



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

VYHODNOCENÍ PROVOZU TLAKOVÉ STOKOVÉ SÍTĚ OBCÍ HEROLTICE - VOHANČICE - BŘEZINA

EVALUATION OF THE OPERATION OF THE LOW PRESSURE SEWER NETWORK OF
MUNICIPALITIES HEROLTICE - VOHANČICE - BŘEZINA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Studený

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Ručka Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Martin Studený
Název	Vyhodnocení provozu tlakové stokové sítě obcí Heroltice - Vohančice - Březina
Vedoucí práce	Ing. Jan Ručka, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] BERÁNEK, Josef, PRAX, Petr. Tlaková kanalizace. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000 s.r.o., 1998. 110 s. ISBN 80-86020-08-8.
- [2] ČSN EN 1671. Venkovní tlakové systémy stokových sítí. Praha: Český normalizační institut, 1998
- [3] ČSN EN 752. Odvodňovací systémy vně budov. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [4] RUČKA, J.; KOVÁŘ, J.; ANDRŠ, O.; SUCHÁČEK, T. Aspects of pressure sewerage system design. MM Science Journal, 2015, roč. 2015, č. 4, s. 785-789. ISSN: 1803- 1269.
- [5] HLUŠTÍK, P.; RACLAVSKÝ, J.; MALANÍK, S. Provozování tlakové kanalizace. Brno: VUTIUM, 2016. 150 s. ISBN: 978-80-214-5453-8

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Předmětem diplomové práce bude vyhodnocení provozu tlakové kanalizace obcí Heroltice - Vohančice - Březina. Po provedení úvodní rešerše dostupné literatury provede student popis nejčastějších závad, které se zde vyskytují, analýzu průběhu odtoku odpadní vody ze stokové sítě během dne a analýzu hydraulických podmínek ve stokové síti. Součástí práce bude také vytvoření přehledné situace celé stokové sítě, kde budou vyznačeny informace podstatné pro její provozování.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Jan Ručka, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT A KLÍČOVÁ SLOVA

Abstrakt

Předmětem diplomové práce je vyhodnocení provozování stávající tlakové stokové sítě ve vybrané lokalitě. Cílem je popsat problematiku s provozováním tlakové kanalizace a vyhodnotit provoz této sítě na základě návrhových parametrů.

Klíčová slova

Čerpací stanice, čerpací jímka, tlaková kanalizace, odpadní voda, porucha

Abstract

The subject of the thesis is the evaluation of the operation of the existing pressure sewer network in a selected location. The aim is to describe the problems with the operation of pressure sewerage and to evaluate the operation of this network based on design parameters.

Keywords

Pumping station, pumping sump, low pressure sewerage, waterwaste, failure

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Martin Studený *Vyhodnocení provozu tlakové stokové sítě obcí Heroltice - Vohančice - Březina*. Brno, 2020. 61 s., 140 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Jan Ručka, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Vyhodnocení provozu tlakové stokové sítě obcí Heroltice - Vohančice - Březina* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2020

Bc. Martin Studený

autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Vyhodnocení provozu tlakové stokové sítě obcí Heroltice - Vohančice - Březina* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2020

Bc. Martin Studený

autor práce

OBSAH

1	ÚVOD.....	8
1.1	STRUČNÝ POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU	8
1.2	PROČ JE DOBRÉ ZNÁT HYRAULIKU TSS PRO PROVOZOVÁNÍ	8
1.3	CÍL PRÁCE.....	9
2	REŠERŠE DOSTUPNÉ LITERATURY	10
2.1	HODNOCENÍ PŘEDCHOZÍCH STUDIÍ TSS VE SVĚTĚ	10
2.1.1	<i>Analýza spolehlivosti založená na provozních datech.....</i>	<i>10</i>
2.1.2	<i>Aspekty navrhování tlakové kanalizace</i>	<i>12</i>
2.2	PRVKY TSS A VÝTLAKU.....	13
2.2.1	<i>Čerpací stanice</i>	<i>14</i>
2.2.2	<i>Potrubí v TSS a na výtlaku</i>	<i>21</i>
2.2.3	<i>Konstrukční prvky na tlakové kanalizaci</i>	<i>22</i>
3	PŘÍPADOVÁ STUDIE.....	27
3.1	TOPOLOGIE SÍTĚ	27
3.1.1	<i>Vohančice.....</i>	<i>27</i>
3.1.2	<i>Heroltice.....</i>	<i>29</i>
3.1.3	<i>Heroltice - Šárka.....</i>	<i>31</i>
3.1.4	<i>Březina</i>	<i>32</i>
3.2	POČET OBYVATEL.....	34
3.3	PRŮTOKY	35
3.4	STÁŘÍ VODY.....	39
4	VYHODNOCENÍ PROVOZU TSS VYBRANÝCH OBCÍ.....	40
4.1	ZPŮSOB PROVOZOVÁNÍ A ÚDRŽBA.....	40
4.1.1	<i>Personální nároky</i>	<i>40</i>
4.1.2	<i>Údržba.....</i>	<i>41</i>
4.2	PORUCHY NA TLAKOVÉ STOKOVÉ KANALIZACI	41
4.2.1	<i>Závady na elektroinstalaci</i>	<i>41</i>
4.2.2	<i>Závady na čerpadlech</i>	<i>42</i>
4.2.3	<i>Závady na armaturách.....</i>	<i>43</i>
4.2.4	<i>Závady na potrubí</i>	<i>43</i>
4.3	HYDRAULICKÁ ANALÝZA	44
4.3.1	<i>Základní charakteristika.....</i>	<i>45</i>
4.3.2	<i>Stavba modelu</i>	<i>45</i>

