvu, aby bylo zabráněno nasátí těchto splaškových odpadních vod do vývěvy. Potřebný podtlak v podtlakových nádobách se udržuje v provozním rozsahu pomocí tlakových spínačů. Z podtlakové stanice je čerpána odpadní voda dále k úpravě odpadních vod, např. prostřednictvím čerpadel. [7]

→ Vakuové pumpy

Vakuové pumpy - vývěvy musí být dimenzovány tak, aby udržely v systému požadovaný podtlak (0,08 – 0,025 MPa). Vakuové pumpy neběží neustále, ale cyklicky, přičemž

typická doba provozu je max. do 6 hodin za den (ideální je 3 hodiny za den). Vakuová čerpadla jsou dimenzována tak, aby se hodnota podtlaku při poklesu dostala zpět na požadovanou úroveň během 3 minut. Typické velikosti vývěvy jsou 4 kW, 5,5 kW, 7,5 kW a 11 kW. Vývěvy pro podtlakovou kanalizaci musí být konstruovány s ohledem na nepřetržitý provoz. Z tohoto hlediska jsou nejvhodnější olejové jednostupňové rotační lamelové vývěvy Busch nebo Becker. Další typy vývěv jsou vodokružné vývěvy a suché bezdotykové vývěvy. [21], [7]

→ **Kalová čerpadla**

Používají se tlaková čerpadla v návaznosti na sběrnou vakuovou nádrž a to buď kalová osazená uvnitř nádrže, nebo „do suché jámy“ osazená mimo nádrž. Dimenze se provádí podle potřeby dopravy odpadních vod na ČOV. [21]

→ **Podtlaková nádoba**

Podtlaková nádoba se vyrábí převážně z oceli (používá se i PE) a osazuje se samostatně do objektu vakuové stanice, nebo pod terén s obsypem. Nádrž má objem určený pro vakuum a objem určený pro odpadní vodu. V nádrži se shromažďují odpadní vody a současně se z nádrže šíří do celé stokové sítě podtlak. [21]

→ **Kontrolní panel a řízení procesu**

Veškeré elektrické ovládací prvky, včetně řídicího systému a systému alarmu, jsou umístěny ve speciální rozvaděčové skříni. Systém pracuje automaticky s vizualizací procesu a ovládání (dotykový panel). [21]

→ **Biofiltr**

Vývěvy odsávají vzduch z podtlakového systému, který vlivem aerobních procesů v odpadních vodách zapáchá. Znečištěný vzduch je veden do venkovního prostředí. Z tohoto důvodu se navrhuje biologický filtr. Jedná se o jednoduchou stavební konstrukci, která je naplněná drtí z kůry, kořenů nebo kokosových ořechů. Pokud je filtr dostatečně dimenzován, není v těsné blízkosti cítit zápach vzduchu odsávaného z podtlakového systému. Drt' z kůry je snadno dosažitelná a cenově přístupná. Nevýhodou je, že dochází ke ztrátě kyprosti cca po 1 roce a k nárůstu odporu (zvýšení tlaku) na výdechové straně vývěv. Drt' z kořenů pomaleji degraduje než drt' z kůry, a tím se prodlužuje doba použití až na 5 let. Nevýhodou je, že je obtížněji dosažitelná, a tím cenově dražší než drt' z kůry. [7]

3.3 POROVNÁNÍ ALTERNATIVNÍCH ZPŮSOBŮ ODKANALIZOVÁNÍ

Při volbě alternativního způsobu odkanalizování je důležité zvolit správný typ vzhledem k zájmovému území a jeho charakteristikám. Dle obecně známých výhod a nevýhod můžeme posoudit vhodnost jednotlivých systémů.

Tab. 3.1 Výhody alternativních způsobů odkanalizování

VÝHODY	
TLAKOVÁ KANALIZACE	PODTLAKOVÁ KANALIZACE
pružnější navrhování tlakové kanalizace v kombinaci s gravitační (většinou páteřní) kanalizací	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.)
možnost překonání větších protispádů v území	delší životnost podtlakového ventilu oproti domovním čerpadlům tlakové kanalizace
porucha čerpadla v domovní šachtě neovlivní celý kanalizační systém	podstatně vyšší kapacita podtlakového ventilu ve srovnání s domovními čerpadly tlakové kanalizace
nižší energetická náročnost systému	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 [18]
	jedna centrální podtlaková stanice nahrazuje množství tlakových stanic [20]
	malé dimenze potrubí (DN 80 – DN 200)
	snadná pokládka potrubí v okolí překážek, přizpůsobivost ve vedení potrubí při realizaci díla, systém je uzavřen vůči okolí – je nepropustný, nezapáchá, není průlezný [20]

Tab. 3.2 Nevýhody alternativních způsobů odkanalizování

NEVÝHODY	
TLAKOVÉ KANALIZACE	PODTLAKOVÉ KANALIZACE
napojení uživatelé hradí většinou kromě stočného i elektrickou energii spotřebovanou čerpadlem	nutná realizace podtlakové stanice
v noci nastávají minimální rychlosti v potrubí – sedimentace, fermentační (vyhňivací) procesy v tlakovém systému,	navržené podtlakové potrubí je zejména na vedlejších větvích o dimenzi větší, než tlakové potrubí (DN80 - DN150)
omezená životnost čerpadel domovní kanalizace	při neuzavření ventilu vzroste výrazně energetická náročnost celého systému
odpadní voda je dopravována v anaerobních podmínkách, intenzivně zapáchá na ČOV [18]	

4 PROVOZOVÁNÍ KANALIZACE A ČISTÍRNÝ ODPADNÍCH VOD

Dlouhá životnost stokových sítí vyžaduje, aby byly řádně provozovány a udržovány. Přitom je třeba přihlížet i k provozu ostatních zařízení, které tvoří se stokovou sítí jeden provozní celek, tedy k čistírně odpadních vod a jejich objektů. Nutností je starat se o bezpečný, hospodárný a hygienicky nezávadný provoz stokových sítí, kanalizačních přípojek a ČOV a také dodržovat limity vypouštěného znečištění. [15]

4.1 PROVOZOVÁNÍ KANALIZACE

Na stokové síti je nezbytné provádět práce, které mají hlavní podíl na jejím plynulém a bezporuchovém provozu. Tyto práce se většinou provádějí podle stanovené a ověřené technologie prací v podzemí, tedy ve ztížených a nebezpečných podmínkách. Technologie čištění, proplachování, údržby a oprav stokové sítě je proto zpracována do pracovních postupů. Pokyny pro provoz, údržbu a kontrolu stokové sítě a objektů na nich, jsou uvedeny v provozním řádu, dle konkrétního druhu technologie. [9]

Kontrola stokové sítě je nezbytnou součástí provozní činnosti, jejímž prostřednictvím vlastně hodnotíme technický stav a provoz sítě. Kontrolní činnost pracovníka se mírně liší podle velikosti společnosti a podle toho, jaký systém kanalizace je mu svěřen. Základním dokumentem pro kontrolu je kromě provozního řádu stokové sítě i zpracovaný plán kontrol z hlediska náplně kontroly a z hlediska časové realizace kontroly. [9] Provádění pravidelných prohlídek, realizace potřebných oprav, údržba a pravidelné čištění, zabezpečuje dobrý technický stav stokových sítí. Veškeré tyto činnosti se zaznamenávají do provozního deníku a jeho kontrola se provádí minimálně jednou týdně. [15]

V rámci provozování kanalizace se provádí monitoring za účelem zjišťování druhu a míry znečištění OV a znamená měření hydraulických veličin v objektech stokové sítě, dále srážkoměrná měření v zájmovém povodí a odběr vzorků OV. Četnost odběrů vzorků a požadavky na rozbor vzorků odpadních vod stanoví prováděcí právní předpis *Narizení č. 143/2012 Sb. o postupu pro určování znečištění odpadních vod, provádění odečtů množství znečištění a měření objemu vypouštěných odpadních vod do povrchových vod.* [9], [10]

4.1.1 Gravitační kanalizace

Údržbou a kontrolou gravitační stokové sítě zajistíme nejen plynulý odtok odpadních vod, ale i přístupnost kontrolních a revizních šachet, dešťových vpustí a ostatních objektů na stokové síti. Sledováním technického stavu při provádění pravidelných prohlídek předcházíme vzniku poruch a havárií. [15]

Druhy a provádění kontrol:

- namátková, nepravidelná (např. vizuální nebo kamerový průzkum stok a objektů),
- systematická, pravidelná,
- po nahodilých jevech a událostech, které mohly způsobit negativní změnu v kvalitě systému odvádění OV. [9]

Prohlídky se provádí: 1x za čtvrtletí (březen, červen, září, prosinec) a zjišťuje se potřeba:

- čištění dešťových vpustí, šachet, kanalizačních přípojek a kanalizačních stok,
- zajištění přístupnosti, snížení nebo zvýšení poklopů a úpravy terénu v jejich těsné blízkosti,
- oprav poklopů, stavebních částí šachet, stupadel apod. [15]

Potřeba proplachování a čištění kanalizačních stok vychází ze závěrů pravidelných prohlídek stokové sítě. Proplachování se provádí říční nebo rybníční vodou pomocí hydromechanizace, která je současně schopná odsávat uvolněné nánosy. Nebo se provádí proudem vody z vodovodní sítě připojené přes hydrant. Nežádoucí na tomto způsobu čištění je neodstranění nánosů, ale pouhý jeho posun do dalšího úseku. Jiný způsob čištění kanalizačních přípojek je ručně, ucpávkovým drátem. Pracovník sestoupí do revizní šachty, zavede drát k ucpávce a neustálým otáčením drátu odstraní ucpávku. Čištění a proplachování se provádí z revizních šachet. Veškeré odpady získané při čištění stokových sítí musí být bezpečně zneškodněny v souladu s platnými předpisy (např. zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech v platném znění). [15], [14]

Údržba stokové sítě a objektů

Údržbu stokové sítě a kanalizačních přípojek lze zpravidla provádět bez omezení funkce stokové sítě. Mohou však nastat situace, kdy musí být funkce stokové sítě dočasně omezena. Nejčastější příčinou takových situací bývá vzduť odváděných vod v kanalizaci vlivem ucpání přípojky mechanickými nečistotami nebo odtoku v revizní šachtě. Vzduť v kanalizaci může také nastat prolomením klenby kanalizace, či vlivem částečného nebo úplného uzavření profilu úlomky pláště stokového materiálu či vlivem zaklíněného

materiálu (dřeva, kamenů, cihel) uvnitř profilu stoky. V tomto případě je nutné místo poruchy ohraničit a řádně označit s příslušnou plošnou rezervou a průtok OV se zajistí náhradním způsobem po dobu odstraňování ucpávky. [15] Periodicita čištění objektů na stokové síti závisí na jejich stavu a druhu objektu:

Kanalizační přípojky: odstraňuje se zejména jejich ucpání.

Revizní šachty: kontrola se provádí vizuálně se zaměřením na poškozené poklopy, nedostatečnou přístupnost vstupu do podzemí (ze statického nebo korozního způsobu poškození), na porušení okolí šachty, na výšku sedimentů na dně šachty, na kontrolu koncentrace plynů a kyslíku indikačními přístroji a na vzdouvání hladiny OV, které mohou upozorňovat na kapacitní či provozní nedostatky následujících kanalizačních úseků. Provádí se jedenkrát ročně (červen). [9]

Lapač tuků: postup podle vlastních provozních pokynů.

Revize stokových sítí: se provádí 1x za pět let, nejlépe odbornou firmou. Revize je zaměřena na stav vnitřního obvodu trub, zrnitost povrchu, na díry vzniklé agresivitou odpadních vod nebo na nadměrný obrus od splavenin a od rychlosti proudící vody, na zploštění potrubí, trhliny v plášti rour, velikost nánosů na dně stok, zaústění kanalizačních přípojek, vnikání podzemních a jiných vod do kanalizačního potrubí, zamoření kanalizace hlodavci, zatížení potrubí v průběhu dešťových srážek apod. Revizi je možno provádět geotechnickým nebo vizuálním průzkumem nebo televizní kamerou. [15]

Dešťové nádrže: kontrola se provádí pravidelně i nepravidelně, s ohledem na dešťové události. Sleduje se objem a stáří usazených zachycených látek, aby nedošlo ke změně průtokových poměrů nebo k zahnívání usazených látek. [9]

Nátokové objekty do kanalizačních zařízení: jedná se zejména o lapače splavenin a sedimentační prostory, u kterých se kontroluje průchodnost česlových zařízení a výška nánosů u lapáků, včetně kontroly kvality vtékajících vod. Četnost čištění je závislá na stupni znečištění komunikací a zpevněných ploch, na množství a počtu dešťových srážek, na druhu používaného posypového materiálu v zimním období a způsobu jeho likvidace, jakož i na druhu dešťových vpustí. Minimální počet čištění se stanovuje dvakrát ročně, a to v dubnu a říjnu. Ucpané vpustí se čistí ihned. [9], [15]

Povrchové znaky stokové sítě: jedná se o poklopy vstupních šachet a ostatních objektů na síti, ventilace a mříže uličních vpustí. Sleduje se, zda nejsou prasklé a zda jsou v úrovni terénu či komunikace. [9]

Odlehčovací komory: kontrolní činnost na těchto objektech by měla být pravidelná a to minimálně 1x týdně, nepravidelná v případě mimořádných událostí (přítalové deště), a

trvalá v případě nasazení měřící techniky. Současně se provádí i kontrola vyústních objektů z odlehčovací komory. Nedbalá kontrola často vede k hygienickým závadám. [9]

Strojní zařízení (klapky, stavidla atd.): kontrola se provádí pravidelně podle plánu a nahodile podle mimořádných událostí. Čištění strojního zařízení se provádí mechanicky nebo za použití proudu vody. [9]

Před zimním obdobím je nutné provést kontrolu stokových sítí, zda nehrozí nebezpečí jejich zamrznutí. Při dlouhotrvajících deštích je nutno dbát na čistotu vpustí častým odstraňováním splavenin, bránících volnému odtoku srážkových vod. [15]

Zhodnocení kanalizace

Nedodržení minimálního požadovaného sklonu může způsobit na gravitační kanalizaci usazování OV v stokové síti a následný rozkladu odpadních látek vlivem přítomnosti kyslíku. Při použití jednotné kanalizace dochází při dešťových průtocích vlivem větší rychlosti a průtoku k proplachu stoky a odstranění těchto nánosů. Další nevýhodou gravitačních kanalizací je velká četnost revizních objektů a nutnost hlubokého založení stok pro zajištění již zmíněného spádů, která komplikuje dosažení vodotěsnosti systému. Klasické, gravitační sítě často infiltrují velké množství balastních vod, které mohou snížit efektivitu čištění OV na ČOV především kvůli nízké teplotě. [6] V případě velmi malých obcí s málovodným recipientem může gravitační kanalizace závažně narušit vodohospodářský a ekologický režim území. Systém totiž odebírá vodu jejím přirozeným cestám na povodí a vrací ji nárazově v několika místech recipientu se značnými kvalitativními a kvantitativními změnami. Za bezdeštného průtoku dochází k dopravě často vysokého podílu balastních vod. Je to způsobeno netěsností sítě a kanalizačních přípojek, přepady z vodojemů a úniky z vodovodních řadů. [8] Při správném a pečlivém návrhu, výstavbě a údržbě stokové sítě dosáhneme spolehlivého a provozně nenákladného odkanalizování s dlouhou životností. V případě nesprávného návrhu, nekvalitním provedení či při špatné údržbě kanalizace dochází k různým závadám a deformacím na síti. Příčinou závad a poruch může být i stáří nebo kvalita materiálu a blížící se konec životnosti stoky. Pomocí kamerového průzkumu můžeme tyto závady a deformace identifikovat a vyhodnotit stupeň poškození dle zpracované metodiky.

Finanční ohodnocení

Výhodou gravitační kanalizace je finančně nenáročný provoz. Nevýhodou je nutné dodržení sklonu, které může vést až k velice hlubokým a nákladným výkopům. Při nevhodném terénu musí být gravitační kanalizace řešena pomocí přečerpávacích stanic, jejichž provoz, údržba a pořizovací náklady výrazně znehodnocují volbu této kanalizace.

4.1.2 Tlaková kanalizace

Personální nároky na obsluhu a údržbu jsou u tlakové kanalizace výrazně vyšší než u tradičních sítí v příznivých morfologických podmínkách. Požadavky na rychlost zásahu v případě havárie jsou mírnější u systémů, pracujících s větší akumulací DČJ. V nových plastových šachtách bývá modernější automatika. Nyní se vyrábějí ovládací skříňky opatřené signalizací se zvukovým alarmem. (obr. 15) V případě poruchy začne svítit červená kontrolka, a po 5ti minutách se sepne zvukový alarm. Skříňky mají vypínače, kterými lze alarm vypnout. Pokud ale přijde například dítě a vypne ho před zaznamenáním poruchy oprávněnou osobou, nemá signalizace žádný význam. [27]

Každý uživatel DČJ by měl být poučen o správném používání této kanalizace a o nežádoucím odpadu v jímce. Do čerpací jímky smí uživatel vypouštět pouze OV z kuchyně, koupelen, WC a prádelen. Naopak nesmí vypouštět dešťové vody, odvodnění venkovních ploch, teras apod. Nežádoucí předměty a látky, které do kanalizace nepatří:

- kamení, štěrky, písek,
- kovové předměty,
- rostlinné tuky, živočišné tuky, oleje,
- veškeré chemické látky – ředidla, barvy, kyseliny, jedy,
- vlhčené ubrousky, textilie, silonové punčochy, papírové pleny, a jiné hygienické potřeby,
- uhynulá zvířata, zbytky jídel, kosti,
- odpad z kuchyňského drtiče a podobně. [17]

Druhy a provádění kontrol:

- Systematická, pravidelná kontrola tlakové stokové sítě – je doporučována, ale ne vždy je dodržována.

Kanalizace tlaková se od gravitační liší dopravou OV sítí a to především v průtočné rychlosti, která je minimálně 0,7 m/s. V tlakové trubní síti tedy nedochází k značnému usazování sedimentů, které by vyžadovalo častější kontroly a údržbu. [16] Čerpací jímky s čerpadly jsou konstruovány tak, aby nebyly náročné na údržbu. Životnost čerpadel není ve všech případech stejná a závisí na druhu provozu, druhu čerpaného média a na údržbě. I když čerpadla odpadních vod jsou dimenzována tak, aby údržba nebyla nutná, doporučují se pravidelné kontroly čerpadel, zaměřené na bezchybnou funkci a případné změny v provozu. U dobře navržených a provozovaných systémů lze počítat s četností zásahu 1x za 4 roky na čerpací jednotku. [16]

Doporučená kontrola čerpací jímky zahrnuje:

2 x měsíčně:

- vizuální a sluchovou kontrolu strojního zařízení čerpací jímky;
- odstranění z ovládacích plováků ulpěné hrubé nečistoty a tuk (oplachem čistou vodou), pokud jsou čerpány vody s větším obsahem tuku.

1 x měsíčně:

- odstranění z ovládacích plováků ulpěné hrubé nečistoty oplachem čistou vodou;
- za provozu čerpadla pohledem provést kontrolu těsnosti spojů výtlačného potrubí v čerpací jímce.