4.3.3	Stávající stav (s ČS Heroltice – Šárka v provozu)	47
4.3.4	Vyhodnocení tlakových poměrů	49
5	ZÁVĚR	53
6	POUŽITÁ LITERATURA	55
6.1	ZDROJE Z INTERNETU	55
6.2	KNÍŽNÍ PUBLIKACE	56
6.3	NORMY, PŘEDPISY	56
6.4	ÚSTNÍ SDĚLENÍ	56
	SEZNAM TABULEK	57
	SEZNAM OBRÁZKŮ	58
	SEZNAM PŘÍLOH	59
	SUMMARY	60

1 ÚVOD

1.1 STRUČNÝ POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

V lokalitách se členitým terénem není pravděpodobné odvádět odpadní vody jen pomocí konvenčního způsobu odkanalizování. Gravitační stoka by se musela zahlubovat do obrovských hloubek, což by znamenalo velké množství zemních prací, které jsou velmi ekonomicky náročné. Ani tak není možné zaručit odkanalizování všech nemovitostí gravitačním způsobem odvodnění. Proto se v těchto lokalitách používá kombinace konvenčních a nekonvenčních způsobů odvádění odpadních vod.

V roce 2010 se ve vybraných obcích Březina, Heroltice a Vohančice konala rekonstrukce kanalizace, kde se místo původní jednotné kanalizace vybudovala oddílná. Z původní kanalizace se stala dešťová a nově se vybudovala kanalizace pro splaškové odpadní vody (dále OV). Odpadní vody podle projektu se měly odvádět na ČOV Březina, která zpracovává OV i z přilehlých obcí (Tišnov, Předklášteří, Štěpánovice, Železné, Hradčany). Vzhledem k již zmíněné členitosti terénu nebylo možné podle projektu navrhnout pouze gravitační stokovou síť. Proto se zde kombinuje gravitační a tlaková kanalizace.

V roce 2013, kdy se stavba dokončila, obce převzaly hotovou stavbu a zhruba 4 roky ji provozovaly. Po uplynutí této lhůty obce předaly smluvně správu provozování firmě VAS a.s., která provozuje kanalizaci do současnosti.

Momentálně provozují 11,9 km stokové sítě (z toho 7 km tlakové stokové sítě) a 19 čerpacích stanic ve vybraných obcích Březina, Heroltice a Vohančice.

1.2 PROČ JE DOBRÉ ZNÁT HYRAULIKU TSS PRO PROVOZOVÁNÍ

Pro správné provozování tlakových stokových sítí je potřeba mít správně navržené a fungující prvky, které ovlivňují chod celého systému. Nejdůležitější prvky jsou čerpadla v čerpacích stanicích a profily potrubí. U poddimenzovaných odstředivých čerpadel vede k nedodržení minimálních unášecích rychlostí a následné zanášení potrubí, v extrémních případech nemusí čerpadlo překonat tlak v potrubí a čerpat vodu do sítě. Naopak u předimenzovaných trubních profilů vede k zvýšení doby zdržení vody v síti a může způsobit zhoršení čistitelnosti na čistírně odpadních vod. Tento návrh se následně zkontroluje pomocí hydraulické analýzy. Při správném nadimenzování tlakové stokové sítě se při následném provozování vyhne budoucím problémům v důsledku se špatně navrženou sítí.

1.3 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je vypracování vyhodnocení provozu tlakové stokové sítě obcí Březina – Heroltice – Vohančice. Práce zaměřená na problematiku provozování tlakové kanalizace, poruchy na tlakové stokové síti a údržbu a analýzu hydraulických podmínek ve stokové síti. Součástí práce je také vytvořená přehledná situace celé stokové sítě, kde jsou vyznačeny informace podstatné pro její provozování.

2 REŠERŠE DOSTUPNÉ LITERATURY

2.1 HODNOCENÍ PŘEDCHOZÍCH STUDIÍ TSS VE SVĚTĚ

Tlakové kanalizace se v porovnání s klasickou gravitační kanalizací používají mnohem kratší dobu a s jejich navrhováním a provozem je proto méně zkušeností. [Ručka]

Ve světové literatuře se řeší především zásobování pitnou vodou a s ní spojené spolehlivosti vodovodních sítí a jejich součástí. Stejný přístup k tomuto tématu by měl zahrnovat i pro odstraňování odpadních vod.

Jak popisuje v článku Katarzyna Miszta-Kruk [1], v okamžiku, kdy se začala světová literatura zabývat analýzami ohledně spolehlivosti vodovodních sítí a dodávek vody, se začala zabývat i systémy pro odstraňování odpadních vod. Bohužel tato hodnocení byla hodnocena za druhotnou důležitost. Přitom by se jí měla dávat stejně důležitá váha. Jen malý počet výzkumníků se rozhodlo čelit výzvám spojených s kanalizačními systémy, především o jejich spolehlivosti.

První tlaková kanalizace, kde byly její výsledky zhodnoceny a publikovány, se datují do roku 1965. V USA byl navržen systém odvodnění 42 domů v Radcliffu (Kentucky, projekt 60letá). Mortimer Clift zde navrhl a nechal patentovat systém vybavený pneumatickými ejektory s mělniči, tlakovými spojkami profilu DN 75 a hlavním tlakovým řadem DN 100. Systém nebyl využit kvůli problémům s technickým zařízením. Ty však časem přestaly být nepřekonatelnou překážkou, proto se projekt stal vzorovým konceptem tlakové kanalizace do dalších let. Vývoj tlakových kanalizací v USA zastřešila US EPA (United States Environmental Protection Agency) a federálně dotovaný program Clean Water Act (1977), který podporoval mnoho nadějných alternativních kanalizačních projektů. Díky společným aktivitám vládních organizací a American Society of Civil Engineering (ASCE) byl proveden experimentální výzkum na řadě realizovaných tlakových kanalizací, ze kterého je možno čerpat údaje o spolehlivosti a provozních nákladech různých tlakových systémů. Souhrnné zprávy z výzkumu spadají do 80. let. Celá řada tlakových kanalizací byla realizována také na území Kanady, Maďarska (systém PRESSKAN), Slovenska. [5, 2]

2.1.1 Analýza spolehlivosti založená na provozních datech

Katarzyna Miszta-Kruk se zabývala spolehlivostí konvenčních a nekonvenčních způsobů odvádění odpadní vody v Polsku. Pro svůj výzkum si vybírala takové systémy, kde

byla dostupná data (v mnoha případech se záznamy o poruchách nekontrolovaly nebo nezaznamenávaly) pro analýzu a dostatečně dlouhá doba provozování kanalizace. V důsledku těchto kritérií byly vybrány tři tlakové kanalizační systémy v provozu od roku 2004, tři vakuové kanalizační systémy charakterizované velmi podobnými podmínkami a jeden gravitační kanalizační systém.

Ve výzkumu neposuzovala spolehlivost celkové stokové sítě, pouze náchylnost jednotlivých prvků k poruše. Takto identifikovala, které prvky jsou nejvíce náchylné k závadě. V tlakových kanalizacích to byly nejčastěji malé čerpací stanice odpadních vod (s jímkou, čerpadlem a řídicí jednotkou). Poškození čerpadel na malých čerpacích stanicích byly zodpovědné za více než 90% všech závad v tlakových kanalizacích. Z těchto poruch nejčastěji selhala řídicí jednotka (67% selhání). Tato kategorie poruch zahrnovala závady automatizovaných dílčích sestav v ovládací skříni a rovněž poškození samotných krabic. V tlakovém kanalizačním systému představovaly poruchy způsobené výpadkem elektrické energie významnou kategorii událostí poruch. V řadě zkoumaných případů to vedlo k ukončení provozu odpadních vod (od 5 do 13 % všech závad).

Nejčastější poškození tlakového kanalizačního systému bylo způsobeno přeplněním malých čerpacích stanic odpadní vodou, přerušeným provozem čerpadla nebo neúspěšným uzavřením zpětné klapky. Závady prvků nejvíce náchylných k poruše byly primárně způsobeny nesprávným používáním systému na odstraňování odpadních vod jeho uživateli. Bylo tím způsobeno zhruba 70 % poruch. Pouze 10 % případů poškození čerpadla bylo způsobeno opotřebením konstrukčních prvků čerpadla.

Další věc, která byla zkoumána je, jak dlouhá doba uplyne mezi nahlášením poruchy a jejím odstraněním. Bylo nutné udělat zjednodušující předpoklad, kvůli monitorování stavu alarmu. Z analýzy shromáždění údajů vyplývá, že doba opravy v tlakovém kanalizačním systému ve většině případů nepřekročila dvě hodiny. Odstranění poruch trvalo až 2 hodiny u 77 % zaznamenaných událostí poruch ovlivňující tlakové kanalizační systémy. Nejkratší doba mezi hlášením závady a opravou byla 40 minut.