1 x rok:

- kontrolu hlučnosti a vibrací čerpadla - při narůstající hlučnosti a vibracích čerpadla je nutno objednat u výrobce čerpací jímky seřízení nebo výměnu opotřebovaných řezacích nožů čerpadla. Kontrolu opotřebování řezacích nožů se musí provádět častěji při čerpání vody s příměsí abrazivních nečistot. [16]

Údržba stokové sítě a objektů

Trubní řad: V úsecích, kde není dosahováno unášecí rychlosti, se přes čistící vstupy, proplachuje potrubí tlakovým vzduchem a vodou (zpravidla 1-2x denně po dobu 15 – 20 minut), nebo se čistící element, tzv. ježek, nechá prohnat sítí. Před napojením OV na tlakový kanalizační systém se doporučuje přezkoušet domovní kanalizaci a gravitační přípojky na vodotěsnost a oddělení dešťových vod. Nežádoucí balastní a srážkové vody, by způsobily nejen zvýšené náklady, ale i přetížení ČOV. [6]

Čerpací jímky: Pokud není uvedeno jinak, používání a údržba čerpadel se řídí návodem k montáži a obsluze čerpadel. Při poruše čerpadla je nutná jeho okamžitá výměna za nové. Provozovatel by měl mít vždy v zásobě náhradní počet čerpadel. Obvykle 5 % z celkového počtu provozovaných kusů. Při venkovních teplotách pod bodem mrazu je nutno bezpodmínečně zabránit zamrznutí čerpací jímky izolací víka jímky. [16]

Zhodnocení

Tab. 4.1 Přehled nejčastějších závad v elektroinstalaci a doporučení k jejich odstranění [27]

ZÁVADY	DOPORUČENÍ
Nahromadění tuku na plovákových spínačích.	Oprava spočívá v mechanickém odstranění, případně přidání enzymů do DČJ.
Vypouštění textilií a podobných předmětů do kanalizace a dnešní prací prášky, poškozují senzory, které pak nesnímají hladiny správně.	Tento problém se dá snadno odstranit ostřikem tlakovou vodou.
Znatelně odcházejí statory.	Nutnost výměny.
Kulové ventily často zatuhnou.	Volba kvalitnějších ventilů a pravidelná kontrola zařízení na DČJ.
Závady na čerpadlech – nejčastěji se jedná o ucpání mělníci části předměty textilního původu a vláknité struktury u MS.	Volba čerpadel s dokonalejším mělnicím zařízením.
Závady na čerpadlech – může dojít ke spálení motoru opotřebením.	Zde je nutná výměna čerpadla za nové.
Poruchy mohou nastat i na stykači. Zůstane-li přilepený stykač, čerpadlo vyčerpá všechnu vodu a stator se spálí.	Nutno klást uživatelům DČJ důraz na vypouštění pouze povolených OV.
U systému Presskan který má snímací vidle se třemi hroty, občas dochází k elektrolyze a hroty upadnou.	Volba vhodnějšího systému, např. Sigma.

Tab. 4.2 Přehled nejčastějších závad a problému na DČJ a doporučení k jejich odstranění: [27]

PROBLÉMY	DOPORUČENÍ
Při napojení více nemovitostí na jednu standartní čerpací stanicí nemá šachta dostatečnou kapacitní rezervu v případě výpadku elektrického proudu.	Použitím větších typů DČJ, aby se zajistila dostatečná kapacitní rezerva, zároveň se sníží pořizovací náklady.
Zachytávání předmětů v čerpadlech s nedokonalým mělnicím zařízením (např. dětské vlhčené kapesníčky, hadry apod.). Čerpadlo se musí následně vytáhnout, rozebrat a vyčistit.	Nejvhodnější variantou je napojení každé nemovitosti na vlastní DČJ, kde opravy způsobené nekázní by si lidé museli uhradit sami. Značně by se omezila četnost poruch, protože by byli opatrnější.

Nové pračky již nebývají vybaveny sítky na vlákna a drobné předměty jako jsou mince, v šachtě se pak tvoří ve větším množství chuchvalce vlasů a vláken.	Volba čerpadel s dokonalejším mělnicím zařízením.
Při napojení více nemovitostí na jednu DČJ nastávají dohady mezi připojenými obyvateli, kdo bude platit elektřinu, případně nastane-li porucha z důvodu špatného užívání, vznikají dohady o tom, kdo za to doopravdy může.	Nejvhodnější variantou je napojení každé nemovitosti na vlastní DČJ.
Vnikání balastních a dešťových vod do nádrže – může nastat při příliš nízkém umístění poklopu nad terénem, nebo při zavedení střešního dešťového odpadu do jímky.	Kontrola napojených OV a správné uložení jímky a poklopu jímky.
Koroze – příčinou koroze je delší doba zdržení OV s obsahem sirovodíku v jímce a následně probíhající anaerobní procesy.	Volba vhodného materiálu a kratší doba zdržení v jímce.
Některé materiály gum se vlivem vypuštěných tuků rozpouštějí.	Nutno brát ohledy na složení vypouštěných OV a materiál gum.
Starší typy jímek s malým průměrem (80 cm) jsou nevhodné pro práci a manipulaci v jímce.	Volba čerpacích jímek o průměru 100 cm.
V případě plastových šachet dochází k přichycování mastnoty na stěny.	Plastové šachty se oproti betonovým lépe čistí, např. tlakovou vodou
Špatná přístupnost k DČJ, je-li umístěna na dvoře uživatelů tlakové kanalizace.	Vhodnější umístění DČJ.
Nevhodné umístění ovládací skříňky, na místa kudy uživatelé denně nechodí, může způsobit zanedbání vzniklé poruchy, když se nenahlásí provozovateli včas.	Použití centrálního dispečinku, které by okamžitě nahlásilo poruchu na konkrétní jímce.
Mechanické poškození DČJ, například při přejezdu autem.	Vhodnější umístění DČJ, kde nehrozí mechanické poškození.
Při absenci sekčních ventilů se musí v případě poruchy řadu obejít a ručně vypnout všechny jímky.	Použití sekčních ventilů, kterými se mohou uzavřít jednotlivé řady.
Problémy se zamrznutím šachty.	Dostatečná hloubka výkopu a tepelná izolace poklopu.

Nelegální napojení srážkových vod do jímky.	Opatření čerpací jímky ovládací skříňkou s počítadlem motohodin. Nežádoucí průtoky by se daly následně zjistit podle motohodin.
V případě využití stávajících septiků jako čerpací stanice dochází k častému poškození čerpadel. Septiky bývají velice poruchové, jsou staré, rozpadají se a písek se pak dostává do čerpadla, které zadře. Další nevýhodou je absence stupaček.	Nahrazení septiků čerpací jímkou. (Obr.14)



Obr. 14 Čerpadlo se senzory umístěné v septiku

Další nevýhody a problémy DČJ:

- Čerpadla a strojní zařízení mají omezenou životnost (cca 10 let).
- Kanalizace je velice nákladná z hlediska provozu.
- V noci dochází v potrubí k minimální rychlosti – sedimentace, fermentační (vyhňovací) procesy v tlakovém systému.
- Jsou-li jímky, ve kterých jsou umístěna čerpadla větší, může se stát, že čerpadlo obsah jímky dostatečně nepromíchává a nastává problém s amoniakem.
- Vysoká cena napojení jedné šachty na centrální dispečink, který by výrazně usnadnil provoz.
- Mohou nastat případy, kdy lidé při rekonstrukci napojí na tlakovou kanalizaci pouze splašky a OV z kuchyně a koupelen teče dál dešťovou kanalizací do řeky bez čištění.

- V případě vytažení čerpadla z jímky a jeho položení na zem, dochází ke kontaktu OV s terénem. Následně nenastává žádná dezinfekce a psy nebo děti mohou roznosit znečištění a bakterie až do domů.
- Šachty mohou být betonové a plastové. Plastová šachta je horší v tom, že se mastnota lepí na stěny. Naopak se ale lépe čistí a její zabezpečení je na šrouby. [27]



Obr. 15 Ovládací skříňka



Obr. 16 Plastová šachta zabezpečená šrouby

Finanční ohodnocení

Tlaková kanalizace je velice nákladná z hlediska provozu. Napojení uživatelé platí stočné ale navíc i elektrickou energii spotřebovanou čerpadlem. Provozovatel kanalizace hradí ve většině případů veškeré opravy na DČJ a tlakové síti ať již z důvodu opotřebení materiálu nebo vypouštění nevhodných OV.

- Výměna jednoho starého čerpadla za nové se pochybuje kolem 12 000 až 15 000 Kč.
- Výměna spáleného statoru na čerpadle stojí 700 korun.
- Napojení jedné čerpací jímky na centrální dispečink je 12 000 Kč.
- Oprava vinutí stojí 2 800 Kč. [27]

4.1.3 Podtlaková kanalizace

Základním předpokladem pro snížení poruchovosti, a tím zvýšení spolehlivosti systému je kontrola a průběžná údržba systému. Životnost podtlakového systému závisí na životnosti jednotlivých prvků podtlakového systému a můžeme ji snížit nebo zvýšit konstrukčním řešením, výběrem materiálu, provozováním a průběžnou údržbou. [19]

Odvádění odpadní vody venkovním podtlakovým systémem stokových sítí je závislé na správném nastavení doby, po kterou je sací ventil otevřen a na udržení dostatečného podtlaku, pro správné fungování celého systému. Sací ventil má výrobcem nastaven minimální spínací podtlak v rozmezí 20 – 25 kPa. V případě poklesu podtlaku pod tuto hodnotu nedojde k odsátí OV, a tím postupně nastane nefunkčnost části větve podtlakové stoky. Z tohoto důvodu se provádí měření a vyhodnocování podtlaků na síti v provozních podmínkách. Během zkušebního měření podtlaků na stokové síti bylo zjištěno, že při nižším podtlaku ve stoce odsaje za stejný čas sací ventil odpadní vodu při nižší hladině ve sběrné jímce. Tedy odsaje menší objem OV. Nedodržením návrhových parametrů může docházet k poklesu podtlaku v potrubí pod hodnotu spínacího tlaku sacího ventilu. Tím přestane proudit odpadní voda směrem k podtlakové stanici. [26]

Příčin poklesu podtlaku je několik:

- špatně navržená dimenze potrubí;
- velká délka a nevhodné výškové uspořádání podtlakové větve;
- nevhodný návrh typu profilu uložení potrubí;
- poddimenzované sběrné šachty se sacím ventilem;
- nevhodné nastavení doby otevření (sání) podtlakového ventilu, tzn. malý objemový poměr vzduch/voda. [26]

Při neodborném nastavení doby otevření sacího ventilu mohou nastat dva stavy:

- dlouhá doba otevření sacího ventilu – následkem je zvýšená doba chodu vývěv, a tím zvýšená spotřeba elektrické energie; [26]
- krátká doba otevření sacího ventilu – dochází k poklesu tlaku v podtlakové stoce až pod hodnotu spínacího tlaku. Tím je zastaveno odsávání odpadní vody z nemovitostí.

Při větším počtu takto uzavřených ventilů nastává kolaps podtlakového systému a je nutné následně postupně ručně otevírat přísávání ve sběrných šachtách a zvýšit tlak v podtlakové stoce nad minimální hodnotu spínacího tlaku. [26]

Důležité zásady a doporučení při návrhu a provozu podtlakového systému:

- Nesmí dojít k zasypání nebo obložení sběrné šachty různými předměty, nebo k zapadnutí otvorů sběrných šachet sněhem.
- Provoz systému musí zabezpečovat kvalifikovaná obsluha.
- Obyvatelé musí být seznámeny s požadavky na vypouštění odpadní vody, tedy co smí a nesmí obsahovat.
- Je nutné zajistit správnou evidenci poruch a hodnot podtlaku na síti.
- Měly by se provádět předepsané výměny komponentů systému. [19]

Uživatelé, kteří jsou napojeni na podtlakovou kanalizaci, musí být obeznámeni s požadavky na vypouštění OV a se zásadami správného provozování podtlakového systému. Zakazuje se vypouštění jiných odpadních vod než vod splaškových, včetně vod dešťových. Společně se splaškovými vodami nesmí být do čerpací šachty přiváděny gumové a plastové produkty a textilie. [19]

Druhy a provádění kontrol

- Systematická, pravidelná kontrola podtlakové stokové sítě, je doporučována ale ne vždy dodržována.

Odpadní vody dopravovány podtlakovou kanalizací se od ostatních způsobů odkanalizování liší především ve vysoké průtočné rychlosti, která je 6 m/s. Tato rychlost většinu materiálu rozmělní a v trubní síti tedy nedochází k usazování sedimentů, které by vyžadovalo častější kontroly a údržbu.

Doporučená kontrola:

- Sběrná šachta: Kontrola je doporučována 2x ročně na jaře a na podzim. Měla by se provádět na všech šachtách vizuální a sluchovou kontrolu strojního zařízení sběrné šachty. Kontroluje se, zda není například po zimě prasklá membrána, což by se projevilo syčením šachty. Dále se kontroluje doba odsávání splašků sacím ventilem. [28]

- Podtlaková stanice: Kontrola stavu nadzemního strojního zařízení se provádí 1x týdně. Kontrola a údržba armatur se provádí 1x měsíčně. Trvale ponořené části strojního zařízení se doporučují kontrolovat 2x ročně. Čerpadla musí být kontrolována odborně 1x za rok. Kontrola nátěrů kovových částí se musí provádět 1x za rok a výměna olejů ve vývěvách dle pokynů výrobce. [28]
- Inspekční šachta: Prohlídky se provádějí minimálně 2 x za rok a poškozené, nevyhovující a opotřebené kryty a poklopy musí být ihned po zjištění závady vyměněny. [28]

Údržba stokové sítě a objektů

Řídící jednotka: Při pravidelných obchůzkách se kontroluje provoz řídicí jednotky pomocí balonku. Zkouška probíhá tak, že provozovatelé fouknou do hadičky, vyvolají minitlak, řídicí jednotka se sepne a pokud je odsávání 3-6 s, tak je ventil v pořádku. Pokud ne, musí být řídicí jednotka seřízena nebo vyměněna. [28]

Membrána: U řídicí jednotky se nachází malý otvor, kterým v případě, že je prasklá membrána, uchází vzduch. Při sebemenším úniku - syčení se jedná o poruchu. [28]

Biofiltr: Slouží pro odstranění zápachu uvolňovaného na ČOV. Pro zajištění jeho správné funkce se materiál (drcená kůra) musí jednou za rok vyměnit. [28]

Pískový filtr: Některé obce mají třetí stupeň čištění, kde je OV vypouštěna přes pískový filtr do recipientu. Pískový filtr, se musí jednou za 2 roky vyměnit. Použitý materiál se vozí na skládku. Cena uskladnění tohoto nebezpečného odpadu je cca 1 900 korun za tunu. [28]

Zimní provoz: Před zimním obdobím je nutné provést řádnou kontrolu podtlakové stanice, náplně biofiltru, kontrolu funkčnosti sekčních šoupat a těsnost inspekčních šachet. Dále je nutné provést kontrolu na čerpadlech v tancích, včetně funkce plovákových spínačů a také náhodně vybraných domovních sběrných šachet včetně kontroly gumových membrán na přepouštěcím ventilu.

Dále by měli vlastníci v případě vyšší sněhové vrstvy provádět odstraňování sněhové pokrývky z nátokové části domovní šachty, aby zůstalo zajištěno přísávání vzduchu, nutné pro funkčnost systému odsávání. Sníh ze zbylé části víka šachty se odklízet nemusí, tam sněhová vrstva slouží při velkých mrazech jako izolace a zabraňuje zamrzání řídicí jednotky šachty. (Obr. 18) [19]



Obr. 17 Třetí stupeň čištění – pískový filtr



Obr. 18 Poklop sběrné šachty [19]

Zhodnocení

S ohledem na technické, ekologické a finanční aspekty odkanalizování, je podtlaková venkovní kanalizace efektivní alternativou pro řešení oddílných systémů kanalizací.

Tab. 4.3 Přehled nejčastějších problémů a nedostatků na podtlakové stokové síti a sběrné šachtě a doporučení k jejich odstranění: [28]

PROBLÉMY	DOPORUČENÍ
Napojení nemovitosti na samostatnou sběrnou šachtu vede k menší kapacitní rezervě a v případě poruchy nebo výpadku elektrické energie se musí vyjet k opravě okamžitě.	Napojení více nemovitostí na jednu větší sběrnou šachtu.
Možné výpadky elektrického proudu vedou k dočasné nefunkčnosti systému.	Opatření náhradního zdroje elektrické energie.
Nežádoucí předměty vypouštěné do stokové sítě (mokrý ubrousky, hadry a jiné), mohou ucpat sběrnou šachtu.	Napojení každé nemovitosti na vlastní sběrnou jímku, kde opravy způsobené nekázní by si lidé museli uhradit sami. Značně by se omezila četnost poruch, protože by byli opatrnější.
Ucpávání šachet na velmi dlouhých úsecích.	Napojení další sběrné šachty pro přísávání vzduchu uprostřed úseku, nebo navrhnout ventil, který propouští část vzduchu, nebo automatizované taktovací jednotky, které zhruba 4x denně připouští vzduch.
Poškození hadičky pro přísání vzduchu a vniknutí vody nebo vlhkosti do šachty. Následně může dojít k zatopení šachty.	OV musí být odvezena fekálním vozem anebo pomocí čerpadla je odčerpána na jinou šachtu.

Opakující se problémy na stejné sběrné šachtě.	Provedení dokonalejšího vyčištění ventilu.
Chybějící signalizace, centrální dispečink nebo dokonce chybějící sekční ventily. Hledání poruchy (např. pokles tlaku na síti) se tak výrazně komplikuje. Není zde možnost odstavení jednotlivých řadů a v případě hledání poruchy se musí všechny jímky zkontrolovat osobně a případně ručně uzavřít při opravě.	Zavedení bezdrátového senzoru nebo také kabelového modelu, pro nahlášení poruch na konkrétní šachtě. Vybudováním sekčních ventilů se hledání poruch sníží na jednotlivé řady.
Promrzání a vyskakování šachty ze země z důvodu promrzání.	Opatření šachty tepelnou izolací. Při velmi nízkých teplotách je ale i toto řešení nedostačující.
Časté praskání membrány – je to guma. V šachtě se projevuje syčením.	Snadná výměna za novou a seřízení řídicí jednotky.
Časté poškození řídicí jednotky. Včetně možného poškození registračního štítku na řídicí jednotce (odlepení vodou) a její znehodnocení v případě reklamace.	Nutnost reklamace poškozené řídicí jednotky.
Špatná přístupnost k sběrné šachtě, je-li umístěna na dvoře uživatelů podtlakové kanalizace.	Vhodnější umístění sběrné šachty pokud je to možné.
Špatné zabezpečení některých sběrných šachet proti vniknutí nežádoucích osob.	Použití těžkých betonových poklopů nebo poklopů na šrouby.
Při nedodržení umístění poklopu šachty 15 – 20 cm nad terénem, dochází k nátokům vod do sběrné jímky a ta dále proudí se splaškovými vodami na ČOV. Tím na čistírně rostou průtoky, energie a další.	Správné uložení jímky a poklopu jímky.
Občasné napojení dešťových vod do podtlakového systému. Na čistírně rostou průtoky, energie a další.	Pokud má provozovatel podezření, na vypouštění dešťových vod, tak za deště může ověřit vyrovnanost průtoků.
Vlivem rozkladu tuků dochází ke vzniku sirovodíku a zápachu podtlakové kanalizace.	Vybudování biofiltru, do kterého vedou průduchy z vývěv.
Odpadky, které neprojdou podtlakovou sítí, zacpávají sběrnou šachtu. Ostatní materiál projde až na ČOV.	Klást důraz na uživatele podtlakové kanalizace z hlediska kvality vypouštěných OV. Opatření ČOV jemnými česlemi.

Finanční ohodnocení

Provoz podtlakové kanalizace je nákladnější oproti gravitačním stokovým sítím, ale méně nákladnější oproti tlakové kanalizaci. Napojení uživatelé platí pouze stočné, elektrickou energii spotřebovanou v podtlakové stanici hradí obec. Provozovatel kanalizace hradí opravy způsobené opotřebením materiálu nebo poškozené zařízení na sběrných šachtách. Ve většině případů i opravy poruch z nedbalosti, pokud není stanoveno jinak. V případě použití samostatné sběrné jímky pro každou nemovitost jsou zavedeny pokuty, za poruchy způsobené nekázní vypouštění OV, kdy je dohledatelný viník.