Pro každý z těchto systémů byly stanoveny časy opravy a předpokládalo se, že proces fungování a provozu prvků kanalizačního systému lze považovat za bistabilní proces. To znamená, že při používání a provozu prvku existují dva stavy, a to: stav bezporuchového provozu a stav běžně označovaný jako "porucha". Stav poruchy v kontextu tohoto výzkumu se chápe jednoduše jako událost, která vede k poruše prvku při plnění jeho funkcí podle jeho

zamýšleného účelu. Trvání takové události se započítává od okamžiku, kdy je zaznamenáno do okamžiku, kdy je příslušná oprava dokončena a prvek je uveden zpět do provozu. [1]

2.1.2 Aspekty navrhování tlakové kanalizace

Článek pojednává obecně o prvcích, které ovlivňují navrhování tlakové kanalizace, a správným řešením se dosáhne optimalizovaného provozování a bezvadného fungování tlakové stokové sítě. Tohoto záměru bylo dosaženo vývojem a praktickou implementací tří nových technických nástrojů, které umožní optimální navrhování nových, případně dodatečnou optimalizaci funkce stávajících tlakových stokových sítí. Těmito nástroji jsou softwarová aplikace pro analýzu hydraulického zatížení a stáří vody v jednotlivých trubních úsecích stokové sítě, inteligentní řídicí jednotka pro ovládání funkce jednotlivých čerpadel a automatický ventil. Potřebnost těchto nových nástrojů je podložena několikaletým monitoringem a měřením na několika existujících tlakových stokových sítích různé velikosti. V rámci tohoto pozorování byly vždy vyhodnoceny základní provozní a výkonnostní ukazatele a byly popsány typické závady těchto systémů. Většina závad tlakových stokových sítí se objevuje ihned nebo zhruba do dvou let od jejich spuštění do zkušebního provozu. Jednotlivé typy závad podrobněji popisuje následující text. Při současném stavu techniky není možné některé z těchto závad tlakových stokových sítí trvale odstranit. Pomoci mají výše zmíněné tři nové nástroje, které vytvoří komplexní sadu opatření a umožní optimalizovat funkci tlakových stokových sítí. Tyto nástroje jsou v rámci vývoje testovány na skutečných tlakových stokových sítích, které jsou do projektu zapojeny formou případových studií.

V rámci provedených pozorování a měření na několika existujících TSS bylo prokázáno, že návrh tlakové stokové sítě s odstředivými čerpadly vyžaduje velmi precizní přístup a zkušenost. Odstředivá čerpadla pracují s mnohem nižším rozsahem tlaků a vyžadují přesnější hydraulický návrh, nežli čerpadla hydrostatická. U sítí, kde jsou do společného potrubí připojeny řádově desítky či stovky hydrodynamických čerpadel, je téměř nemyslitelné provést optimální návrh dimenzí potrubí a výkonů čerpadel bez použití metod matematického modelování a simulací hydraulických poměrů v celé síti. Značnou nejistotu do hydraulických výpočtů těchto sítí vnáší již úvodní krok, kdy se pro každý výpočtový úsek potrubí stanovuje návrhový průtok. Pro tento proces se používá několik různých postupů, jejichž výsledky se ale vzájemně výrazně liší. Navíc porovnáním se skutečně měřenými průtoky na existujících tlakových stokových sítích bylo ověřeno, že již v této fázi dochází k vnosu výrazné rezervy, která vede následně k předimenzování potrubí se všemi následnými negativními dopady.

Také nesprávný návrh či absence určitých armatur na síti může způsobovat vážné provozní problémy. Tlakové stokové sítě jsou relativně složité a technologicky náročné systémy, jejichž použití by mělo být omezeno na opravdu nezbytně nutné případy, kdy odpadní vody nelze odvádět gravitačně. Chyby provedené při návrhu sítě se propagují do pozdějších provozních potíží a jejich odstranění bývá obvykle finančně náročné. [5]

2.2 PRVKY TSS A VÝTLAKU

Dle normy ČSN 75 6101 se zvláštní způsoby odkanalizování používají tam, kde není možný gravitační způsob odkanalizování (obvykle pro splaškové stoky oddílné stokové soustavy); zpravidla při:

- Nedostatku sklonu v rovinném území
- Rozptýlené zástavbě
- Občasném (obvykle sezónním) přítoku odpadních vod, např. z periodicky využívaných rekreačních zařízení jako např. autokempy apod.
- Vysoké hladině podzemní vody
- Nepříznivých geologických podmínkách v podloží
- Nutnost provádění úzkých výkopů, malých hloubek uložení a malých profilů potrubí
- Neumožnění umístění vstupních a revizních šachet

Ze zvláštních způsobů odkanalizování se nejčastěji používá podtlaková (vakuová) nebo tlaková kanalizace, které vyžadují příkon elektrické energie. [4]

Tato práce se zaměřuje pouze na tlakovou kanalizaci.

V systému tlakové kanalizace můžeme posoudit tyto prvky:

- Čerpací stanice
 - Jímka
 - Čerpadlo
 - Armatury
 - Potrubí
- Potrubí TSS a výtlaku
- Armatury na systému

Na tlakovém kanalizačním systému může dojít prakticky všude k nějaké poruše. Výzkum Miszta-Kruk [1] zjistil, že nejzávadovějším prvkem na tlakovém kanalizačním

systému je čerpací stanice, konkrétně domovní čerpací jímka. Ať už to bylo čerpadlo samotné, nebo i prvky s ní spojené (řídící skříň, výpadek proudu aj.).

Nejčastější následky způsobených závad byly přeplněné malé čerpací stanice odpadní vodou, přerušený provoz čerpadla nebo neúspěšně uzavřený ventil.

Příčiny závad prvků nejvíce náchylných k selhání v každém systému byly primárně způsobeny nesprávným používáním systému na odstraňování odpadních vod jeho uživateli. To bylo způsobeno asi 70% poruch v systému tlakových kanalizací. [1]

Závady na tlakové síti můžeme roztrdit na tyto kategorie:

- Mechanické poruchy
- Elektrické poruchy
- Ucpání a imperfekce
- Výkyvy jakosti vody

2.2.1 Čerpací stanice

Čerpací stanice mohou být průběžně na trase stok (sběračů) nebo koncové při přečerpání odpadních vod do recipientu nebo do čistírny odpadních vod. [3]

Hlavním úkolem čerpací stanice je přečerpat splaškové odpadní vody přes potrubí malého profilu do hlavní gravitační stoky nebo jímky.

Čerpací stanice se v tomto projektu rozlišují na:

- Čerpací stanice bez mělníciho systému
- Čerpací stanice s mělníciím systémem
- Čerpací stanice se separací pevných částic

Tyto možnosti se v mnohých aspektech liší. Jednak ve výběru osazení do mokré nebo suché jímky, pořizovací ceně, místech možných použití atd.

2.2.1.1 Typy čerpadel

V posledních letech se značně rozšířila nabídka čerpadel a kompletních domovních čerpacích stanic určených přímo pro tlakové kanalizace (obr. 2). Typy čerpadel se rozlišují podle typu oběžného kola, přítomnosti či absenci řezacího mechanismu a dalších parametrů. U systému tlakových kanalizací se nejčastěji vyskytují dva základní typy: (1) Hydrostatické vřetenové čerpadlo a (2) Hydrodynamické odstředivé kalové čerpadlo. Odstředivá čerpadla jsou v posledních letech používána stále častěji, což přináší některé nové aspekty při návrhu TSS. Zásadní rozdíl je v čerpacích Q-H charakteristikách obou typů čerpadel. Hydrostatická

vřetenová čerpadla, která se dříve u tlakových kanalizací používala téměř výhradně, mají velmi strmou závislost průtoku a dopravní výšky, což je výhodné při hydraulickém návrhu systému.

[5]

Čerpadla pro tlakovou kanalizaci musí být schopna pracovat alespoň určitý čas do uzavřeného výtlaku. K tomu dochází např. při uzavření uzávěru na přípojce, nebo při nahodilém sepnutí „nadmávrhového“ počtu čerpadel, např. po delším odstavení systému (např. po údobí nulových odtoků v případě výpadku el. proudu). Tento stav vyvodí pro některá čerpadla na síti hydraulické poměry blížící se uzavření výtlaku.

Některá čerpadla jsou schopna běžet „nasucho“ v dlouhém časovém intervalu. Podmínky k tomu mohou nastat, zavzdušní-li se čerpadlo, nebo při selhání čidla na úrovni vypínací hladiny. K zavzdušnění může dojít, je-li hladina v čerpací nádrži nad úroveň tlakové čáry veřejného řadu. Pak může dojít – i po vypnutí čerpadla – k odsátí části objemu čerpací stanice a tím snížení hladiny na úroveň sacího hrdla.

V oblastech, kde dochází k extrémním odchylkám provozních parametrů v elektrické síti, je nutno navrhovat elektromotory snášející tyto výkyvy. [2]

2.2.1.1.1 Odstředivá čerpadla

Odstředivá čerpadla patří mezi lopátkové hydraulické stroje, které přeměňují mechanickou práci v kinematickou a dále v tlakovou energii kapaliny. Pro průchod silně znečištěných odpadních vod čerpadlem bylo nutno vyvinout speciální tvary zejména oběžného kola. Obecně odstředivá čerpadla se strmějšími Q-H charakteristikami mají mělké oběžné kolo (to však snižuje schopnost transportovat tuhé částice), s menším počtem lopatek o větším obvodu. Větším průměrem oběžného kola lze dosáhnout vyšších dopravních výšek.