- Staré dvoucoulové ventily stojí 27 000 Kč, včetně řídicí jednotky.
- Třícoulový ventil stojí 20 000 Kč, včetně řídicí jednotky.
- Nová řídicí jednotka stojí 16 000 Kč, renovace staré 3 000 Kč.
- Jeden hadr může způsobit škodu za cca 30 000 korun, když se namotá na čerpadlo.
- Cena nového čerpadla pro odběr kalu na ČOV je 130 000 Kč a je velice poruchové, staré čerpadlo stojí 30 000 Kč. [28]

4.2 PROVOZOVÁNÍ ČISTÍRNÝ ODPADNÍCH VOD

Tato kapitola se zabývá provozováním čistíren odpadních vod s ohledem na zvolený typ provozované kanalizace. Volba alternativních způsobů odkanalizování má v případě většího rozsahu také přímý dopad na volbu technologie a návrh parametrů ČOV. Při návrhu je nutno zohlednit odlišný režim hydraulického a látkového zatížení oproti klasickým gravitačním stokovým sítím. [6]

Procesy ve stokové síti mají vliv na provoz a funkci stokové sítě samotné a na interakci mezi ní a okolím. Například v důsledku produkce obtížně odbouratelných částic za aerobních podmínek ve stokové síti dochází ke zlepšení mechanického čištění ČOV a vlivem produkce lehce odbouratelného substrátu za anaerobních podmínek ve stokové síti dochází ke zlepšení denitrifikace a biologického odstraňování fosforu na ČOV. [35]

Monitorováním odpadních vod z různých druhů kanalizačních systémů byly zjištěny výrazné rozdíly v průměrných koncentracích sledovaných ukazatelů z podtlakové, tlakové a gravitační kanalizace. Výsledky monitoringu odpadních vod u tlakového a podtlakového systému prokázaly vyšší koncentrace znečištění surových odpadních vod. Jedná se zejména o ukazatele, které jsou ovlivněny oxidačně-redukčními procesy v kanalizaci, 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. V gravitační kanalizaci naopak dochází k oxidaci splašků. [18]

Odpadní vody na výstupech z alternativních systémů odkanalizování se ve srovnání s odpadními vodami na výstupu z gravitační splaškové kanalizace vyznačují:

- vyššími hodnotami koncentračního znečištění,
- vyšší teplotou;
- objem dopravených odpadních vod a tím pádem i doba zdržení odpadních vod v kanalizačním systému se výrazně nemění, má stabilnější charakter. [18]

Tato vyšší teplota a charakter koncentračního znečištění umožňuje přesněji navrhnout objem aktivační nádrže – umožňuje přesněji navrhnout parametry kalu, který má nižší stáří (18 – 20 dnů) bez negativního dopadu na odstraňování dusíku. Podmínkou je splnění dalších požadavků, jako je např. kyselinová neutralizační kapacita odpadních vod, tato musí být dostatečná, jinak je zpomalen, příp. zastaven proces nitrifikace (poklesem pH). [18]

Obecně lze konstatovat, že systémy stokování s vysokým koncentračním znečištěním odpadních vod (nedochází k naředění odpadních vod) se mohou při vstupu do ČOV vyznačovat většími rozdíly ve složení znečištění odpadních vod v závislosti na dopravní vzdálenosti, tato skutečnost ovlivňuje proces čištění na ČOV. [18]

4.2.1 Gravitační kanalizace

Čistírna odpadních vod pro gravitační kanalizaci se skládá zpravidla z těchto technologických celků:

- nátoková šachta s dešťovým oddělovačem,
- hrubé předčištění - strojní a ruční česle,
- vertikální lapák písku (může být součástí rozdělovacího objektu),
- aktivační nádrže – např. SBR reaktory,
- kalové hospodářství,
- havarijní nádrž, pro akumulaci odpadní vody při hydraulickém přetížení ČOV, nebo při poruše jedné sekce ČOV,
- odtoková šachta. [22]

Volba technologické linky a provoz čistírny odpadních vod závisí především na počtu ekvivalentních obyvatel. Obvykle je potrubí splaškové kanalizace z obce přivedeno do nátokové šachty před ČOV, která slouží jako odlehčovací objekt v případě přílivových dešťů. Následuje hrubé předčištění, které má za úkol zbavit odpadní vodu většiny plovoucích nečistot. Mechanicky předčištěná voda z česlí natéká do lapáku písku nebo do rozdělovacího objektu, který slouží pro rozdělení OV do jednotlivých SBR reaktorů nebo aktivačních nádrží a zároveň jako vertikální lapač písku. Po přeplnění rozdělovacího objektu přepadá OV do havarijní nádrže. Z rozdělovacího objektu pokračuje OV do aktivační nádrže, kde dochází k vlastnímu biologickému čištění odpadních vod biocenózou aktivovaného kalu, nebo do SBR reaktoru, ve kterém nastávají tyto fáze: plnění, aktivace, denitrifikace, dosazování, čerpání vody a čerpání kalu. Z aktivační nádrže OV pokračuje do dosazovací, kde dochází k uklidnění kalu a jeho následnému odčerpání do kalového hospodářství. [22]

Kontrola a údržba objektů

1 x den

- Vizuální kontrola ČOV a kvality vyčištěné vody v nádobách umístěných v odtokové šachtě na odtoku z ČOV.
- Provést zápis do provozního deníku (datum, čas, stav ČOV-název probíhající fáze, počet ukončených cyklů, zjištěné závady a způsob jejich odstranění).

1 x za týden

- Ruční přezkoušení všech strojních zařízení.
- Vizuální kontrola mechanických součástí ČOV.

- Kontrola množství a kvality kalu.
- Kontrola množství olejové náplně v dmychadle a případně jeho doplnění.
- Opláchnout, případně odstranit vláknité nečistoty z tlakových sond, kabelů čerpadel, plováků.

1 x za měsíc

- Provádět kontrolu a čištění vzduchového filtru.
- Kontrola množství kalu v kalojemech. V případě překročení stanoveného množství kalu je třeba zajistit jeho vyčerpání a odvoz. [22]

Kontroly zajišťované odbornou organizací (provozovatelem):

2 x ročně

- Při minimální hladině v aktivační nádrži se zkontroluje funkce jednotlivých aeračních elementů, zda rozvod vzduchu je rovnoměrný a zda všechny elementy provzdušňují se stejnou intenzitou. Pro dobrou vizuální kontrolu je třeba, aby nad elementy zůstala jen vrstva kalu.

1 x ročně

- Při vyčerpané aktivační a akumulární nádrži se zkontroluje stavební stav vnitřních stěn objektů. [22]

Zhodnocení

Gravitační stoková síť většinou odvádí odpadní vody jednotnou soustavou, bývá tedy naředěna dešťovými vodami. Také skutečnost, že nedochází k dlouhodobému zdržení OV na čerpacích jímkách nebo sběrných šachtách v anaerobních podmínkách, jako tomu je u alternativních způsobů odkanalizování, vede k nižším koncentracím znečištění surových odpadních vod. V gravitační kanalizaci dochází k oxidaci splašků (vliv na to má mnohdy i velký spád v podélném profilu kanalizace), což má vliv na ukazatele BSK₅ a CHSK – oxickými procesy dochází k odbourávání BSK₅ a CHSK. [18]

4.2.2 Tlaková kanalizace

Oproti konvenčním technologickým linkám se na ČOV u alternativních stokových systémů nevyskytují objekty, jako je retenční nádrž, usazovací nádrž, lapák tuků, lapák písku, případně česle. Z těchto objektů se přesto doporučují osadit česle.

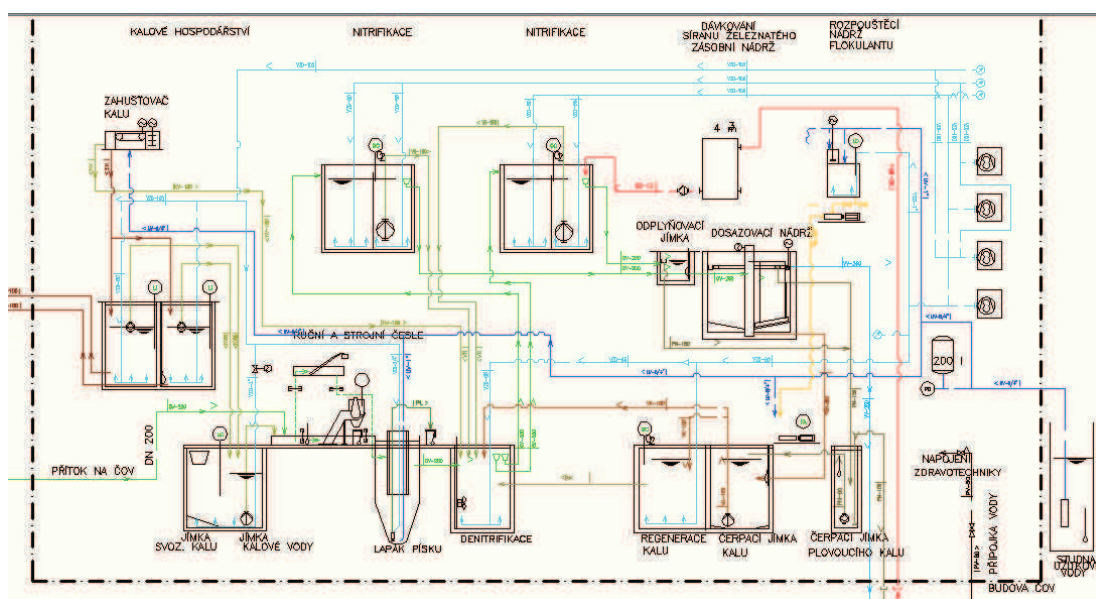
Při použití oddílné soustavy se na ČOV nenavrhují retenční nádrže. Může se ale stát, že při vnikání balastních vod a nelegálního napojení srážkových vod, bude přitékat větší množství nařaděných OV. [27]

V případě tlakové kanalizace se systémem předřazených septiků, se většina pevných látek zachytí již na mřížkách nebo sítích, a usazovací nádrž nemá velký význam. (Usazovací nádrž se obecně doporučuje navrhovat až při počtu EO nad 30 000.) [27]

U tlakové kanalizace tuky způsobují značné problémy, které se ale musí vyřešit již v rámci DČJ, proto je důležité, poučit uživatele tlakové kanalizace o vhodnosti vypouštěných OV.

Lapák písku není potřeba na ČOV navrhovat, protože ve správně fungujících systémech oddílné kanalizace není obsah zrnitých částic tak výrazný jako u jednotné, které odvádějí srážkové vody z povrchu terénu – zrnité částice způsobují poškození strojního zařízení a abrazi. [27]

Tlaková kanalizace obsahuje systém předřazených septiků na zachycení plovoucích nečistot nebo mělnicí systém, který nečistoty rozseká na drobné částice. Přesto ale na ČOV projde spousta látek, které je, vzhledem k provozu aktivační nádrže příznivější zachytit na česlech. V provozu jsme se setkali s použitím česlí na všech navštívených ČOV. [27]



Obr. 19 Schéma ČOV tlakové kanalizace [27]

Kontrola a údržba objektů

Všechny objekty a zařízení na ČOV mají vlastní podmínky pro kontrolu a údržbu dle provozních předpisů, většinou stanovených výrobcem. [27]

Zhodnocení

Pro čistírnu odpadních vod má velký význam volba mezi mělnicím systémem a systémem s mechanickým předčištěním. Mělnicí systém vykazuje koncentrovanější znečištění v OV v parametrech BSK₅ a NL, než je dosahováno u gravitačních sítí. Také jemné částice, vzniklé pomocí mělnicích zařízení, mají mnohem pomalejší sedimentaci oproti klasickým částicím. Naopak systémy s mechanickým předčištěním mají tyto hodnoty naopak nižší oproti gravitačnímu odvádění OV. [6]

U tlakové kanalizace je důležité klást důraz na minimum infiltrace a nežádoucích vtoků do uzavřeného potrubního systému. Největší nebezpečí infiltrace hrozí mezi odvodňovanou nemovitostí a vlastní DČJ, v případě poškození přívodního potrubí do DČJ nebo při nekvalitně provedených spojích. Infiltrace a nežádoucí vtoky do uzavřeného potrubního systému způsobují nežádoucí vyšší průtoky, které značně zvyšují náklady na provoz kanalizace i ČOV a v neposlední řadě balastní vody způsobují ochlazení OV což je nežádoucí při aktivačním procesu čištění. [6]

V tlakové kanalizaci nebývá přítomen kyslík ani dusičnany, jsou tedy nastoleny anaerobní podmínky, při kterých dochází k rozkladu složitých organických sloučenin (biopolymerů) na jednodušší (monomery), k fermentaci neboli vyhnívání, k produkci metanu a k produkci sirovodíku za rozkladu tuků. Tuky jsou zdrojem sirovodíků, který vzniká jejich rozkladem při anaerobních podmínkách. Při kontaktu sirovodíku s kyslíkem dochází ke kvašení, zahnívání a značnému zápachu. Veškerý zápach se díky nepřítomnosti vzduchu v tlakové kanalizaci uvolňuje až na ČOV. Pro odstranění zápachu se na ČOV dávkuje síran. V případě, že by výpary z těchto procesů nebyly žádným způsobem odváděny, došlo by ke značnému ovlivnění kvality odpadní vody, kterou by čistírna nezvládala čistit. [27], [35]



Obr. 20 Působení koroze na betonovou nádrž na ČOV

Nevýhodou mohou být problémy s pěnou v aktivační nádrži. Nejvíce se tento jev vyskytuje v období zima - jaro a léto - podzim. Nejúčinnější řešení je odsátí pěny do kalové jímky. [27]

4.2.3 Podtlaková kanalizace

Na ČOV se u podtlakové kanalizace nenavrhují, obdobně jako u kanalizace tlakové, retenční nádrže, usazovací nádrže, lapák tuků, případně lapák písku. Česle bývají nahrazovány sběrnými koši.

U podtlakové kanalizace se nečistoty, vlivem vysoké rychlosti dopravy OV (až 6 m/s), rozmělní na malé částice, které mají horší sedimentační schopnosti. Návrh usazovací nádrže by byl tedy bezpředmětný i vzhledem k jeho použití při počtu EO nad 30 000. Pro zachycení těchto nečistot je vhodné použití sběrného koše namísto česlí, umístěného před nátokem do aktivace. Obvykle postačí jeho vyčištění 1x denně. [28]

Tuky a písky způsobují problémy již ve sběrných šachtách obdobně jako u kanalizace tlakové. Povinností provozovatelů tedy je řádné poučení uživatelů o nutnosti dodržení kvality vypouštěných vod.

Kontrola a údržba objektů

Všechny objekty a zařízení na ČOV mají vlastní podmínky pro kontrolu a údržbu dle provozních předpisů, většinou stanovených výrobcem. [28]

Zhodnocení

Rozmělněné nečistoty obsažené v odpadních vodách vykazují na čistírně vyšší hodnoty organického znečištění, kterým je nutno přizpůsobit biologický stupeň čištění.

Tab. 4.4 Přehled problémů a nedostatků na ČOV, navazující na podtlakovou stokovou síť, a doporučení k jejich odstranění: [28]

PROBLÉMY	DOPORUČENÍ
Tam kde je umístěn lapák písku, nastávají velké problémy s ucpáváním v případě jeho umístění ještě před česlemi.	Vynechání lapáku písku nebo jeho umístění za česle.
Problémem je koroze stěn a veškerého korozi podléhajícímu materiálu. Veškerý mosazný materiál, který se v čistírně nachází, podléhá korozi a rozpadá se. Pracovníci čistírny musí korozi napadený materiál pravidelně postříkat a vyčistit, ale brzy se koroze opět projeví.	Umístění korozi podléhajícího zařízení a elektroinstalace do samostatné místnosti s neagresivním prostředím. Použití vhodného materiálu.
OV z některých typů kalolisu se vrací zpět do AN spolu s flokulantem, kde následně dojde k vysrážení vody a zalepení trysek a filtru.	Doporučuje se jiná volba kalového hospodářství.

4.3 ZHODNOCENÍ PROVOZOVÁNÍ KANALIZACE A ČISTÍREN NĚKTERÝCH OBCÍ

Je zřejmé, že správná volba typu kanalizace i následná volba technologie a návrh parametrů ČOV ušetří v rámci investice a nadále i v průběhu provozní činnosti značné finanční prostředky. Správně navržená ČOV snáze plní koncentrační i bilanční látkové limity na odtoku z ČOV, které jsou předepsány příslušným vodoprávním úřadem. [18]

V následující kapitole jsou uvedeny příklady všech třech způsobů odkanalizování, včetně jejich používané technologie, provozu a nedostatků.

4.3.1 Gravitační kanalizace

Na stokové síti se mohou často vyskytovat poruchy, jako jsou trhliny různých velikostí, prorůstání kořenů ve spojích, chybné napojení přípojek, inkrusty, netěsnost hrdel, koroze, usazeniny, různé deformace, zborcené úseky apod.

Obec A

V obci A je vybudována jednotná kanalizační síť z trub DN 300 - 1500, dl. 12,31 km. Obec je rozdělena na dvě povodí - severozápadní a jihovýchodní. Z toho důvodu jsou odpadní vody odváděny k likvidaci na dvě obecní ČOV. Tyto ČOV jsou mechanicko-biologické o kapacitě 1700 EO (tj. celkem 3400 EO). Před ČOV jsou odpadní vody odlehčeny v odlehčovacích komorách. V obci A jsou zastoupeny pouze drobné podnikatelské aktivity bez významnějšího množství odpadních vod z výroby. [29]

Na uvedených fotkách jsou zachyceny některé poruchy při kamerovém průzkumu v obci A.



Obr. 21 Deformace stokové sítě



Obr. 22 Zborcení betonové trouby



Obr. 23 Sedimenty v potrubí



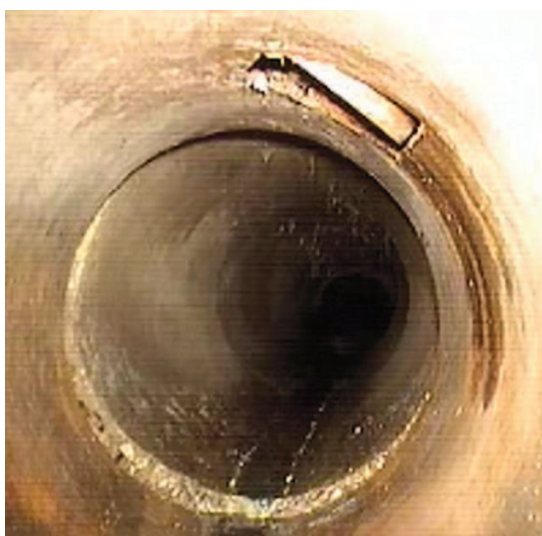
Obr. 24 Netěsnost potrubí



Obr. 25 Koroze stěn



Obr. 26 Prorůstání kořenů



Obr. 27 Chybné napojení přípojky



Obr. 28 Zanešené potrubí

4.3.2 Tlaková kanalizace

Pro zjištění provozních předností i nedostatků tlakové kanalizace jsme navštívili dvě obce, které provozují fungující tlakový systém a čistírnu odpadních vod. Jedná se o obec B a C. Třetí obec D nám poskytla základní informace o stavu jejich tlakové kanalizace a vyjádřila svůj názor na tento systém z hlediska zkušeností.