Podle konstrukce oběžných kol rozlišuje typy:

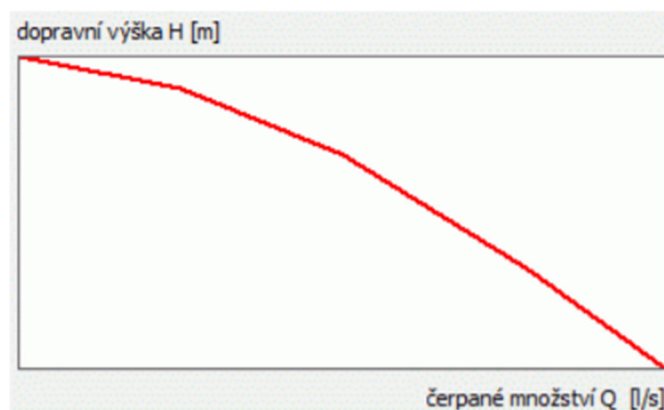
- S kanálovým oběžným kolem (uzavřené)
- S otevřeným oběžným kolem (otevřené)
- S vírovým kolem (vírové)

Pro splaškové vody se používají zejména čerpadla:

- Jednolopátková
- Dvoulopátková
- Oběžná kola tvaru „S“

Snahou je umožnit co nejvyšší průchodnost pevných a vláknitých nečistot. Průchodnost čerpadla musí korespondovat s dimenzí navazující tlakové stokové sítě.

Typická charakteristika těchto čerpadel je na Obr. 1. Při součinnosti více čerpadel (paralelně zapojených) je výsledná charakteristika dána součtem úseček (hodnot průtoku) jednotlivých čerpadel (pro odpovídající dopravní výšku), jsou-li osazena na téže nadmořské výšce. Tak tomu u tlakové kanalizace není. Hydraulické podmínky pro práci čerpadel se mění i s jejich situačním umístěním v síti. Hydraulické spolupůsobení čerpadla a přípojky lze vyjádřit tak, že ztráty v přípojce odečteme na charakteristice od dopravní výšky čerpadla pro příslušné Q . Takto upravenou charakteristiku lze přímo použít ve vztahu k výpočtovým uzlům na tlakových kanalizačních řadech stokové sítě.



Obr. 1 Q-H charakteristika hydrodynamických čerpadel [12]

Potřebný výkon odstředivých čerpadel roste s čerpaným množstvím, maximum tedy nalezneme na pravém okraji charakteristiky. Minimum nastává při práci do uzavřeného výtaku. Křivka účinnosti mívá vrchol cca uprostřed Q-H charakteristiky.

Oběžná kola odstředivých čerpadel systému SMP jsou z bronzu nebo z umělých hmot. Na kolech z železných materiálů by docházelo při delších odstávkách k narušení sirníku (sulfidu) železitého. Motor by potom nemusel mít dostatečný startovací kroutící moment k odtržení rotoru od skříně. Některá mělníci čerpadla mají ocelová oběžná kola, jejich motory však mívají větší kroutící momenty. Navíc splašky v surovém stavu (u MS systému) nevytváří sirníky v takovém množství jako SMP systému.

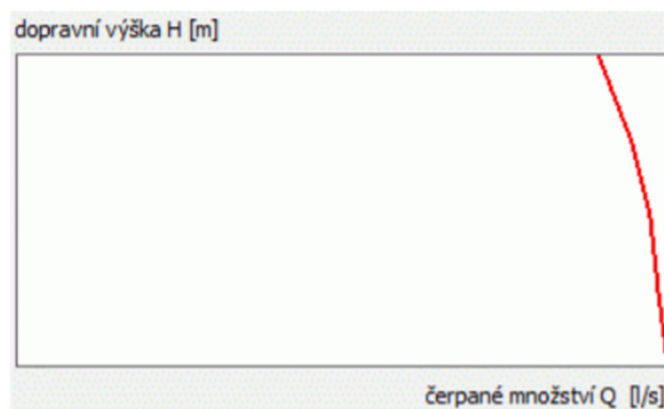
Nárůst na železných součástech čerpadel, zejména v SMP systémech, vyvolává většinou pouze „kosmetické“ závady. Můžou však přejít do koroze. To závisí na schopnostech splašků vytvářet sirníky – na parametrech jako jsou teplota, BSK, obsah síranu. Korozní projevy se zvětšují, je-li čerpadlo občas vynořeno. [2]

2.2.1.1.2 Vřetenová čerpadla

Jde o hydrostatická axiální objemová čerpadla, se šroubovitě utvářeným rotorem. Ten se otáčí excentricky ve statoru, jehož vnitřní plochy jsou utvářeny dvěma souběžnými šroubovicemi o délce stoupání dvojnásobné ve srovnání se šroubovicí rotoru. Pohyb rotoru ve statoru přemísťuje sérii uzavřených objemů od vstupu sání do výtlačky.

Tato čerpadla jsou převážně instalována jako ponorná, i když umístění v suché jímce se objevuje rovněž. Vyznačují se spolehlivou samonasávací schopností.

Typická charakteristika je na Obr. 2. Je značně strmá, takže čerpané množství je pouze nepatrně ovlivňováno změnami dopravní výšky. Při paralelním souběhu n -stejných vřetenových čerpadel do společného výtlačky systému, lze jako výsledný průtok brát n -násobek čerpaného množství jednoho čerpadla. Potřebný výkon vřetenového čerpadla s nárůstem dopravní výšky vzrůstá.



Obr. 2 Q-H charakteristika hydrostatického čerpadla [12]

Objemová čerpadla mají teoreticky neomezenou dopravní výšku, jejich praktická použitelnost je však dána výkonností motoru a pevností součástí čerpadla. Při práci do uzavřeného výtlačky narůstá spolu s tlakem čerpaného média příkon elektrického proudu, až tepelná ochrana motoru odstává. Po „vychladnutí“ pojistky motor opětovně startuje na další provoz.

Pokud by uzávěr na přípojce byl na výtlačky přímo za čerpadlem, mohl by být při práci proti němu zničen stator příliš vysokými provozními tlaky. Při větším objemu vody mezi čerpadlem a uzávěrem působí plyny jako tlumič tlaku (plyny jsou v odpadní vodě vždy přítomné). Nebezpečí zničení čerpadla pak není tak velké, jiné se spoléhají na tepelnou ochranu, jiné snímají čidla tlak na výtlačky a automaticky vypínají při nepříznivých hodnotách motoru.

Zavzdušnění výtlačky nevyřadí čerpadlo z činnosti. Opatření proti odsátí splašků do řadu násoskovým efektem by však mělo být vyřešeno, aby se snížilo riziko ohrožení čerpadla. Stator

se může zničit rovněž tehdy, běží-li vřetenové čerpadlo nasucho. Při delším takovém běhu dochází rovněž k poškození rotoru a ostatních součástí čerpadla. Vřetenová čerpadla bývají kompletována 4 -polohovými motory s otáčkami 1725 ot/min.. [2]

2.2.1.2 *Sběrná jímka*

Plní funkci akumulace nutné pro čerpání. Sekundární funkci může být zajištění mechanického předčištění splašků. Dimenzování objemů jímek vychází z časového rozložení odtoku splašků z nemovitostí ve vztahu k navrhovanému výkonu čerpadla. Přihlížet je nutno zejména ke špičkovým odtokům. Velikost jímky a čerpací výkon ovlivňují navrhované průtoky v trubní síti. [2]

Norma ČSN EN 1671 uvádí základní požadavky na sběrnou jímku. Na sběrnou jímku mohou být napojeny jedna nebo více budov. Maximální počet napojených budov je omezen kapacitou tlaku.

Místní předpisy mohou z hlediska požadavků na obsluhu a údržbu sběrných jímek vyžadovat oddělené sběrné jímky pro každý byt nebo budovu zvlášť.

Podstatnými prvky sběrné jímky jsou:

- Odvětrávání
- Dostateční zásobování elektrickou energií
- Řídící a poplachové zařízení
- Snímače hladiny ve sběrné jímce pro automatický chod čerpadel
- Uzavírací armatury a zpětné klapky k zamezení zpětného průtoku z tlakového systému

Materiály všech částí musí být vhodné pro provoz s odpadními vodami.

Provozní prostor (objem sběrné jímky po hladinu, při které snímač hladiny zapne čerpadlo) ve sběrné jímce a množství odpadních vod, které po ukončení čerpání zůstává v jímce, mají být navrženy co možná nejmenší, aby neovlivnily provoz čerpadla.

Při navrhování a provádění sběrné jímky je nutno brát v úvahu možné nebezpečí poškození potrubí procházejícího stěnami jímky v důsledku sedání, vibrací atd.

Dno sběrné jímky se navrhuje oplachovatelné (samočistící), aby bylo minimalizováno riziko sedimentace a aby byl malý provozní prostor a tím udržována doba zdržení odpadních vod co nejkratší.