Obec B

V obci B byla zvolena tlaková kanalizace především kvůli pořizovacím nákladům, protože gravitační stoková síť by byla výrazně dražší. V obci mají zhruba 136 tlakových stanic. Ve většině případů šachty odvádějí splašky z více nemovitostí najednou. Šachty jsou betonové a plastové. Uvnitř se nachází 3 čidla, tzv, vidlice s různou délkou od firmy PRESSKAN. Když voda vystoupá po prostřední čidlo (zapínací), sepne se čerpadlo, odčerpá splašky do úrovně nižšího čidla (vypínací) a třetí, nejvýše umístěné čidlo funguje jako havarijní. V případě že se hladina dotkne nejvyššího čidla, rozsvítí se na ovládací skříňce červená kontrolka s informací, že jímka je přeplněná. Ovládací skříňka je umístěna u každé šachty. Povinností majitelů šachty je sledovat její stav a nahlásit poruchu, rozsvítí-li se červená kontrolka. V případě výpadku elektrického proudu by měla mít šachta rezervu 24 hodin, ale z důvodu napojení i více než dvou domů na šachtu o kapacitě 2 – 3 m³ je tato možnost nereálná. Průměr betonových šachet je 1 m, hloubka je většinou standartní, cca 2,70 m. Dále je v šachtě umístěno čerpadlo, které obsahuje řezací nože a má ochranu motoru. [27]



Obr. 29 Betonová šachta

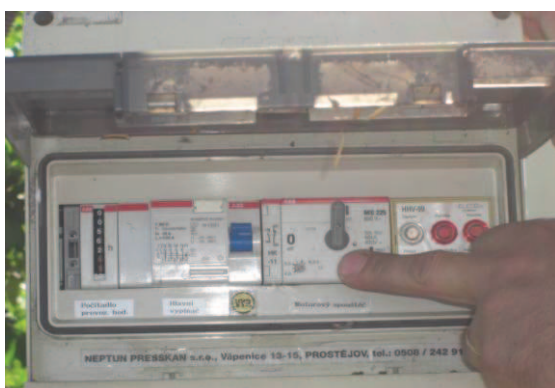


Obr. 30 Plastová šachta

Na čerpacích jímkách provádějí revizi jednou za rok, kdy všechny otevřou, vysají, vyčistí a ostříkají tlakovou vodou. Na obci mají 3 náhradní čerpadla od firmy PRESSKAN. Provozovatel má u sebe vždy tlakovou nádobu s vodou, kterou ostříká snímače v případě jejich poškození textiliemi nebo při nalepení pracího prášku, či tuků na snímače. Tento případ se v obci děje skoro denně. Každý týden mají minimálně dvě opravy. Za rok vymění cca 10 čerpadel z důvodu spálení. [27]

V obci B má každé čerpadlo u sebe počítadlo motohodin, podle kterého je lidem účtovaná spotřeba elektrické energie. Pořizovací náklady a opravy hradí obec, provoz vlastní tlakové šachty si platí lidé. Na průměrnou rodinu připadá zhruba 50 motohodin za rok. Zhruba roční provoz tlakové kanalizace přesáhl v posledním roce v obci milion korun. [27]

Čistírna odpadních vod byla postavena v roce 2001, kdy byl zahájen zkušební provoz do roku 2002. Počet ekvivalentních obyvatel v obci B je cca 750. Jedná se o typ domovní čistírny TOPOL. Předčištění mají společné v jedné nádrži, které obsahuje česle a lapák písku. Dříve byl písek přečerpáván do usazovací nádrže, umístěné vedle mechanického předčištění, ale tento způsob se neosvědčil. Nyní používají v případě potřeby čerpadla a písek přečerpávají do kalojemu. Písek spolu s kalem pak odvázejí na čistírnu odpadních vod do okresního města. [27]



Obr. 31 Motoskříňka betonové šachty



Obr. 32 Mechanické předčištění

Čerpadla na čistírně stále fungují, po deseti letech měnili pouze jedno. Na čistírně mají dva SBR reaktory, které jsou zastřešené. Reaktory se v provozu střídají. V těchto nádržích se OV promíchává a provzdušňuje, pak se nechá odstát, aby kal sedl a ze dna se odčerpá do kalové jímky. S technologií obvykle problémy nemají. Pouze s pěnou. Nejvíce se tento jev vyskytuje v období zima - jaro a léto - podzim. Pro odstranění pěny používali chemikálie, ale bez úspěchu. Jediné řešení je odsát pěny do kalové jímky. V zimě mají problémy s amoniakem, tedy s jeho odbouráváním, v závislosti na teplotě vody. [27]



Obr. 33 SBR reaktor



Obr. 34 SBR reaktory

Zde jsou uvedeny průměrné hodnoty koncentrací ukazatelů na přítoku a odtoku z ČOV v obci B za rok 2012. Problémy s dodržением ukazatelů zde nemají.

Tab. 4.5 Průměrné hodnoty koncentrací na ČOV v obci B [27]

TLAKOVÁ KANALIZACE	PRŮMĚRNÉ HODNOTY KONCENTRACÍ UKAZATELŮ NA ČOV V OBCI "B" 2012								
	BSK ₅	CHSK _{cr}	P _c	N _{an}	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	NL	pH
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
p/m	30/45	120/170	-	-	20/30	-	-	30/45	-
odtok	3,82	46,70	-	-	0,15	-	-	6,30	-
přítok	524	951	-	-	96	-	-	429	-

„p“ *přípustné hodnoty koncentrací ukazatelů*

„m“ *maximální hodnoty koncentrací ukazatelů*

Obec C

V obci C je čistírna odpadních vod provozována na 3175 EO. Na čistírnu přichází splašková voda ze dvou sousedních obcí, které jsou odkanalizovány tlakově. Tlaková kanalizace je v obci C od roku 2006 a mají zhruba 250 šachet. ČOV a kanalizaci provozuje firma VHS-sitka zhruba 5-6 let. [27]

Poruchy na čerpacích jímkách v obci C nejsou raritou. Nejčastěji se jedná o zachycené hadry, či jiné předměty, nebo tuky, které zalepí čidla. Pokud je na šachtě závada, provozovatelé to nepoznají. Poruchu musí nahlásit uživatel. V původním projektu bylo, že vše mělo být řízeno přes počítač z čistírny odpadních vod. Z tohoto řešení se upustilo z důvodu špatného hospodaření starosty. Reálná skutečnost je, že každá tlaková stanice má svoji ovládací skříňku a v případě nějaké závady se rozsvítí červená kontrolka a uživatel nahlásí poruchu. V obci C mají šachty přizpůsobené tak, aby do nich při opravě provozovatelé nemuseli vlézt. Na čerpadlo by měli dosáhnout z povrchu terénu, aby povolili ventil a vytáhli ho ven. Preventivní obhlídky na šachtách provozovatelé nedělají. Lidé dostali pokyny k hospodaření s tlakovou stanicí, ale jsou pouze výjimečné případy, kdy se tímto způsobem o šachtu uživatelé starají. V pokynech pro uživatele čerpací stanice jsou vyjmenovány OV povolené k vypouštění do čerpací jímky a OV zakázané. Dále uživatelé ukládají povinnost provádět pravidelné kontroly čištění prostoru čerpací jímky a to zejména stěn, ovládacích prvků hladin, čerpadel a armatur a to ostříkáním proudem vody v intervalech 2x – 4x ročně dle míry znečištění. V případě silného znečištění, kdy je ostříkání proudem vody neúčinné, nebo nastaly poruchy na technologii, informuje uživatel o těchto skutečnostech neprodleně provozovatele kanalizace, který zajistí vývoz a vyčištění čerpací šachty i opravu technologie na svůj náklad. Provozovatel zakazuje uživatelé vstupovat do jímky a dotýkat se elektrických zařízení, aby nedošlo k náказе nebo úrazu elektrickým proudem. Poklop musí vždy uživatel zabezpečit proti otevření, ale zároveň zachovat snadný přístup k čerpací šachtě. [17]

Ve většině případů slouží jedna tlaková stanice pro více nemovitostí. Nyní se u nově vybudovaných tlakových stanic, kvůli problémům s vypouštěním nežádoucích předmětů do kanalizace dbá o to, aby každá nemovitost měla svojí vlastní jímku. [27]

Provozovatelé si opravují čerpadla sami, pouze vinutí elektromotoru posílají k opravě. Na dílně si čerpadlo poskládají z dílů a v autě vozí náhradní kusy. Pokud je závada v tlakové stanici způsobená pouze ukroucenou hřídelí, opraví to na místě a vrátí zpět, pokud se jedná ale o spálený motor, čerpadlo se musí vyměnit a až potom na dílně opravit. Za dobu provozu kanalizace bylo v obci vyměněno cca 30 čerpadel. [27]

V obci C provoz tlakové stanice neúčtují podle motohodin, ale podle směrných čísel. Motohodiny jsou podle provozovatele nepřesné, ukazují chod stroje, ale nikoli stav. Pokud by se ukroutila hřídelka, tak obyvatelům bude trvat třeba tři dny, než si toho všimnou. V případě že je opotřebovaná guma ve statoru, účinnost čerpání klesá, trvá déle a neodpovídá výkonu. Indukční přístroj, umístěný u každého uživatele by byl vhodnou variantou, ale není možné tento způsob zajistit. [27]

V obci používají dva systémy. Systém Sigma a systém Presskan. Čerpadlo u těchto dvou typů je téměř stejné, má pouze jiný rozměr ložiska. Základní rozdíl spočívá v tom, že u systému Sigma vystoupá-li hladina do spínacího bodu tak čerpadlo čerpá dvě minuty, a až hladina klesne k vypínacímu bodu tak se čerpání zastaví. Naopak Presskan má snímací vidle se třemi hroty – plováky. Spodní zapínací, vypínací a maximální. Občas dochází k elektrolyze a hrot upadne. I tuky, které se dnes chovají docela jinak, mohou vidle utrhnout, natečou-li do chladné jímky. Z dlouhodobého hlediska se tedy typ Sigma zdá lepší. [27]

Jistým problémem na tlakové kanalizaci je působení agresivního prostředí na materiály používané na ČOV. Na čistírně mají česle, které nejsou zbytečné. Čerpadla sice mají mělníci nože, ale pořád se na česlích zachytí spousta ne zcela rozmělněného materiálu. V případě, že by se materiál dostal do aktivačního procesu, pořád by se vracel do oběhu. Lapák písku je na čistírně umístěn také, ale nemá velký význam. Kal vyčerpávají ponorným čerpadlem a vozí na pásový lis do okresního města na čistírnu. Kal zde mají vhodný pro kompostování. [27]



Obr. 35 Jemné česle



Obr. 36 Lapák písku

Zde jsou uvedeny průměrné hodnoty koncentrací ukazatelů na přítoku a odtoku z ČOV v obci B za rok 2012. Problémy s dodržáním ukazatelů zde nemají.

Tab. 4.6 Průměrné hodnoty koncentrací na ČOV v obci C

TLAKOVÁ KANALIZACE	PRŮMĚRNÉ HODNOTY KONCENTRACÍ UKAZATELŮ NA ČOV V OBCI C 2012								
	BSK ₅	CHSK	P _c	N _{an}	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	NL	pH
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
p/m	25/50	65/110	2/4	-	15/30	-	-	25/50	-
odtok	7,90	26,50	0,70	18,20	8,00	0,70	9,50	10,00	7,70
přítok	401	1122	14,1	81,2	78,8	0,102	2,4	487,1	7,6

„p“ *přípustné hodnoty koncentrací ukazatelů*
„m“ *maximální hodnoty koncentrací ukazatelů*

Tab. 4.7 Průměrné hodnoty průtoků na ČOV v obci C

PRŮMĚRNÉ HODNOTY PRŮTOKŮ NA ČOV V OBCI C 2012								
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen		
denní průměr	336,5	340,5	356,4	341,9	347,7	346,9		
měsíční průtok	10 433	9 874	11 048	10 257	10 779	10 407		
	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Q/rok (m ³)	Q/měs (m ³)
denní průměr	335,7	340,3	342	333,3	324,7	334,9		
měsíční průtok	10 407	10 549	10 261	10 332	9 742	10 382	62 796,6	5 233,1

Obec D

V obci D byla tlaková kanalizace vybudována v roce 2003. Každý dům má svoji šachtu s čerpadlem, která je ve vlastnictví obce, a jedná se zhruba o necelých 600 šachet. Přípojky jsou ve vlastnictví obyvatel. Čerpadla a jiná elektronická zařízení mají životnost zhruba deset let. V posledních letech u nich dochází k hromadným poruchám a náklady na opravy jsou velice vysoké. V roce 2012 dala obec za opravy čerpadel a jiných zařízení 261 000 korun. Tento rok se počet porouchaných čerpadel vyšplhal již na 30 a cena se pochybovala okolo 100 000 korun během prvních 6ti měsíců. Přitom oprava jednoho čerpadla u autorizované firmy stojí 14 500 korun. Šachty na tlakové kanalizaci jsou sice opatřeny mēlnícím zařízením, které ale nezvládá předměty, jako jsou hadry, plenky a jiné. V obci mají zkušenosti, že i pecka ze švestky šachtu ucpe, případně mince. V tomto případě se mince usadily na dně, kde nebyly vidět a pracovníci měli problémy s jejich odsátím, které se podařilo až při třetí opravě. [27]

Na čistírnu odpadních vod je napojena obec s dvěma místními částmi. Obec D má ve vlastnictví 57%, tedy veškeré účetnictví a zařizování spadá pod ni. Velkou závadou na stávající čistírně je fakt, že když byla projektována před 12ti lety, tak se nepočítalo s připojením tlakové kanalizace, kde dochází už při průchodu potrubím k odpařování sirovodíků, tedy ke kvašení a zahnívání. Výpary z těchto procesů nejsou žádným způsobem odváděny, což kvalitativně ovlivní odpadní vodu, kterou čistírna nezvládá čistit. Čistírna odpadních vod je v současnosti při nátoku na 80% své kapacity, ale ohledně znečištění se jedná o 200%, tudíž 100% OV nezvládá čistit a propouští se do řek. Obec se to snaží kompenzovat dávkováním různých chemikálií. Z tohoto důvodu bude obec čistírnu v srpnu 2013 intenzifikovat. Předběžná cena je 15 mil. korun z obecného rozpočtu. Stát na intenzifikaci obce nepřispívá. [27]

4.3.3 Podtlaková kanalizace

Pro posouzení vhodnosti volby tohoto alternativního způsobu odkanalizování a pro vyhodnocení provozních nedostatků, byly vybrány tři obce, které provozují podtlakovou kanalizaci a ČOV. Jedná se o obec E, která část OV odvádí kanalizací gravitační a část podtlakovou, obec F, obec G a o obec H, která provozuje největší podtlakový systém v ČR a zároveň patří mezi nejrozsáhlejší v Evropě.

Obec E

Obec E má zhruba 1000 obyvatel. Obec se nachází v kopci, má tedy hlavně gravitační kanalizaci a na spodním konci je kanalizace podtlaková. Příklad gravitačního řadu je DN 300 – PVC. A podtlakového řadu DN 90 – 110. Podtlaková kanalizace má třípalcové ventily a jedna větší šachta slouží pro okruh 3 až 4 domů. Jedná se o typ Airvac. Výhodou šachet pro několik domů je jejich kapacita v případě výpadku proudu. V této oblasti jsou výpadky proudu časté. Je to způsobeno odstávkami a přeložkami. Náhradní zdroj elektrické energie mají zajištěný pomocí generátoru. [28]

V obci E se často setkávají s poruchami způsobenými nežádoucími předměty v kanalizaci, jako jsou mokré ubrousky, hadry a jiné. Velkou nevýhodou bude zřejmě umístění podtlakové kanalizace u domova důchodců. Výhodou je naopak to, že se v kanalizaci nemohou vyskytovat žáby a podobná zvěř. Jeden hadr dokáže udělat škodu za cca 30 000 korun, když se namotá na čerpadlo. V obci F, kterou také firma provozuje, se tento případ stal v minulém roce 2x, tedy náklady na opravu přišly na 60 000 korun. Názor provozovatele je, že by stačilo udělat jednu větší šachtu a z té to pak přečerpávat. Velkou nevýhodou je ale především lidská nekázeň a promrzání. V obci je 15 šachet a za rok se kvůli opravám vyjede zhruba 20x. [28]

Čistírna odpadních vod v obci E je naprojektována na 1400 EO, v současnosti běží na 650 EO. Podle biologického zatížení se řeší a vyhodnocuje skutečné zatížení. Na čistírnu přitéká OV podtlakově i gravitačně. Gravitačně teče na česle Hubr, ty se zapínají automaticky v určitých časových intervalech. Zachycený odpad přepadá do nádoby a tyto zachycené shrabky se likvidují na skládce. V okamžiku, kdy nastane příval srážkové vody, a otvory v poklopech se dostává do kanalizace voda, tak se česle zacpávají a hrozí zatopení. I když mají obtokovou větev, tak není dostačující. Proto si provozovatelé vytvořili vlastní hydraulické zařízení na vzduch, kdy dojde k automatickému zvednutí česlí v případě vyšší hladiny. Lapák písku nemají. [28]



Obr. 37 Česle HUBR

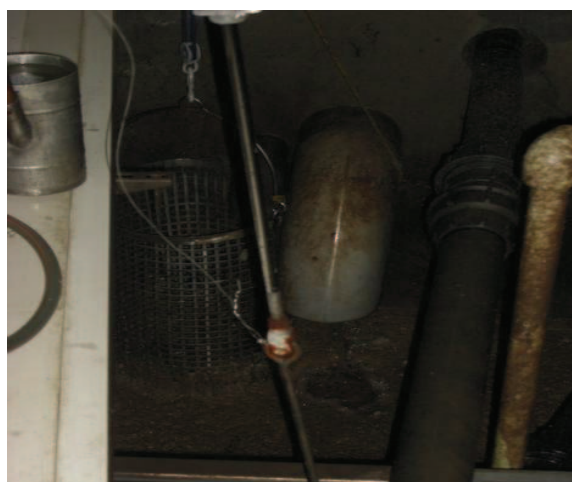


Obr. 38 Česle HUBR

Zapínací a vypínací hladina v podtlakové nádobě je měřena ultrazvukem. V obci mají 2 vodokružné vývěvy 4,5 kW, ale jejich účinnost a životnost je podle provozovatelů slabá. [28]



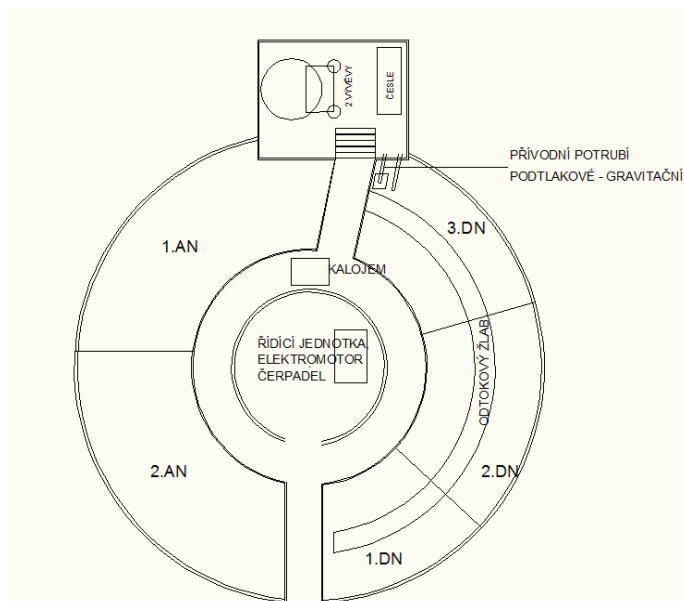
Obr. 39 Vodokružní vývěvy



Obr. 40 Přítok z podtlakové kanalizace (vlevo) a gravitační kanalizace (vpravo) do AN

V obci D mají před nátokem do aktivace koš pro zachycení případných nečistot (Obr.42), které se ale vyskytují minimálně, a OV pak pokračuje dál do aktivace. Koš se čistí 1x denně. Čistírna má 2 aktivační nádrže (AN) a 3 dosazovací nádrže (DN). V AN jsou pouze provzdušňovací zařízení. Probíhá zde dlouhý cyklus na hodinu, který způsobuje provzdušňování a pak 3 krátké cykly, které zajistí promíchávání. Každou čtvrt hodinu se přidává kyslík. Z aktivační nádrže přepadá voda do dosazovací nádrže. V prvních dvou dosazovacích komorách se jedná o základní čištění. Slouží k uklidnění kalu a odčerpání pěny z hladiny nazpátek do AN. V třetí DN je voda už poměrně čistší, a přes česle – hrábě, odchází směrem ven potrubím. Pod vodou je indukční průtokoměr, který měří

průtok. Je cejchovaný a podléhá šesti letému ověření a je to doklad o množství, které kontroluje Česká republika. Pro odčerpání kalu a pěny slouží můstek, kterým pomocí mechanismu přehrazení usměrňují odtok do AN nebo do kalojemu. Přečerpávaná pěna proudí přes můstek zpět do AN a v okamžiku, kdy začíná odkalování, se zvedne můstek a začíná odčerpávání kalu mamutkami ze dna nádrže do kalojemu. Mamutky přivádějí vzduch, nasávají kal po dobu 2 minut a odvádějí ho korýtkem jdoucím uprostřed dosazovací nádrže do kalojemu. Provoz je automatický a spíná se každou hodinu. Korýtko a můstek se pohybují pomocí pneumatického zdvihu. [28]



Obr. 41 Schéma ČOV podtlakové kanalizace v obci E

Kalojem je umístěný uprostřed budovy a je dostatečně veliký pro uskladnění kalu na 3 měsíce. Kalojem je provzdušňován, ale před vyčerpáním kalu se provzdušňování vypne, aby se kal usadil. Poté se „čistá hladina“ vypustí zpět do AN a ponorným čerpadlem se vyčerpá kal, který je odvážen fekálním autem. Úroveň „čisté hladiny“ zjišťují podle ponorného čerpadla, které vytahují pomocí řetězu. [28]



Obr. 42 Odčerpávání pěny

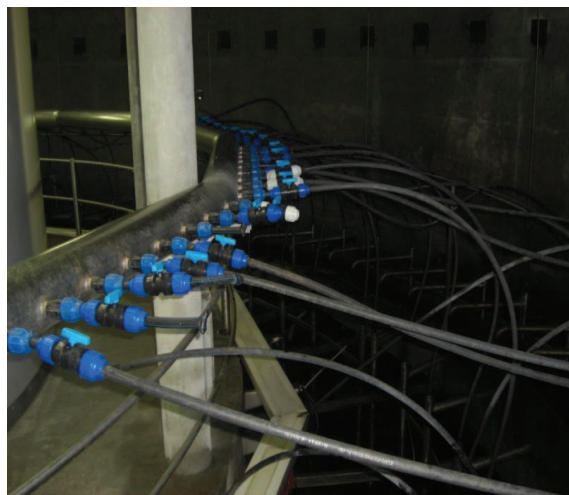


Obr. 43 Odčerpávání kalu

Řez dosazovací nádrží je W z důvodu usazování kalu a hloubka je 4 m. Do dna této nádrže jsou spuštěny dvě mamutky. V jedné komoře DN je několik mamutek, některé jsou ale schválně zaslepené. Je to způsobeno tím, že se firma snažila zefektivnit odkalování. Z důvodu nerovnoměrného usazování kalu, potřebovali zvýšit odčerpání kalu v jednom místě, a na druhé straně naopak odebrat, aby nedocházelo k zbytečnému odsávání čisté vody. Nyní je systém seřízen tak, aby byl odčerpáván kal pořád plynule a po celé ploše, v dané časové prodlevě. Je zde kontinuální přísun kalné vody proto se musí pořád voda odčerpávat. [28]



Obr. 44 Kalojem



Obr. 45 Mamutky

Nynější provozovatelé vyzvedli technologii čistírny v této obci z hlediska vzduchotechniky a hydraulické elektroniky podstatně výš. Teď jsou na jisté technicko kvalitativní úrovni, kdy také automatizovali provoz, takže obsluha je pouze doplněk. Čistírna má zatím jisté časové relé, ale do budoucna by rádi zavedli dálkový dohled přes centrální řízení. Firma má nyní dva hlásiče, které dávají upozornění, pouze když se něco stane. Na čistírně odpadních vod nemají biofiltr pro podtlakovou kanalizaci. Z čistírny jde vyčištěná odpadní voda na tzv. třetí stupeň čištění, kde je záchranný pískový filtr a z něho je pak vypouštěna do potůčku. [28]

Z kalojemu přitéká kal potrubím do kalolisu, kde se v nádobě míchá s flokulantem pomocí čerpadla. Dochází k promíchání a kontinuálně pokračuje do kalolisu. Obrovská nevýhoda kalolisu, kterou výrobce nezmínil je ta, že odpadní voda z kalolisu se vrací zpět na čistírnu do aktivační nádrže, protože OV s obsahem flokulantu se nesmí vypouštět. V okamžiku, kdy se flokulant dostane do AN, dojde k vysrážení a v DN se potom vše zalepí. Vysrážená voda je mazlavá a z poslední nádrže proudí zpátky na kalolis, kde zanáší trysky a filtr. Tím znehodnocuje celou čistírnu. Takže po vyčištění a zprovoznění kalolisu, je po každém cyklu, kdy se flokulant vrátí do kalolisu, znovu znehodnocena funkce čistírny. Na této čistírně není průmysl, tedy se zde nevyskytují těžké kovy. Kal se odváží na skládku. Pro

návrat do přírody, např. pro zemědělce, nemají nikoho, kdo by se tomu věnoval a zajistil zkušební rozbory apod. [28]



Obr. 46 Nádrže pro dávkování flokulantu



Obr. 47 Kalolis

Obec F

Podtlakovou kanalizací v obci provozuje firma N-systémy. Nacházejí se zde betonové šachty s betonovým poklopem. Zabezpečení proti nežádoucímu vniknutí je tedy v tíže poklopu. Všechny šachty jsou vždy pro více domů najednou. Problém na šachtě nastává, když klesne podtlak, provozovateli přijde sms zpráva, (někdy také lidé upozorní, že hučí šachta, ale to se děje minimálně) a provozovatel musí osobně zkontrolovat každou šachtu a poslouchat, kde ten problém nastal. Účinnější a jednodušší variantou by bylo zavedení bezdrátového senzoru, který by se zde ale finančně nevyplatil. Momentálně si firma servis dělá sama. [28]



Obr. 48 Ventil v betonové šachtě



Obr. 49 Betonová šachta s poklopem

V případě problému se musí většinou ventil rozebrat a vysušit membrána, která se ve ventilu nachází. Pokud by se ventil špatně vyčistil, je pravděpodobné, že se problémy na šachtě budou opakovaně vracet. Také se stává, že někdo ukradne hadici pro přísávání

vzduchu, a do řídicí jednotky se dostane voda nebo vlhkost. Tato zavzdušňovací hadice je v šachtě napojena na T-kus a slouží pro vyrovnání atmosférického tlaku. Přivádí atmosférický vzduch do řídicí jednotky. Hříbek s hadicí bývá umístěn nad terénem, nad hladinou povodně, například někde u plotu. [28]



Obr. 50 Napojení hadice na T-kus



Obr. 51 Hříbek – zavzdušňovací hadice

V obci F mají 51 ventilů a ročně přijíždění k poruchám podstatně častěji oproti obci E. Problém je způsoben převážně tím, že se dostane něco tuhého do stokové sítě, nebo vlhkost do řídicí jednotky. Časté problémy nastávají například u domova důchodců, kde se nacházejí tuhé látky ve venkovní podtlakové stokové síti často a k opravám se musí vyjíždět i několikrát týdně nebo i 2x denně. V obci se nacházejí převážně šachty společné pro několik domů. I přes všechny tyto problémy mají několik šachet, ke kterým se za 15 let provozu nevyjíždělo z důvodu poruchy ani jednou. [28]

V celé obci je pouze podtlaková kanalizace a tedy i čistírna, projektována na 500 EO. Obec je odkanalizovaná v několika větvích a na čistírnu přitékají dvě. Řad A a řad B. Obě přítokové větve mají DN 160. [28]

Tato čistírna je starší a má i větší vývěvy, 2x 7,5 kW, což je nestandardní. Většinou bývá 4,5 kW nebo 11 kW. Také zde mají velké problémy s korozí stěn i elektrického zařízení. Ale v novém návrhu dálkového řízení, který plánují, se veškeré ovládací zařízení přesune do vedlejší místnosti a v místnosti s vývěvou zůstanou jen kabely. [28]



Obr. 52 Koroze napadená stěna



Obr. 53 Vývěvy 2x 7,5 kW



Obr. 54 Elektroskříňka



Obr. 55 Dvoucoulový ventil

Ovládací skříňka, která řídí provoz podtlakové stanice, určuje maximální a minimální podtlak. Minimální podtlak na síti je 25kPa a je to tlak zapínací, vypínací (maximální) tlak je 62kPa. Ventil je dvoucoulový. Původně se pro řízení používaly presostaty. Řídil se jimi zapínací, vypínací a havarijní podtlak. Hladina byla ovládaná pomocí plováku, jako je u čerpadel. Plovák byl umístěn v podtlakové nádobě, ale když se na něho namotal hadr, nastaly komplikace a spínání se muselo převést na ultrazvuk. Provozní hladiny jsou nastaveny podle centimetrů. Zhruba 70 cm ode dna je zapínací hladina a 20 cm ode dna vypínací, 140 cm je bezpečnostní rezerva. [28]

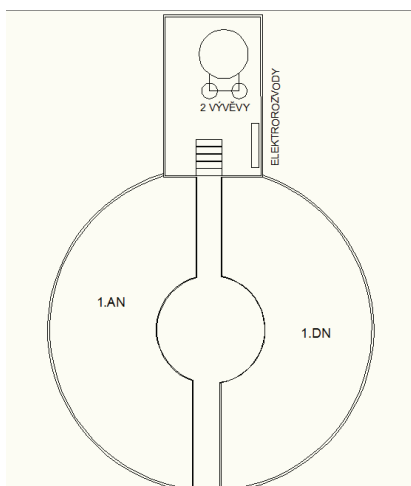


Obr. 56 Presostaty



Obr. 57 Ultrazvukem měřený podtlak

Provzdušňování aktivační nádrže je stejné jako v předchozí obci, kterou firma provozuje. V této čistírně je 1 AN a 1 DN. Mamutkami se vycucává kal ze dna a řez DN je zde pouze jednoduché V. [28]



Obr. 58 Schéma ČOV podtlakové kanalizace v obci F

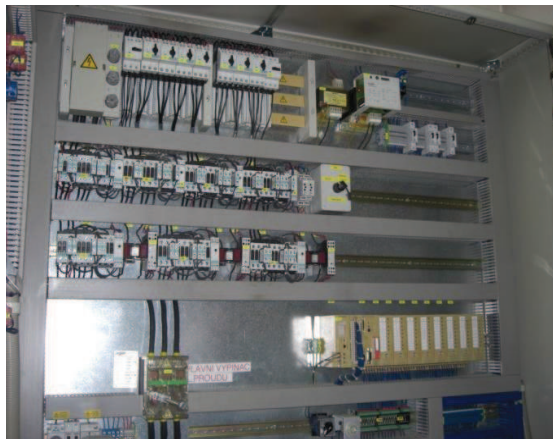
Obec G

V obci G si podtlakovou kanalizaci provozují sami teprve rok, dříve byla provozována firmou Ekosis s.r.o. V podtlakové stanici, která je postavena 12 let, se nachází 4 vývěvy o 11,5 kW, ale v provozu jsou vždy maximálně tři. Jedna vývěva je seřízená tak, že běží pořád, pak se sepnou další dvě, které podtlak vyrovnají a pak znovu běží pouze jedna. Každý den je jedna vyřazena z provozu, takže jednou za čtyři dny každá stojí. Vývěvy vytváří podtlak v podtlakové nádobě, které jsou umístěny venku. V případě, že spadne podtlak v podtlakové nádobě na hodnotu 56 kPa (minimum), sepnou se vývěvy. Při tlaku 62 kPa (maximum) se zase vypnou. Celý systém řídí hlavní (centrální) počítač. Podle rozsvícených kontrolky pracovníci poznají, které vývěvy jsou právě v provozu, druhou možností je kontrola dle teploty vývěvy. Vývěva, která neběží, je chladná a ostatní jsou

rozpálené. Z toho důvodu je v místnosti podtlakové stanice s vývěvami v létě i v zimě 25 – 30 °C. V případě výpadku elektřiny přijde pracovníkům podtlakové stanice zpráva na telefon a vzniklou poruchu jim nahlásí. V pohotovosti se střídají dva kolegové, ale jelikož nemají k dispozici automat, musí přijet osobně a systém nastartovat.[28]



Obr. 59 Vývěvy v podtlakové stanici



Obr. 60 Elektro-skříňka s ovládáním

Vedle budovy podtlakové stanice je umístěn biofiltr (Obr. 63), do kterého vedou průduchy z vývěv. Jedná se o jímku se třemi komorami. Na dně jímky je rošt, na kterém je vysypaná kůra sloužící k odstranění zápachu. Ze začátku s ním byl problém, nyní tam jsou osazeny nové rozvody a rošty a funkce je v pořádku. [28]



Obr. 61 Biofiltr



Obr. 62 Podtlaková nádoba

V další jímce umístěné za budovou podtlakové stanice se nachází 3 podtlakové nádoby pro 3 hlavní řady podtlakové kanalizace (Obr. 64). Podtlakové nádoby mají objem 13 m³ a jsou spojeny s vývěvy. V nádobě je podtlak, který přivádí OV z potrubí odpovídajícího řádu. Když se naplní do určité hladiny, zhruba 30 cm, sepne se čerpadlo, OV vysaje a potrubním vedením pokračuje dále na ČOV. Po vyčerpání se vypne a tento postup se opakuje pořád dokola. Podtlakové nádoby se v provozu postupně střídají, protože jsou náročné na elektrickou energii a hrozilo by vyhození jističe. Na potrubí jsou umístěny zpětné klapky, aby se OV nevracela zpět z čistírny do nádoby. [28]

Všechno je řízené sondami, tzv. hruškami, které spínají čerpadla. Při zvedání hladiny se hruštička postaví, vystoupá k druhé hruštičce a sepne čerpadlo, pokud nefungují a čerpadlo se nesepe, jsou nad ní ještě další dvě hruštičky. Třetí a čtvrtá hruštička funkci jistí a zapnou čerpadlo, aby se nezatopily tanky a aby vývěvy nenasály vodu. Třetí hruštička nahlásí poruchu a čtvrtá to kompletně vypne. [28]

V obci mají tři větve a pro kontrolu jim slouží tři sekční ventily (Obr. 65). Kontrolu provádějí v noci a to tak, že přes sekční ventily zavřou vždy dvě trasy a změří zbývající otevřenou trasu. Stejně postupují u dalších dvou řadů, až určí, jestli je na některém porucha. Pokud ano, zaměří se na šachty na konkrétním řadu s poruchou. Vedle sekčního ventilu blízko budovy podtlakové stanice se nachází inspekční šachta, do které se může vložit měřák také a odzkoušet větve. Inspekční šachta je zaizolovaná proti mrazu. Sekční ventil se vždy musí uzavřít, když se měří porucha. Inspekční šachty jsou od sebe vzdáleny cca 50 m. V zimě se stává, že z důvodu promrzání vyskakují ze země. [28]

Průměry potrubí na podtlakové kanalizace jsou od DN 225 a postupně se snižují směrem od podtlakové stanice na DN 90 a DN 75. Ventily mají průměr 50 a 65. [28]

Hlavním provozním problémem u šachet je jejich promrzání. I když šachty mají pod poklapy polystyrenovou izolaci (Obr.66), pokud teplota v zimě klesne na -20°C na období delší jak týden, tak izolace nestačí a zamrzají šachty. U zmrzlých šachet se snadno rozpozná problém a to tak, že neodsávají OV a lidem nefungují. [28]



Obr. 63 Sekční ventily



Obr. 64 Tepelná izolace na šachtě

Šachta obsahuje řídicí jednotku, membránu, dvě gumičky, elektromagnet, který systém spíná. Častou poruchou zde bývá praskání membrány – je to guma. Dále odchází řídicí jednotky. Němečtí výrobci píšou, že mají životnost 6 let. Některé řídicí jednotky zde mají i 11 let, ale u jednotek umístěných u panelových bytů je zdvihů víc, tak v těchto lokalitách vydrží například pouze rok nebo dva. Poškozenou řídicí jednotku provozovatelé pošlou

k reklamaci, kde ji vymění za jinou, která ale plní svou funkci často pouze měsíc a odejde také. [28]



Obr. 65 Gumová membrána



Obr. 66 Ventil s uzavřenou membránou

Každá řídicí jednotka obsahuje registrační štítek, který by se odlepil v případě, že by provozovatelé jednotku rozdělali. Výrobci by pak neuznali reklamaci. S těmito štítky mají provozovatelé značné problémy. Je to pouhý papírek a dostane-li se do šachty voda, odlepí se od plastu a tím pádem nastávají problémy s reklamací (Obr.70). [28]



Obr. 67 Ukázka ventilu



Obr. 68 Renovovaná řídicí jednotka, s registračním štítkem

V obci G mají necelých 700 šachet, cca 680. Vyměňují je postupně. V případě, že nejde řídicí jednotka seřídít nebo praskne membrána, pak je nutno ji vyměnit nebo opravit. Prasklou membránu si provozovatelé vymění sami, při poruše řídicí jednotky je obvykle pošlou k reklamaci. Poruchy na šachtách jsou časté, především v zimě. Pracovníci chodí pravidelně 2x do roka po všech šachtách a sledují, jestli membrána není už trochu prasklá, což je slyšet v šachtě syčením. V takovém případě ji hned vymění a seřídí řídicí jednotku. Po poslední zimě bylo při preventivní kontrole šachet nalezeno 30 porouchaných řídicích jednotek. [28]

Nové šachty by měly odsávat 10 – 12 litrů, staré jsou už více citlivé a spínají se například při 6 litrech. Při kontrole šachet pracovníci chodí a zkouší jejich funkci pomocí balonku o různém průměru. [28]



Obr. 69 Plastová sběrná šachta



Obr. 70 Poklop sběrné šachty

Některé šachty mají samostatné pro jeden dům, v případě řadových domků mají ale například jen 4 šachty pro celou ulici. Za rok vyjíždějí pracovníci k poruchám cca 100x, tedy zhruba jednou za 4 dny mají poruchu. Není podmínkou, že se vždy jedná o poruchu v provozu, protože díky preventivním prohlídkám (cca 2x do roka) na jaře a na podzim poruchu odstraní. Ročně posílají k opravě 30 řídicích jednotek. Po této zimě našli pracovníci při obhlídce 30 poruch. Doba, než obejdou celou obec a všechny šachty je zhruba měsíc a půl. V kanalizaci pracovníci nacházejí tenisové míčky, zubní protézy, podprsenky, hadry, kosti, hračky, vánoční ozdoby. V některých případech si firma sama provádí opravy a to díky šikovnému místnímu pracovníkovi. Na fotkách jsou vidět způsoby opravy ventilu a to i se zachováním funkčnosti (využití ocelové objímky v rámci opravy). [28]



Obr. 71 Opravený ventil



Obr. 72 Opravený ventil

Na čistírnu odpadních vod jsou zde napojeny dvě obce. V budoucnu bude připojena i třetí obec. Kapacita ČOV je 6 300 EO. Postavena byla v roce 1998 – 1999 za finanční podpory SFŽP (Státní fond životního prostředí) a před dvěma roky byla rekonstruovaná. Systém

začíná nátokem na vertikální lapák písku, dále pokračuje do budovy na česle, kde jsou shrabky odváděny do lisu, dále pak do kontejneru a likvidovány na skládce. Dříve zde měli valník, ale držel se tam zápach a krysy. Po rekonstrukci se tyto nedostatky odstranily. [28]

Velký problém, podle pracovníků, na čistírně nastává s lapákem písku, který je umístěn před česlemi. Dochází k častému zacpání lapáku a 3 – 4 x ročně musí pozvat na čistírnu jeřáb a fekální vůz. Rouru z lapáku písku pak přivážou na jeřáb, vytáhnou ven a sací hadicí odsávají hadry a nečistoty do fekálního vozu. [28]



Obr. 73 Lapák písku



Obr. 74 Lapák písku

Kal z uskladňovací nádrže se čerpá čerpadly a je promíchán s flokulantem. Čerpadlo elektrickou energií uvolňuje vodu a kal se dále lisuje a pokračuje do kontejneru. Při odčerpání 60 – 70 kubíků z nádrže se naplní kontejner 10 kubíky zlisovaného odpadu. Čistírna vlastní certifikát, který uznal kal zde vyprodukovaný za „Vhodný pro zemědělské a zahrádkářské účely“. Kal vozí na kompostárnu, kde ho míchají s pilinami, trávou, hlinou a pískem a po třech letech vyžrání se teprve prodává jako hnojivo. [28]



Obr. 75 Jemné česle



Obr. 76 Aktivační nádrž

Za uskladňovacími nádržemi se nachází dvě aktivační nádrže vedle sebe a za nimi dále dvě dosazovací nádrže. Dosazovací nádrž má čtvercoví půdorys, což je méně výhodné oproti kruhovému půdorysu a nastávají problémy s odsátím kalu. Dále jsou problémy

s prouděním vody v systému nádrží, z důvodu nevhodného rozmístění nádrží a technologie. [28]

Tab. 4.8 Průměrné hodnoty koncentrací na ČOV v obci G [28]

PODTLAKOVÁ KANALIZACE	PRŮMĚRNÉ HODNOTY KONCENTRACÍ UKAZATELŮ NA ČOV V OBCI G 2012								
	BSK ₅	CHSK _{cr}	P _c	N _{an}	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	NL	pH
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
odtok	4,4	32,4	1,2	7,1	2,7	0,1	7,7	8,9	-
přítok	536,7	1420	14,6	-	89,5	0,03	0,3	642,4	-

Tab. 4.9 Průměrné hodnoty průtoků na ČOV v obci G [28]

VYČIŠTĚNÉ MNOŽSTVÍ VOD NA ČOV V OBCI G 2012							
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	
měsíční průtok	13 039	11 808	13 352	13 732	13 187	12 551	
	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Q/rok (m ³)
měsíční průtok	13 764	12 450	12 734	12 770	11 337	12 873	77 669

Obec H

Čistírna odpadních vod v obci H je projektována na 700 EO. V obci se nachází pouze podtlaková kanalizace s 260 šachtami. Každý dům má svoji vlastní šachtu, akorát ke konci obce v horní části sloučili několik domů do jedné společné šachty. Potrubní řady mají průměr většinou DN 90, v blízkosti ČOV se zvyšují na DN 110. V obci jsou dva hlavní řady A a B, které jsou napojeny na hlavní podtlakovou nádobu, umístěnou v podzemním podlaží budovy ČOV, a dále na dvě čerpadla, která ženou OV do nádrží. Vývěvy mají 5,5 kW a jsou umístěny u hlavní podtlakové nádoby.

Na čistírně mají 2 AN, 2 DN a 2 uskladňovací nádrže kalu, odkud kal vyčerpávají a vozí na ČOV do sousední obce. V šachtách se nacházejí převážně dvoucoulové ventily od firmy Airvac-systém. Dnes se již nevyrábějí, protože jsou velice poruchové a zamrzají. Firma Airvac ventily umísťovala rovnou pod víko a pak velice často zamrzly. Ve větších šachtách mají nové, třícoulové ventily od firmy Flovac. [28]



Obr. 77 Dvoucoulový ventil – Airvac



Obr. 78 Třícoulový ventil – Flovac

Přestože mají v šachtách pod poklopem umístěn polystyren jako tepelnou izolaci, tak šachty zamrzají, pokud teplota klesne pod bod mrazu na několik dní. Zamrznutí je způsobené vlhkostí, která pronikne do šachty a přimrzne k ventilu. Poslední rok eliminovali nedostatky díky velkému množství zakoupených náhradních dílů. Četnost poruch bývá v létě zhruba 4x týdně. V zimě, pokud mrzne pod $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ několik dnů, tak i 4x za den. [28]

Ventily se spínají při tlaku 30kPa, podle pracovníků čistírny je pro tento typ ventilů, které zde mají, ideální podtlak 60 - 65kPa. V případě, že je na čistírně podtlak 50kPa, o 2 km dál na řadu je pouze 30kPa, takže podtlak ventil jen pozvedne a nenasaje splašky. Na radu pracovníka, provádějícího servis ventilu, posunuli provozní tlak výš a i díky tomuto zvládli poslední zimu bez větších komplikací. Nové ventily, třícoulové, mají zapínací tlak zhruba na 20 – 25kPa a s nasátím OV nemají problémy. Jsou vyrobeny na vyšší podtlak. [28]

Velkým nedostatkem je také chybějící signalizace. Při hledání poruch musí tedy uzavřít ventily a obcházet jednu šachtu po druhé a poslouchat zda odsávají. Nemají žádnou signalizaci, kontrolní trubky ani sekční ventily. Mají pouze centrální ventil na řadu A a B, kterým zjistí, zda je porucha na konkrétním řadu, ale pak už musí chodit šachtu po šachtě. Většina šachet je umístěna na soukromém pozemku, majitelé mívají psy a je tedy problém se k šachtě dostat při hledání poruch, revizích nebo opravách. [28]

V obci mají betonové šachty s dvoucoulovým ventilem. Poslední zimu byly bez problému, ale jsou špatně zabezpečené proti vniknutí nežádoucích osob. [28]



Obr. 79 Betonová šachta



Obr. 80 Poklop betonové šachty

Druhý typ šachty, je polypropylenová jímka s betonovým víkem. Je bezpečnější díky těžkému pokopu. [28]



Obr. 81 Plastová šachta



Obr. 82 Poklop plastové šachty

V budoucnu plánují rekonstrukci, při které bude dostavěna třetí aktivační nádrž, jelikož stávající dvě nádrže provoz čistírny nezvládají, a bude postaven biofiltr, proti uvolňování zápachu z vývěv. [28]

5 TECHNICKÉ UKAZATELE PRO STOKOVÉ SYSTÉMY

Pro gravitační kanalizaci byly TU pro hodnocení stavu stokové sítě, šachet a objektů na stokové síti již sestaveny na Stavební fakultě VUT v Brně. Metodika slouží pro hodnocení technického stavu kanalizační sítě. Při technickém hodnocení stavu potrubí se používají podklady z kamerového průzkumu a geografických informačních systémů (stáří trub, druh materiálu trub, atd.). Na základě vyhodnocení technického stavu můžeme zařadit potrubí a objekty na stokové síti do kategorie K1 – K5. [34]

Tab. 5.1 Kategorie zařídění stavu potrubí a objektů na stokové síti

Kategorie	Stav	Popis
K1	velmi dobrý	<i>Optimální stav</i> příslušného ukazatele. Nevyžadují se žádná opatření, vedoucí ke změnám tohoto ukazatele. Nepředpokládá se výrazná změna hodnoty ukazatele i v delším časovém období.
K2	dobrý	Nízká míra rizika příslušného ukazatele technického stavu. Nevyžaduje se žádné technické opatření ani v blízké budoucnosti.
K3	vyhovující	Průměrné hodnoty příslušného ukazatele, které však nevyžadují okamžitá řešení, ale v budoucnosti lze předpokládat změnu hodnoty ukazatele.
K4	kritický	<i>Kritické</i> hodnoty příslušného ukazatele. To znamená, že by měla být realizována případně plánována opatření na řešení tohoto stavu.
K5	nevyhovující	<i>Nežádoucí/nefunkční</i> stav. Je požadováno dle možností provozovatele okamžitá řešení, které povede k dosažení lepších hodnot příslušného ukazatele.

5.1 ROZDĚLENÍ POSUZOVANÉ STOKOVÉ SÍTĚ

Posuzovanou stokovou síť se podle této metodiky doporučuje rozdělit na samostatně ucelené posuzované celky a to na:

- kmenové stoky;
- uliční stoky přiléhající ke kmenovým stokám;
- šachty ve vybrané části stokové sítě;
- ostatní objekty;
- strojně-technologické části.

Posuzování technického stavu je také nutno odlišit podle použitého materiálu:

- Potrubí tuhá (beton, ŽB, kámen, čedič, polymerbeton, zděné stoky)
- Potrubí polotuhá – částečně poddajná (tvárná litina)
- Potrubí poddajná (plast, sklolaminát, ocelové trouby) [34]

5.2 UKAZATELE HODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU KANALIZAČNÍ SÍTĚ

Pro posouzení jednotlivých vybraných částí stokové sítě jsou navrženy následující technické ukazatele (dále TU), u nichž je stanoven postup jejich hodnocení.

5.2.1 Technické ukazatele pro hodnocení stavu stokové sítě

Pro hodnocení technického stavu stokové sítě je navrženo 10 technických ukazatelů.

TU 1 – prolomení/zborcení trouby: chybí části stěny trouby jako následek trhlin/ koroze;

TU 2 – trhliny v potrubí;

TU 3 – netěsnost: rozumí se vnikání nebo unikání vody do/ze stokového systému, které překračuje doporučené hodnoty pro test na vodotěsnost;

TU 4 – přesazení trubek: rozumí se taková odchylka přesazení trubek vůči sobě, která nebyla plánovaná v projektu ani při výstavbě;

TU 5 – nesprávné uložení v % profilu výšky: v hrdle nebo ve spádu;

TU 6 – prorůstání kořenů;

TU 7 – překážky v odtoku;

TU 8 – obrus (opotřebení): je postupná ztráta materiálu ze svrchního povrchu tělesa, vyvolaná mechanickým působením, to znamená kontakt a pohyb pevných, tekutých nebo plynných částic tělesa;

TU 9 – koroze: pod pojmem koroze se rozumí reakce materiálu se svým okolím, která způsobí měřitelnou změnu materiálu (objeví se koroze) a může vést k poškození funkce stavebního prvku (dílece) nebo celého systému;

TU 10 – deformace: změna tvaru profilu potrubí;

TU 13 – zápach: vypouštěné tuky jsou zdrojem sirovodíku, který v aerobních podmínkách zapáchá;

TU 14 – provozní tlak na síti: dodržení požadovaného tlaku v síti pro fungující provoz systému;

TU 15 – provozní podtlak: při velmi dlouhých úsecích bez přísávání vzduchu není na síti dostatečný podtlak.

5.2.2 Technické ukazatele pro hodnocení stavu šachty

Pro hodnocení technického stavu šachet je navrženo 10 technických ukazatelů.

TU 1 – prolomení/zborcení: chybí části stěny šachty jako následek trhlin/koroze;

TU 2 – trhliny;

TU 3 – netěsnost;

TU 4 – přesazení - rozumí se taková odchylka přesazení trubek vůči šachtě, která nebyla plánovaná v projektu ani při výstavbě;

TU 7 – překážky v odtoku;

TU 8 – obrus (opotřebení): je postupná ztráta materiálu ze svrchního povrchu tělesa, vyvolaná mechanickým působením, to znamená kontakt a pohyb pevných, tekutých nebo plynných částic tělesa;

TU 9 – koroze: pod pojmem koroze se rozumí reakce materiálu se svým okolím, která způsobí měřitelnou změnu materiálu (objeví se koroze) a může vést k poškození funkce stavebního prvku (dílce) nebo celého systému;

TU 10 – deformace: změna tvaru profilu šachty;

TU 11 – poškozené stupadlo nebo žebřík;

TU 12 - poškození poklopu nebo rámu.

5.2.3 Technické ukazatele pro hodnocení ostatních objektů na stokové síti

Pro hodnocení technického stavu ostatních objektů je navrženo 6 technických ukazatelů.

TU 1 – prolomení/zborcení: chybí části stěny jako následek trhlin/koroze;

TU 2 – trhliny;

TU 3 – netěsnost;

TU 7 – překážky v odtoku;

TU 8 – obrus (opotřebení): je postupná ztráta materiálu ze svrchního povrchu tělesa, vyvolaná mechanickým působením, to znamená kontakt a pohyb pevných, tekutých nebo plynných částic tělesa;

TU 9 – koroze: pod pojmem koroze se rozumí reakce materiálu se svým okolím, která způsobí měřitelnou změnu materiálu (objeví se koroze) a může vést k poškození funkce stavebního prvku (dílce) nebo celého systému.

Tab. 5.2 Časový horizont pro odstranění poruchy dle třídy poruchy

KATEGORIE	POPIS
K1	odstranění poruchy v rámci jiných stavebních opatření
K2	dlouhodobé odstranění poruchy
K3	v střední době odstranění poruchy
K4	v krátké době odstranění poruchy
K5	neprodlené/neodkladné odstranění poruchy

Za předpokladu tuhého potrubí gravitační kanalizace a poddajného potrubí u kanalizace tlakové a podtlakové je zde uveden návrh TU pro hodnocení stavu stokové sítě, šachet a podtlakové stanice, za předpokladu navazujícího číslování na TU gravitační kanalizace.

Tab. 5.3 TU pro hodnocení technického i provozního stavu stokové sítě

TU	TECHNICKÉ UKAZATELE PRO STOKOVOU SÍŤ KANALIZACE	GRAV.	TLAK.	PODTL.
TU 1	Zlomená trouba, zborcení stěny kanalizační stoky nebo přípojky: chybí části stěny trouby jako následek trhlin/koroze	X	X	X
TU 2	Trhliny v potrubí	X		
TU 3	Netěsnost: rozumí se vnikání nebo unikání vody do/ze stokového systému	X	X	X
TU 4	Vzájemné posunutí trub ve spoji (horizontální, vertikální a podélné)	X	X	X
TU 5	Výšková odchylka v uložení stoky proti kótě dna, určené projektovou dokumentací	X	X	X
TU 6	Prorůstání kořenů	X	X	X
TU 7	Překážky v odtoku	X	X	X
TU 8	Obrus (opotřebení): je postupná ztráta materiálu ze svrchního povrchu tělesa	X	X	X
TU 9	Koroze: reakce materiálu se svým okolím, která způsobí měřitelnou změnu materiálu	X	X	X
TU 10	Deformace profilu potrubí, změna tvaru profilu potrubí		X	X
TU 13	Zápach: vypouštěné tuky jsou zdrojem sirovodíku, který v aerobních podmínkách zapáchá		X	X
TU 14	Provozní tlak na síti: dodržení požadovaného tlaku v síti pro fungující provoz systému		X	
TU 15	Provozní podtlak: při velmi dlouhých úsecích bez přísávání vzduchu není na síti dostatečný podtlak			X

Tab. 5.4 TU pro hodnocení technického i provozního stavu šachet na stokové síti

TU	TECHNICKÉ UKAZATELE PRO ŠACHTU/ SBĚRNOU ŠACHTU/ DČJ KANALIZACE	GRAV.	TLAK.	PODTL.
TU 1	Statické porušení konstrukce šachty	X	X	X
TU 3	Netěsnost: rozumní se vnikání nebo unikání vody do/ze stokového systému	X	X	X
TU 4	Vzájemné posunutí šachty a trouby ve spoji	X	X	X
TU 7	Překážky v odtoku	X	X	X
TU 8	Obrus	X	X	X
TU 9	Koroze	X	X	
TU 11	Poškození stupadla nebo žebříku	X	X	
TU 12	Poškození poklopu nebo rámu	X	X	X
TU 16	Opotřebením strojního zařízení: teoretická životnost čerpadel a strojního zařízení/ řídicí jednotky, sacího ventilu		X	X
TU 17	Četnost poruch strojního zařízení: čerpadel, senzorů hladin, ventilů / membrán, řídicí jednotky		X	X
TU 18	Bezpečnostní kapacitní rezerva: při napojení více nemovitostí na jednu šachtu		X	X
TU 19	Zamrzání		X	X
TU 20	Řídicí systém		X	X
TU 21	Minimální požadovaný provozní podtlak: pro otevření sacího ventilu			X

Tab. 5.5 TU pro hodnocení technického i provozního stavu na podtlakové stanici

TU	TECHNICKÉ UKAZATELE PRO PODTLAKOVOU STANICI
TU 9	Koroze
TU 16	Opotřebením strojního zařízení: teoretická životnost strojního zařízení
TU 17	Četnost poruch strojního zařízení: hladinová čerpadla v podtlakové nádobě
TU 22	Provozní podtlak: zajištění potřebného podtlaku v podtlakové nádobě
TU 23	Hluk v podtlakové nádobě
TU 24	Zápach: využití biofiltru ke snížení zápachu, jeho životnost
TU 25	Počet a rezerva vývěv

Tab. 5.6 Popis jednotlivých technických ukazatelů, jejich stanovení a jednotky

TU	POPIS	STANOVENÍ	JEDNOTKY
TU 1	Zlomená trouba, zborcení stěny kanalizační stoky nebo přípojky: chybí části stěny trouby jako následek trhlin/koroze.	K V	-
TU 2	Trhliny v potrubí - podélné nebo příčné trhliny, chybí střep.	K V	-
TU 3	Netěsnost: rozumí se vnikání nebo unikání vody do/ze stokového systému.	K V M	- l/s
TU 4	Vzájemné posunutí trub ve spoji (horizontální, vertikální a podélné): rozumí se taková odchylka přesazení trub vůči sobě, která nebyla plánovaná v projektu ani při výstavbě.	K V	cm %
TU 5	Výšková odchylka v uložení stoky proti kótě dna, určené projektovou dokumentací.	K V	mm %
TU 6	Prorůstání kořenů.	K V	%
TU 7	Překážky v odtoku. Pozn. Odstranění překážek u tlakové kanalizace - tlaková stanice.	K V	%
TU 8	Obrus (opotřebení): je postupná ztráta materiálu ze svrchního povrchu tělesa, vyvolaná mechanickým působením, to znamená kontakt a pohyb pevných, tekutých nebo plynných částic tělesa.	K V	cm
TU 9	Koroze: pod pojmem koroze se rozumí reakce materiálu se svým okolím, která způsobí měřitelnou změnu materiálu (např. biogenní síranová koroze).	K V	cm %
TU 10	Deformace profilu potrubí v % jmenovité světlosti DN: změna tvaru profilu potrubí	K V	%
TU 11	Poškození stupadla nebo žebříku	V	-
TU 12	Poškození poklopu nebo rámu	V	-
TU 13	Zápach (amoniak/síran): posuzuje se jen celkový vjem a ne jednotlivé součásti, které zápach tvoří. Čichový práh (ppm) = koncentrace, kdy je zápach zaznamenaný více než 50ti osobami ze 100. Sirovodík (H ₂ S) je bezbarvý, velmi jedovatý, potenciálně hořlavý plyn s charakteristickým nepříjemným zápachem zkažených vajec znatelný při velmi nízkých koncentracích. Způsobuje korozi materiálu a v přítomnosti kyslíku zapáchá. Amoniak (NH ₃), neboli čpavek, je	M	ppm

	<p>bezbarvý plyn charakteristický štiplavým zápachem. Ačkoli široce používán, amoniak je žravý a nebezpečný. Při vdechování poškozuje sliznici. Práh pro sirovodík je 10 ppm, pro amoniak 25 ppm. [30]</p> <p>Měření pachu: Dynamickou olfaktometrií podle ČSN EN 13725, Statistickými metodami – dotazníkovými metodami, Analytickými metodami (dnes nevyužívané) [33]</p>		
TU 14	<p>Provozní tlak na síti: 0,5 – 3,0 MPa je vyvozován soustavou čerpadel osazených v domovních čerpacích stanicích s akumulací jímky, do kterých odpadní voda natéká gravitačně.</p>	M	MPa
TU 15	<p>Provozní podtlak na síti (50 - 60 kPa): na dlouhých úsecích dochází k poklesu podtlaku a zatopení celého úseku. Příčinou je nedostatek vzduchu, kde nejsou po trase rovnoměrně rozmístěné sběrné šachty, který je potřebný pro transport OV. Přívzdušňovací stanice v případě poklesu podtlaku automaticky otevře sací ventil a vpustí do podtlakové stoky vzduch. [7]</p>	M	kPa
TU 16	<p>Teoretická životnost čerpadel a strojního zařízení: životnost je cca 15 let. Provozem dochází k spálení motoru, prasknutí membrány a poškození senzorů hladiny nebo řídicí jednotky.</p>	P	%
TU 17	<p>Četnost poruch strojního zařízení (čerpadel, senzorů hladin, ventilů / membrán, řídicí jednotky):</p>	P	ks
TU 18	<p>Bezpečnostní kapacitní rezerva: Objem akumulacího prostoru je dán požadavkem na zajištění havarijního stavu v případě výpadku elektrického proudu. [7]</p>	P	hod
TU 19	<p>Zamrzání: Při poklesu teploty pod bod mrazu dochází k zamrzání šachet. Opatření - dostatečná hloubka uložení a tepelná izolace pod poklopem šachty.</p>	P	ks
TU 20	<p>Řídicí systémy: zajišťují komunikaci mezi lokálním PC a centrálním dispečerským pracovištěm. Dále umožňují přenos téměř libovolného komunikačního protokolu po jedné přenosové síti. U systému ON-LINE je spojení trvalé (radiové datové sítě, komunikační prostředky na bázi GSM, GPRS), u systému OFF-LINE funguje spojení po nezbytnou dobu (klasický telefonní modem, přenos pomocí SMS zpráv). [32]</p>	V	-
TU 21	<p>Minimální provozní podtlak sacího ventilu: Hydrostatický tlak aktivuje řídicí jednotku, která následně otevře sací ventil a odsává odpadní vodu z jímky sběrné šachty do stokové sítě. Minimální spínací podtlak pro otevření sacího ventilu je 22 (20) kPa.</p>	M	kPa

TU 22	<p>Provozní podtlak: V podtlakové nádobě je udržován podtlak okolo 50 – 60kPa pomocí vývěv, který se následně šíří do celé sítě.</p> <p>Pozn.: Podtlak je nastaven výrobcem a při návrhu se uvažuje s rovinným terénem. V členitém terénu musí být zohledněno měření podtlaku na síti. V případě poklesu podtlaku musí být respektována vzdálenost ventilu od podtlakové stanice a časový interval odsávání splašků, aby byla zajištěna funkce podtlakové kanalizace. [7]</p>	M	kPa
TU 23	<p>Hluk v podtlakové nádobě: Podtlaková čerpadla vyvozují tlak cca 0,6 bar, tedy 60 000 Pa uvnitř podtlakové nádoby, čímž způsobují hluk na podtlakové stanici. Z Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací 272/2011 Sb. plyne, že jestliže je překročen přípustný expoziční limit 85 dB, respektive nejvyšší přípustná hodnota 200 Pa, musí zaměstnavatel zajistit, aby zaměstnanci používali osobní ochranné pracovní prostředky. Přípustný expoziční limit impulsního hluku je 140 dB. Expoziční limit je možné upravit vzhledem k uvažovanému provozu, intervalu a doby trvání hluku a délce vystavení zaměstnanců nadměrnému hluku. [31]</p>	M	dB
TU 24	Zápach: viz TU 13	M	ppm
TU 25	<p>Počet a rezerva vývěv: Vývěvy pro podtlakovou kanalizaci musí být konstruovány s ohledem na nepřetržitý provoz. Ideální doba provozu vývěvy je 3 hodiny za den, proto by měly být na podtlakové stanici vždy minimálně dvě vývěvy.</p>	P	ks

Tyto ukazatele jsou následně rozříděny do jednotlivých kategorií tříd poruch K1 – K5 dle stupně jejich závažnosti. Uvedené tabulky slouží pro hodnocení technického a provozního stavu na alternativních stokových sítích, tedy pro podtlakové potrubí, šachty a podtlakovou stanici.

Tab. 5.7 Kategorie zařídění stavu poddlažního potrubí na stokové síti

TECHNICKÝ UKAZATEL	POPIS PORUCHY	K5	K4	K3	K2	K1
TU1	Zlomená trouba, zborcené stěny kanalizační stoky nebo přípojky	zborcená konstrukce	chybějící části trouby	neposuzuje se	neposuzuje se	neposuzuje se
TU3	Viditelná netěsnost	silný lokální vtok, významný zdroj balastních vod	vtékající voda - tenký/bodový paprsek	neposuzuje se	neposuzuje se	neposuzuje se
TU4	Vzájemné podélné posunutí trub ve spoji	neurčeno	neurčeno	nevyhovuje požadavkům výrobce trub	neurčeno	neurčeno
TU5	Výšková odchylka v uložení stoky proti kótě dna, určené projektovou dokumentací	neurčeno	>50% jmenovité světlosti potrubí, opačný sklon	při sklonu nivelety do 1% nejvýše ±10 mm, při sklonu nad 1% nejvýše ± 30 mm	neurčeno	neurčeno
TU6	Prorůstání kořenů	kořenové opony 25% DN a více	kořenové opony 10 - 25 % DN	kořenové opony < 10 % DN	jednotlivé kořeny	bez kořenů
TU7	Překážky v odtoku % výšky stoky	> 25 %	10 - 25 %	5 - 10 %	<5%	bez usazenin a překážek
TU8	Obrus	plošný nebo vícečetný rýhový obrus o hloubce > 50 % tloušťky stěny trouby	plošný nebo vícečetný rýhovaný obrus o hloubce 20 - 50 % tloušťky stěny trouby	plošný nebo vícečetný rýhovaný obrus o hloubce < 20 % tloušťky stěny trouby	nehodnotí se	nehodnotí se

TECHNICKÝ UKAZATEL	POPIS PORUCHY	K5	K4	K3	K2	K1
TU9	Koroze, degradace trubního materiálu	značné korozní poškození (degradace) stěny trouby přecházející do perforace stěny	projevy hloubkové koroze (degradace), zasahující do konstrukce stěny trub v celé délce stokového úseku	povrchové korozní napadení (degradace) vnitřního povrchu stoky ve více než 50 % délky úseku	lokální projevy povrchového korozního napadení (degradace) vnitřního povrchu stoky	žádné poškození
TU10	Deformace profilu potrubí v % jmenovité světlosti DN	>15 % DN	11 - 15 % DN	5 - 10 % DN	< 5% DN	bez deformace
TU 13	zápach: sirovodík / amoniak	> 10 ppm / > 25 ppm	8 - 10 ppm/ 20 - 25 ppm	4 - 8 ppm/ 10 - 20 ppm	< 4 ppm/ < 10 ppm	bez zápachu
TU 14	provozní tlak na síti: dodržení požadovaného tlaku v síti pro fungující provoz systému	vychýlení tlaku mimo požadovanou provozní hodnotu o > 20 %, ucpání čerpadla	vychýlení tlaku mimo požadovanou provozní hodnotu o 10 - 20 %	vychýlení tlaku mimo požadovanou provozní hodnotu o 5 - 10 %	vychýlení tlaku mimo požadovanou provozní hodnotu o < 5 %	tlak na síti (0,5 - 3,0 Mpa)
TU 15	provozní podtlak: při velmi dlouhých úsecích bez přísávání vzduchu není na síti dostatečný podtlak	nedostatečný podtlak na síti, absence přívzdušňovacích stanic	občasné problémy s podtlakem na síti, absence přívzdušňovacích stanic	problémy s podtlakem na síti, přívzdušňovací stanice umístěné pouze u některých problémových místech	problémy s podtlakem na síti, přívzdušňovací stanice umístěné na všech problémových místech	není potřeba přívzdušňovací stanice (50 - 60 kPa)

Tab. 5.8 Kategorie zařídění stavu šachet na stokové síti

TECHNICKÝ UKAZATEL	POPIS PORUCHY	K5	K4	K3	K2	K1
TU1	prolomění/zborcení: chybí části stěny šachty jako následek trhlín/koroze;	zborcená konstrukce	chybějící části trouby	neposuzuje se	neposuzuje se	neposuzuje se
TU3	netěsnost;	silný lokální vtok, významný zdroj balastních vod	vtékající voda - tenký/bodový paprsek	neposuzuje se	neposuzuje se	neposuzuje se
		silný lokální vtok, významný zdroj balastních vod	vtékající voda - tenký/bodový paprsek	průsak vody po kapkách, prosakující voda stéká po stěnách	zřetelná vlhkost	žádná viditelná netěsnost
TU4	přesazení - rozumí se taková odchylka přesazení trubek vůči šachtě, která nebyla plánovaná v projektu ani při výstavbě;	> 60 %	40 - 60 %	20 - 40 %	10 - 20 %	< 10 %
TU7	překážky v odtoku; usazeniny	pevné nečistoty tvoří > 25 % odpadní vody	pevné nečistoty tvoří 10 - 25 % odpadní vody	pevné nečistoty tvoří 5 - 10 % odpadní vody	pevné nečistoty tvoří < 5 % odpadní vody	bez výrazných usazenin a plovoucích látek
TU8	obrus (opotřebení): je postupná ztráta materiálu ze svrchního povrchu tělesa, vyvolaná mechanickým působením, to znamená kontakt a pohyb pevných, tekutých nebo plynných částic tělesa;	plošný nebo vícečetný rýhový obrus o hloubce > 50 % tloušťky stěny šachty	plošný nebo vícečetný rýhovaný obrus o hloubce 20 - 50 % tloušťky stěny šachty	plošný nebo vícečetný rýhovaný obrus o hloubce < 20 % tloušťky stěny šachty	nehodnotí se	nehodnotí se

TECHNICKÝ UKAZATEL	POPIS PORUCHY	K5	K4	K3	K2	K1
TU9	korozí: pod pojmem korozí se rozumí reakce materiálu se svým okolím, která způsobí měřitelnou změnu materiálu (objeví se korozí) a může vést k poškození funkce stavebního prvku (dílice) nebo celého systému;	značné korozní poškození (degradace) stěny šachty přecházející do perforace stěny	projevy hloubkové korozí (degradace), zasahující do konstrukce stěny šachty po celém jejím obvodu	povrchové korozní napadení (degradace) vnitřního povrchu šachty ve více než 50 % obvodu šachty	lokální projevy povrchového korozního napadení (degradace) vnitřního povrchu šachty	žádné poškození
TU11	poškozené stupadlo nebo žebřík;	absence	výrazné poškození	poškození části stupadel nebo žebříku, které nebrání obsluze	počínající projevy poškození	bez poškození
TU12	poškození poklopu nebo rámu.	chybějící poklop, definitivní poškození poklopu	nedostatečně zabezpečený poklop, výrazné známky poškození poklopu nebo rámu	poškození výrazně neovlivňující provoz - praskliny, trhliny, úlomky, netěsnosti	počínající projevy poškození - praskliny, trhliny	bez poškození
TU 16	teoretická životnost čerpadel a strojního zařízení/ řídicí jednotky, sacího ventilu	životnost strojního zařízení < 20%	životnost strojního zařízení 20 - 50 %	životnost strojního zařízení 50 - 80 %	životnost strojního zařízení > 80%	bez opotřebení

TECHNICKÝ UKAZATEL	POPIS PORUCHY	K5	K4	K3	K2	K1
TU 17	četnost poruch strojního zařízení: čerpadel, senzorů hladin, ventilů / membrán, řídicí jednotky	poruchy strojního zařízení způsobené: opotřebením > 30% za rok z celkového počtu šachet	poruchy strojního zařízení způsobené: nekázní uživatelů > 8x týdně; opotřebením 20 - 30% za rok z celkového počtu šachet	poruchy strojního zařízení způsobené: nekázní uživatelů 4 - 8x týdně; opotřebením 10-20% za rok z celkového počtu šachet	poruchy strojního zařízení způsobené: nekázní uživatelů < 4x týdně; opotřebením < 10 % za rok z celkového počtu šachet	bez poruch
TU 18	bezpečnostní kapacitní rezerva	kapacita vystačující pro < 2 hodin	kapacita vystačující pro 2 4 hodin	kapacita vystačující pro 4 - 5 hodin	kapacita vystačující pro 5 - 6 hodin	kapacita vystačující pro > 6 hodin
TU 19	zamrzání	zamrzání šachet při poklesu teploty: pod -10 °C > 10x týdně; pod 0 °C ≥ 3x týdně;	zamrzání šachet při poklesu teploty: pod -10 °C 7-10x týdně; pod 0 °C < 3x týdně;	zamrzání šachet při poklesu teploty: pod -20 °C > 6x týdně; pod -10 °C 3-6x týdně;	zamrzání šachet při poklesu teploty: pod -20 °C < 3-6x týdně; pod -10 °C < 2x týdně;	zamrzání šachet při poklesu teploty: pod -20 °C < 3x týdně;
TU 20	řídicí systém	absence systému	systém OFF-LINE (kontrolka v místě poruchy + telefonní modem)	systém OFF-LINE (SMS, alarm v místě poruchy)	systém ON-LINE - radiové datové	systém ON-LINE - GPRS, GSM
TU 21	minimální požadovaný provozní podtlak: pro otevření sacího ventilu	pokles podtlaku sacího ventilu < 20 kPa	neposuzuje se	neposuzuje se	neposuzuje se	podtlak sacího ventilu 20-25 kPa dle výrobce

Tab. 5.9 Kategorie zařídění stavu podtlakové stanice na podtlakové stokové síti

TECHNICKÝ UKAZATEL	POPIS PORUCHY	K5	K4	K3	K2	K1
TU 9	korozí	značné korozní poškození (degradace) stěn přecházející do perforace	projevy hloubkové koroze (degradace), zasahující do konstrukce stěny po celém jejím obvodu	povrchové korozní napadení (degradace) vnitřního povrchu ve více než 50 % obvodu stěn	lokální projevy povrchového korozního napadení (degradace) vnitřního povrchu stěn	žádné poškození
TU 16	teoretická životnost strojního zařízení	životnost strojního zařízení < 20%	životnost strojního zařízení 20 - 50 %	životnost strojního zařízení 50 - 80 %	životnost strojního zařízení > 80%	bez opotřebení
TU 17	četnost poruch strojního zařízení: hladinová čerpadla v podtlakové nádobě	> 5x za rok	4 - 5x za rok	3 - 4x za rok	2 - 3x za rok	< 1x za rok
TU 22	provozní podtlak: zajištění potřebného podtlaku v podtlakové nádobě	provozní podtlak v podtlakové nádobě mimo hranice	neposuzuje se	neposuzuje se	neposuzuje se	provozní podtlak v podtlakové nádobě 50 - 60 kPa
TU 23	hluk v podtlakové nádobě	> 140 dB	120 - 140 dB	100 - 120 dB	85 - 100 dB	< 85 dB
TU 24	zápach: sirovodík	> 10 ppm	8 - 10 ppm	4 - 8 ppm	< 4 ppm	bez zápachu
TU 25	počet a rezerva vývěv	vývěva = 1; rezerva = 0	vývěva = 1; rezerva = 1	vývěva = 2; rezerva = 1	vývěva > 2; rezerva = 0	vývěva > 2; rezerva = 1

6 IMPLEMENTACE TU

Implementace technických ukazatelů byla provedena na vybraných obcích gravitační, tlakové a podtlakové kanalizace, které jsou popsány v kapitole 4.3 *Zhodnocení provozování kanalizace a čistíren některých obcí*. Navrhovaná metodika byla otestována pomocí kamerového průzkumu na gravitační kanalizaci a také na základě informací od provozovatelů tlakové a podtlakové kanalizační sítě.

6.1 OBCE PRO IMPLEMENTACI TU

Gravitační kanalizace v obci A má 3400 EO. Jedná se o betonovou jednotnou kanalizační síť z trub DN 300 – 1500. Při kamerovém průzkumu byla posouzena vybraná část kanalizace délky 300 m.

Tlaková kanalizace v obci B má 750 EO a zhruba 136 tlakových stanic. Ve většině případů je na šachtu napojeno více nemovitostí. Každá šachta má ovládací skříňku s hlásičem poruch a počítadlem motohodin.

Podtlaková kanalizace v obci H má 700 EO a 260 sběrných šachet a každá nemovitost je napojena na vlastní šachtu.

6.2 HODNOCENÍ STAVU STOKOVÝCH SÍTÍ

Tab. 6.1 Implementace TU na potrubí stokové sítě

TU	OBEC A	OBEC B	OBEC H
TU 1	zborcená konstrukce	neposuzuje se	neposuzuje se
TU 2	posunutí stěny, deformace profilu		
TU 3	vtékající voda - tenký/bodový paprsek	neposuzuje se	neposuzuje se
TU 4	-	neurčeno	neurčeno
TU 5	-	neurčeno	neurčeno
TU 6	kořenové opony 10 - 25 % DN	bez kořenů	bez kořenů
TU 7	> 25 %	bez usazenin a překážek	bez usazenin a překážek
TU 8	plošný nebo vícečetný rýhovaný obrus o hloubce 1 - 3 cm	nehodnotí se	nehodnotí se
TU 9	značné korozní poškození (degradace) stěny trouby přecházející do perforace stěny	žádné poškození	žádné poškození
TU 10		bez deformace	bez deformace
TU 13		-	-
TU 14		tlak na síti (0,5-3,0 MPa)	
TU 15			není potřeba přívzdušňovací stanice

Tab. 6.2 Implementace TU na šachtách stokové sítě

TU	OBEC A	OBEC B	OBEC H
TU 1	chybějící části trouby	neposuzuje se	neposuzuje se
TU 3	vtékající voda - tenký/bodový paprsek	žádná viditelná netěsnost	žádná viditelná netěsnost
TU 4	-	< 10 %	< 10 %
TU 7	pevné nečistoty tvoří > 25 % odpadní vody	bez výrazných usazenin a plovoucích látek	bez výrazných usazenin a plovoucích látek
TU 8	plošný nebo vícečetný rýhovaný obrus o hloubce < 20 % tloušťky stěny šachty	nehodnotí se	nehodnotí se
TU 9	značné korozní poškození (degradace) stěny šachty přecházející do perforace stěny	lokální projevy povrchového korozního napadení (degradace) vnitřního povrchu šachty	
TU 11	poškození části stupadel nebo žebříku, které nebrání obsluze	absence	
TU 12	bez poškození	bez poškození	nedostatečně zabezpečený poklop, výrazné známky poškození poklopu nebo rámu
TU 16		životnost strojního zařízení 50 - 80 %	životnost strojního zařízení 50 - 80 %
TU 17		poruchy strojního zařízení způsobené: nekázní uživatelů 4 - 8x týdně; opotřebením 10-20% za rok z celkového počtu šachet	poruchy strojního zařízení způsobené: nekázní uživatelů < 4x týdně; opotřebením <10% za rok z celkového počtu šachet
TU 18		kapacita vystačující pro 2 - 4 hodin	kapacita vystačující pro 5 - 6 hodin
TU 19		zamrzání šachet při poklesu teploty: pod -20 °C < 3x týdně;	zamrzání šachet při poklesu teploty: pod -10 °C > 10x týdně; pod 0 °C ≥ 3x týdně;
TU 20		systém OFF-LINE (SMS, alarm v místě poruchy)	absence systému
TU 21			podtlak sacího ventilu 20-25 kPa dle výrobce

TU	OBEC H
TU 9	lokální projevy povrchového korozního napadení (degradace) vnitřního povrchu stěn
TU 16	životnost strojního zařízení 50 - 80 %
TU 17	2 - 3x za rok
TU 22	provozní podtlak v podtlakové nádobě 50 - 60 kPa
TU 23	-
TU 24	-
TU 25	vývěva = 1; rezerva = 1

-	NEBYLY POSKYTNUTY DOSTAČUJÍCÍ INFORMACE NEHODNOTÍ SE PRO TENTO DRUH KANALIZACE
---	---

K1	K2	K3	K4	K5	TŘÍDY PORUCH
----	----	----	----	----	--------------

6.3 DOPORUČENÍ A OPATŘENÍ PRO OBCE

Metodika hodnocení alternativních způsobů odkanalizování byla následně upravena na základě otestování technických ukazatelů na vybraných obcích.

Posuzovaná část gravitační kanalizace v obci A je ve velmi špatném stavu a je nutné provést neodkladné odstranění poruch. V tomto případě se jedná o rekonstrukci celé této části stokové sítě. Vyhodnocením kamerového průzkumu byly zjištěny trhliny, zborcení i deformace betonové trouby. V kanalizaci navíc dochází k výraznému usazování sedimentů a prorůstání kořenů. Výrazné poškození se vyskytuje i v šachtách, které jsou napadeny korozi a průtok brání naplaveniny.



Obr. 83 Trhliny a deformace potrubí



Obr. 84 Nánosy sedimentů

Potrubí na tlakové kanalizaci v obci B je v dobrém stavu a nevyžaduje žádné rekonstrukce. Domovní čerpací jímky nevykazují žádné problémy ohledně prasklin a nežádoucích vtoků balastních nebo srážkových vod. V převážné většině jímek se vyskytují lokální projevy koroze z důvodu anaerobního prostředí v DČJ. V obci mají větší typy plastových šachet bez stupadel a to vede ke špatné manipulaci při opravě. Betonové šachty stupadla mají. Pro odstranění tohoto nedostatku by bylo optimální zvolit vhodnější typ šachty. Poruchy na DČJ způsobené nekázní se v obci vyskytují velice často, i z důvodu napojení více nemovitostí na jednu šachtu. Zavedením pokut by v tomto případě mělo smysl, kdyby bylo zřejmé, kdo tyto závady svou nedbalostí způsobil. Napojení více nemovitostí na jednu standardní jímku způsobuje také v případě výpadku elektrického proudu snížené kapacitní rezervy. Doplnění šachet v nejvíce problémových lokalitách by mohlo do jisté míry omezit problémy s rezervou a nekázní uživatelů. Používaný řídicí systém není dokonalý, ale zároveň ne nepostačující.

Podtlaková kanalizace v obci H nevykazuje známky poruch na podtlakovém trubním vedení. Výrazné problémy nastávají s šachtami z hlediska provozu v zimním období. U nových typů ventilů jsou problémy se zamrzáním podstatně menší. Nahrazení starších dvoucoulových ventilů za nové třicoulové by mohlo tyto nedostatky omezit. Další variantou je dostatečné množství náhradních kusů, aby provoz podtlakové kanalizace nebyl omezen a také vyhovující tepelná izolace. Pro zajištění bezpečnosti by bylo vhodné opatřit šachty bezpečnějšími poklopy, než které se zde vyskytují. Výrazným nedostatkem je zde absence řídicího systému, která vede k značně komplikovanému hledání poruchy. Z hlediska častých poruch by byla investice do řídicího systému v obci vítaná.

7 ZÁVĚR

Tato práce byla vypracována v rámci řešení projektu specifického výzkumu na fakultě stavební s názvem „Sledování vybraných parametrů odpadní vody pro CFD modelování“. Cílem této fáze projektu bylo navrhnout technické ukazatele hodnocení tradičních a alternativních způsobů odkanalizování. Pro získání potřebných informací o těchto systémech a technologickém uspořádání objektů na ČOV jsme navštívili obce provozující podtlakovou a tlakovou kanalizaci.

V rámci tohoto projektu byl vydán článek „Návrh hodnocení technických ukazatelů pro stokové systémy“, který byl publikován na odborné konferenci s mezinárodní účastí v Tatranské Lomnici a následně bude publikován v odborném časopise TZB-info. Uvedený článek byl schválen oponentem a měl by sloužit provozovatelům kanalizace alternativních způsobů odkanalizování.

Podle Metodiky hodnocení technického stavu kanalizační sítě zpracované na Ústavu vodního hospodářství obcí a získaných informací od provozovatelů kanalizací, zde byly navrženy technické ukazatele pro podtlakovou i tlakovou kanalizaci a objektů na ní. Tyto ukazatele byly následně rozříděny do jednotlivých kategorií tříd poruch K1 – K5 dle stupně jejich závažnosti. (Stav K1 – velmi dobrý, K2 – dobrý, K3 – vyhovující, K4 – nevyhovující a K5 – kritický.)

Stanovení tříd poruch není velmi přesné. Návrh alternativní stokové sítě není nikdy dostatečně přesný a až samotným provozováním a měřením se mohou odhadnout provozní podmínky, které zajistí správnou funkci konkrétní kanalizace. Vypracované technické ukazatele je možné upravit podle provozních zkušeností na konkrétní kanalizaci. Až samotné provozování a měření na síti, konkrétně například podtlaku na podtlakové stokové síti vzhledem k vzdálenosti šachty od podtlakové stanice a intervalu mezi odsáváním, zajistí dostatek informací pro stanovení vhodných podmínek pro zajištění správné funkce systému.

V poslední části práce byl návrh technických ukazatelů, včetně tříd poruch, otestován na navštívených obcích jednotlivých typů odkanalizování a pomocí této implementace TU byly odstraněny a opraveny případné nedostatky návrhu. Zároveň byly navrženy možnosti k odstranění závad na konkrétní kanalizaci uvedené obce. I přesto je vhodné metodiku upravit provozovateli podle vlastního použitého systému odkanalizování a podle zvoleného systému provozování alternativní kanalizace.

8 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Stoková síť. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2013 [cit. 2013-06-11]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Stoková_síť
- [2] NEPTUN PRESSKAN: Tlaková kanalizace. In: [online]. 2005 [cit. 2013-09-05]. Dostupné z: http://home.tiscali.cz/filip.kovarik/Prezentace_produkту_prednaska.pdf
- [3] Wikipedia: Vacuum sewer. In: [online]. 2013 [cit. 2013-09-05]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Vacuum_sewer
- [4] Odvádění a čištění odpadních vod: Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity. In: *Historie kanalizací* [online]. Praha: MILPO, 2002 [cit. 2013-09-06]. Dostupné z: http://kbe.prf.jcu.cz/files/prednasky/technologie_zp/odvadeni_a_cistení_odpadnich_v_od_komplet.pdf
- [5] *Stokování a čištění odpadních vod: Modul 2* [online]. Brno, s. 12 [cit. 2012-01-21].
- [6] BERÁNEK, Josef a Petr PRAX. *Navrhování tlakové kanalizace*. 1. vyd. Brno: Noel, 2000. ISBN 80-860-2008-8
- [7] RACLAVSKÝ, Jaroslav. VENKOVNÍ PODTLAKOVÉ SYSTÉMY STOKOVÝCH SÍTÍ - 1. ČÁST. *SOVAK: Časopis oboru vodovodů a kanalizací*. 2009, roč. 2009, č. 11. DOI: ISSN 1210-3039.
- [8] *Stokování a čištění odpadních vod: Modul 1* [online]. Brno, s. 12 [cit. 2013-10-14].
- [9] *Příručka provozovatele stokové sítě*. Líbeznice u Prahy: Medium, spol.s.r.o., 2003. ISBN 80-238-9947-3.
- [10] Předpis č. 274/2001 Sb. *Zákon o vodovodech a kanalizacích*. Praha, 2001. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>
- [11] Koncepce v oblasti ochrany a tvorby životního prostředí. In: *Středočeský kraj* [online]. 2008 [cit. 2013-10-14]. Dostupné z: <http://www.kr-stredocesky.cz/portal/odbory/zivotni-prostredi-a-zemedelstvi/koncepce-v-oblasti-zp/>
- [12] EAGRI VODA. In: *Plány rozvoje vodovodů a kanalizací území krajů České republiky (PRVKÚK)* [online]. 2006 [cit. 2013-10-14]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/plany-rozvoje-vodovodu-a-kanalizaci/prvkuk/zakladni-info-prvkuk.html>
- [13] Zlínský kraj. In: *Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Zlínského kraje* [online]. 2002, 2013 [cit. 2013-10-14]. Dostupné z: <http://www.kr-zlinsky.cz/plan-rozvoje-vodovodu-a-kanalizaci-zlinskeho-kraje-cl-617.html>
- [14] Provozní řád kanalizace. In: *AviaEnergo* [online]. 2011 [cit. 2013-10-26]. Dostupné z: http://www.avias.com/data_images/files/vodohospodarstvi/provozni_rad_kanalizace.pdf

- [15] Provozní řád stokové sítě. In: *Eurochem* [online]. 2010 [cit. 2013-10-26]. Dostupné z: http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.eurochem.cz%2Feko%2FEKO_CD30_546982%2Fdokumenty%2Fdokumenty%2Fhavarijni-a-provozni-rady%2FProvozn%25C3%25AD%2520%25C5%2599%25C3%25A1d%2520kanalizace.doc&ei=51J2UsuMNOLX7Abjt4DQBg&usg=AFQjCNEFqJb8N1bSqWbp_qxjdP6S8EaDkg&bvm=bv.55819444,d.ZGU&cad=rja
- [16] Čerpací jímky. In: *Bencopo s.r.o.* [online]. 2007 [cit. 2013-10-27]. Dostupné z: http://www.bencopo.cz/download/TDP_CJB.pdf
- [17] Pokyny pro uživatele čerpací stanice tlakové kanalizace. In: *Štěpánov* [online]. 2011 [cit. 2013-10-27]. Dostupné z: <http://www.stepanov.cz/file.php?nid=1512&oid=2646140>
- [18] Vliv kanalizační sítě na kvantitu a kvalitu dopravené odpadní vody na ČOV. In: *TZBinfo* [online]. 2011 [cit. 2013-10-27]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/kanalizace-splaskova/7813-vliv-kanalizacni-site-na-quantitu-a-kvalitu-dopravene-odpadni-vody-na-cov>
- [19] RACLAVSKÝ, PH.D., Ing. Jaroslav. *VENKOVNÍ PODTLAKOVÉ SYSTÉMY STOKOVÝCH SÍTÍ*. Brno, 2009.
- [20] Roevac - Venkovní podtlakové systémy. In: *Vacuum Global s.r.o.* [online]. 2012 [cit. 2013-10-28]. Dostupné z: http://www.vacuumglobal.cz/roevac_venkovni_popis.html
- [21] AIRVAC Podtlakové systémy. In: *Vacuum Global s.r.o.* [online]. 2012 [cit. 2013-10-28]. Dostupné z: http://www.vacuumglobal.cz/airvac_podtlakovy_sachta.html
- [22] PROVOZNÍ ŘÁD PRO ZKUŠEBNÍ PROVOZ ČOV ŠLAPANOV. In: *Slapanov* [online]. 2005 [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CD4QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.slapanov.cz%2FVismoOnline_ActionScripts%2FFile.ashx%3Fid_org%3D16282%26id_dokumenty%3D76527&ei=3VN2UrjLOY_H7AaLhYGIBA&usg=AFQjCNGyxiSRtmTFDk9YaoMFTxX089bQOw&bvm=bv.55819444,d.ZGU&cad=rja
- [23] Financování obnovy vodovodů a kanalizací od 1. ledna 2009. In: *Deník veřejné správy* [online]. 2009 [cit. 2013-11-02]. Dostupné z: <http://www.dvs.cz/clanek.asp?id=6366027>
- [24] Odstavec předpisu 428/2001. In: *EAGRI Voda* [online]. 2009 [cit. 2013-11-02]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/statni-sprava-ve-vh/majetkova-a-provozni-evidence-vodovodu-a/100053270.html>
- [25] Postupy pro eliminaci zápachu v místě vyústění kanalizace. In: *Vodovod.info* [online]. 2012 [cit. 2013-11-02]. Dostupné z:

- <http://www.vodovod.info/index.php/clanky/kanalizace-a-cov/186-postup-pro-eliminaci-zapachu-v-miste-vyusteni-kanalizace#.UnVmOFOX3f4>
- [26] PROBLEMATIKA NAVRHOVÁNÍ VENKOVNÍCH PODTLAKOVÝCH SYSTÉMŮ STOKOVÝCH SÍTÍ. In: *Vutium VUT Brno* [online]. 2011 [cit. 2013-11-02]. Dostupné z: <http://www.vutium.vutbr.cz/tituly/pdf/ukazka/978-80-214-4270-2.pdf>
- [27] *Provoz tlakové kanalizace*. 2013.
- [28] *Provoz podtlakové kanalizace*. 2013.
- [29] *Provoz gravitační kanalizace*. 2011
- [30] Ammonia NH₃ Gas Detection & Gas Detectors. In: *Sierra Monitor Corporation* [online]. 1991 [cit. 2013-12-15]. Dostupné z: <http://www.sierramonitor.com/gas/about/Gas-Detection/Ammonia-NH3-gas-detection.php>
- [31] Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: *Předpis č. 272/2011 Sb.* 2011. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272>
- [32] *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod*. Líbeznice u Prahy: Medim, spol. s r.o., 2004. ISBN 80-239-2528-8.
- [33] Měření pachů. In: *ODOUR s.r.o.: SPECIALISTA NA PACHOVÉ LÁTKY* [online]. 2012 [cit. 2013-12-12]. Dostupné z: http://www.odour.cz/mereni_pachu.php
- [34] TNV 75 6905. *METODIKA HODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU KANALIZAČNÍ SÍTĚ*. Praha: HYDROPROJEKT CZ a.s., 2012.
- [35] KREJČÍ, Vladimír, a kolektiv. *ODVODNĚNÍ URBANIZOVANÝCH ÚZEMÍ*. Brno: NOEL 2000 s.r.o., 2002. ISBN 80-86020-39-8.

SEZNAM TABULEK

Tab. 3.1 Výhody alternativních způsobů odkanalizování	30
Tab. 3.2 Nevýhody alternativních způsobů odkanalizování	31
Tab. 4.1 Přehled nejčastějších závad v elektroinstalaci a doporučení k jejich odstranění [27]	38
Tab. 4.2 Přehled nejčastějších závad a problému na DČJ a doporučení k jejich odstranění: [27]	38
Tab. 4.3 Přehled nejčastějších problémů a nedostatků na podtlakové stokové síti a sběrné šachtě a doporučení k jejich odstranění: [28]	45
Tab. 4.4 Přehled problémů a nedostatků na ČOV, navazující na podtlakovou stokovou síť, a doporučení k jejich odstranění: [28]	53
Tab. 4.5 Průměrné hodnoty koncentrací na ČOV v obci B [27]	58
Tab. 4.6 Průměrné hodnoty koncentrací na ČOV v obci C	60
Tab. 4.7 Průměrné hodnoty průtoků na ČOV v obci C	60
Tab. 4.8 Průměrné hodnoty koncentrací na ČOV v obci G [28]	75
Tab. 4.9 Průměrné hodnoty průtoků na ČOV v obci G [28]	75
Tab. 5.1 Kategorie zatřídění stavu potrubí a objektů na stokové síti	78
Tab. 5.2 Časový horizont pro odstranění poruchy dle třídy poruchy	81
Tab. 5.3 TU pro hodnocení technického i provozního stavu stokové sítě.....	81
Tab. 5.4 TU pro hodnocení technického i provozního stavu šachet na stokové síti	82
Tab. 5.5 TU pro hodnocení technického i provozního stavu na podtlakové stanici.....	82
Tab. 5.6 Popis jednotlivých technických ukazatelů, jejich stanovení a jednotky	83
Tab. 5.7 Kategorie zatřídění stavu poddajného potrubí na stokové síti	86
Tab. 5.8 Kategorie zatřídění stavu šachet na stokové síti.....	88
Tab. 5.9 Kategorie zatřídění stavu podtlakové stanice na podtlakové stokové síti.....	91
Tab. 6.1 Implementace TU na potrubí stokové sítě.....	92
Tab. 6.2 Implementace TU na šachtách stokové sítě	93

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Odlehčovací komory [8].....	12
Obr. 2 Schéma tlakové kanalizace [6]	16
Obr. 3 Provozní hladiny v DČJ [6].....	18
Obr. 4 Schéma podtlakového systému [20].....	23
Obr. 5 Sběrná šachta s odděleným prostorem – s membránovým ventilem [7].....	24
Obr. 6 Sběrná šachta s ventilem ve sběrné jímce – s pístovým sacím ventilem a zavzdušňovacím potrubím [7]	24
Obr. 7 Membránový sací ventil Roevac	25
Obr. 8 Membránový sací ventil Roevac s uzavřenou membránou.....	25
Obr. 9 Pístový sací ventil (dvoucoulový)- Airvac	26
Obr. 10 Pístový sací ventil (třícoulový) - Flovac	26
Obr. 11 Schéma podélného „vlnového“ profilu na rovinatém území [7].....	27
Obr. 12 Schéma podélného „zubového/pilového“ profilu na rovinatém území [7]	27
Obr. 13 Schéma podélného „kapsového“ profilu na rovinatém území [7].....	28
Obr. 14 Čerpadlo se senzory umístěné v septiku.....	40
Obr. 15 Ovládací skříňka Obr. 16 Plastová šachta zabezpečená šrouby	41
Obr. 17 Třetí stupeň čištění – pískový filtr Obr. 18 Poklop sběrné šachty [19].....	45
Obr. 19 Schéma ČOV tlakové kanalizace [27].....	51
Obr. 20 Působení koroze na betonovou nádrž na ČOV.....	52
Obr. 21 Deformace stokové sítě	54
Obr. 22 Zborcení betonové trouby	54
Obr. 23 Sedimenty v potrubí	55
Obr. 24 Netěsnost potrubí.....	55
Obr. 25 Koroze stěn.....	55
Obr. 26 Prorůstání kořenů	55
Obr. 27 Chybné napojení přípojky	55
Obr. 28 Zanešené potrubí	55
Obr. 29 Betonová šachta Obr. 30 Plastová šachta	56

Obr. 31 Motoskříňka betonové šachty	Obr. 32 Mechanické předčištění.....	57
Obr. 33 SBR reaktor	Obr. 34 SBR reaktory	57
Obr. 35 Jemné česle.....		60
Obr. 36 Lapák písku		60
Obr. 37 Česle HUBR.....		63
Obr. 38 Česle HUBR.....		63
Obr. 39 Vodokružní vývěvy.....		63
Obr. 40 Přítok z podtlakové kanalizace (vlevo) a gravitační kanalizace (vpravo) do AN..		63
Obr. 41 Schéma ČOV podtlakové kanalizace v obci E.....		64
Obr. 42 Odčerpávání pěny	Obr. 43 Odčerpávání kalu.....	64
Obr. 44 Kalojem	Obr. 45 Mamutky.....	65
Obr. 46 Nádrže pro dávkování flokulantu	Obr. 47 Kalolis.....	66
Obr. 48 Ventil v betonové šachtě		66
Obr. 49 Betonová šachta s poklopem.....		66
Obr. 50 Napojení hadice na T-kus.....		67
Obr. 51 Hříbek – zavzdušňovací hadice.....		67
Obr. 52 Korozi napadená stěna.....		68
Obr. 53 Vývěvy 2x 7,5 kW.....		68
Obr. 54 Elektroskříňka		68
Obr. 55 Dvoucoulový ventil		68
Obr. 56 Presostaty		69
Obr. 57 Ultrazvukem měřený podtlak		69
Obr. 58 Schéma ČOV podtlakové kanalizace v obci F		69
Obr. 59 Vývěvy v podtlakové stanici		70
Obr. 60 Elektro-skříňka s ovládáním.....		70
Obr. 61 Biofiltr		70
Obr. 62 Podtlaková nádoba		70
Obr. 63 Sekční ventily	Obr. 64 Tepelná izolace na šachtě	71
Obr. 65 Gumová membrána		72

Obr. 66 Ventil s uzavřenou membránou.....	72
Obr. 67 Ukázka ventilu.....	72
Obr. 68 Renovovaná řídicí jednotka, s registračním štítkem	72
Obr. 69 Plastová sběrná šachta Obr. 70 Poklop sběrné šachty	73
Obr. 71 Opravený ventil	73
Obr. 72 Opravený ventil	73
Obr. 73 Lapák písku	74
Obr. 74 Lapák písku	74
Obr. 75 Jemné česle Obr. 76 Aktivační nádrž	74
Obr. 77 Dvoucoulový ventil – Airvac	76
Obr. 78 Třícoulový ventil – Flovac	76
Obr. 79 Betonová šachta.....	77
Obr. 80 Poklop betonové šachty.....	77
Obr. 81 Plastová šachta	77
Obr. 82 Poklop plastové šachty	77
Obr. 83 Trhliny a deformace potrubí Obr. 84 Nánosy sedimentů	94

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ČOV ...	čistírna odpadních vod
OV ...	odpadní vody
DČJ...	domovní čerpací jímka
SMP...	system mechanického předčištění
MS...	mělnicí systém
ŽB...	železobeton
ČJ...	čerpací jímka
PRVKÚK...	Plány rozvoje vodovodů a kanalizací územních celků
OK...	odlehčovací komory
HPV...	hladina podzemní vody
ČR ...	Česká republika
BSK ₅ ...	biochemická spotřeba kyslíku
CHSK ...	chemická spotřeba kyslíku
NL ...	nerozpuštěné látky
N ...	dusík
P ...	fosfor
N _{celk} ...	všechny formy dusíku
P _{celk} ...	všechny formy fosforu
„p“ ...	průměr emisní standardy pro jednotlivé zavedené ukazatele znečištění
“m” ...	maximum emisní standardy pro jednotlivé zavedené ukazatele znečištění
EO ...	ekvivalentní obyvatelé
N-NH ₄ ⁺ ...	amoniakální dusík
DN ...	dosazovací nádrž
AN ...	aktivační nádrž
K1-K5...	Kategorie zatřídění stavu potrubí a objektů na stokové síti
DWA-A 116..	Deutsche vereinigung für wasserwirtschaft, abwasser und abfall Německá asociace pro vodu, odpadní vody a odpad

SUMMARY

This dissertation has been made within solving project of specific research at the Engineering Faculty and has been called “Monitoring of Chosen Parameters of Sewage Waters for CFD Modelling.” The objective of this faze was to design technical indicators of rating and alternate ways of sewerage systems. For acquiring the needed informations about this systems and technological ordering of objects at wastewater treatment plant we have visited villages which run vacuum and pressure sewerage. By the methods of ratings of technical condition of sewerage net worked up at Institution of Water Economy of Villages and the informations acquired by operators of the sewerages, here have been designed technical indicators for vacuum and pressure sewerage and objects above it. These indicators have later been separated into categories of malfunctions: K1 – K5 by the grade of their seriousness. (K1 – Very good. K2 – Good. K3 – Complying. K4 – Noncomplying. K5 – Critical.)

The determination is not very accurate. A proposal of alternate sewer net is never adequately accurate. The operational requirements, which assure the right functionality of specific sewerage, can be best estimated only by running and measuring. Worked out technical indicators can be adjusted by operational experiences on the specific sewerage. Only the running or measuring itself, for example vacuum in vacuum sewerage net by the distance of shaft from vacuum station and the interval between siphons, can assure the requirement amount of informations for the determination of appropriate requirements for ensuring of the right functionality of the system.

In the last part of this project has been the design of technical indicators, including grades of malfunction, tested in the visited villages of particular types of sewerages and because of this implement of technical indicators, the potential defects of the plan have been removed and repaired. Simultaneously have been designed options to remove the defects on the specific sewerages of the mentioned village. Yet, still is proper to prepare the method for the operator by own used system of sewerage and by the chosen system of running of alternate sewerage.