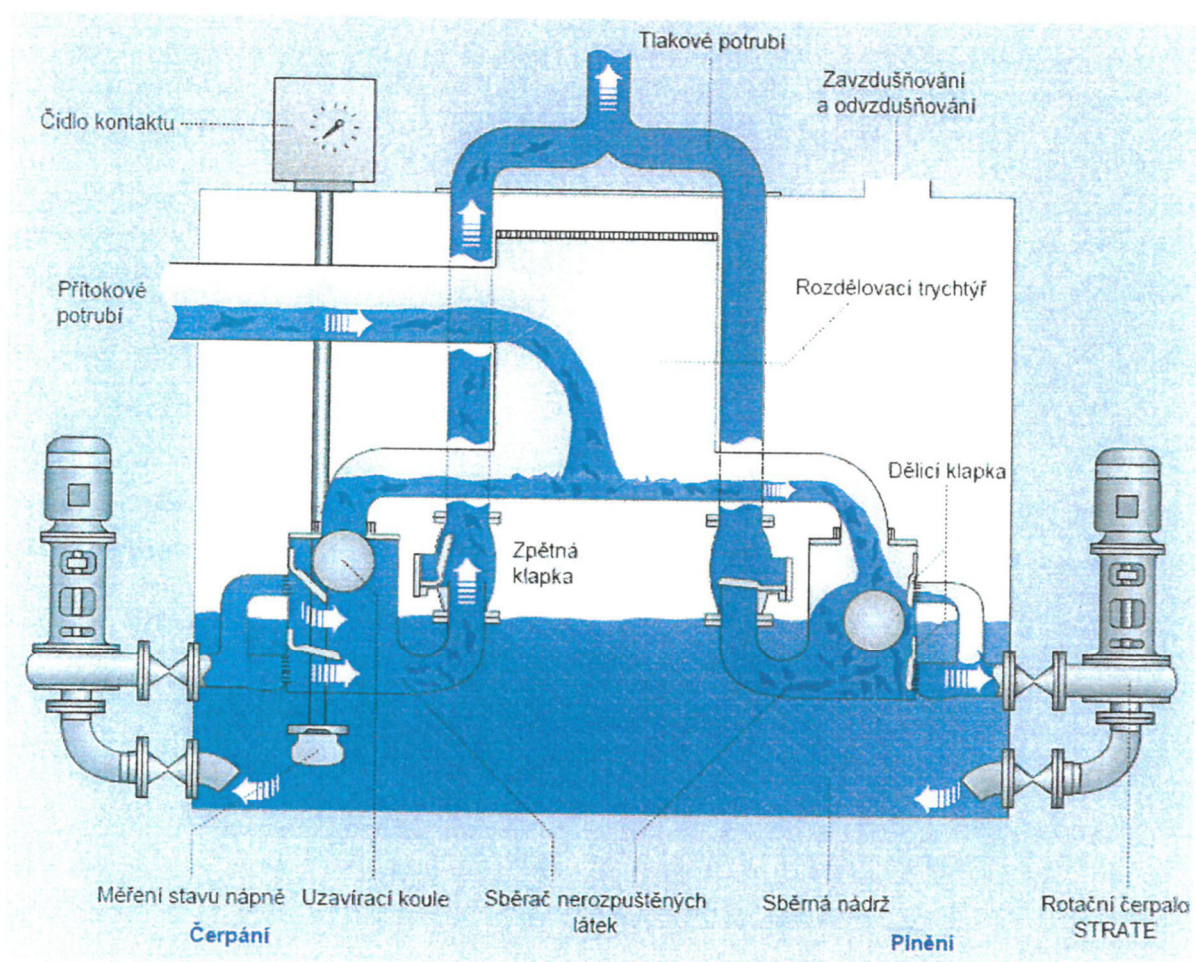
Všechny sběrné jímky se navrhují tak, aby odolávaly vnějším silám, jímky musí být vodotěsné. Rám a víko poklopu musí zabraňovat vnikání povrchových vod. [3]

2.2.1.2.1 Suchá čerpací stanice se separací pevných částic

Na tlakové stokové síti jsou použity od firmy STRATE čerpací stanice AWALIFT 74/2.

Odpadní voda teče přívodním potrubím přes rozvaděč do sběrače pevných látek. Zde jsou tyto látky zadrženy oddělovacími klapkami. Odpadní voda proteče přes tyto oddělovací klapky s mini česlemi a stojící čerpadlo do provozní nádrže. Když je provozní nádrž naplněna po spínací hladinu, řídicí systém zapne čerpadlo, které „předčištěnou“ odpadní vodou z provozní nádrže vypláchne pevné látky přes oddělovací klapky ze sběrače do výtlaku. Při tom dojde k pročištění sběrače.

Odpadní voda přitékající během fáze čerpání protéká druhým sběračem nerozpuštěných látek a přes dělicí klapky a čerpadlo do provozní nádrže. Čerpadla jsou automaticky střídavě spínána. Velikost sběrné nádrže a počet čerpadel s příslušnými sběrači tuhých látek se stanovuje v závislosti na množství odpadních vod. [6]

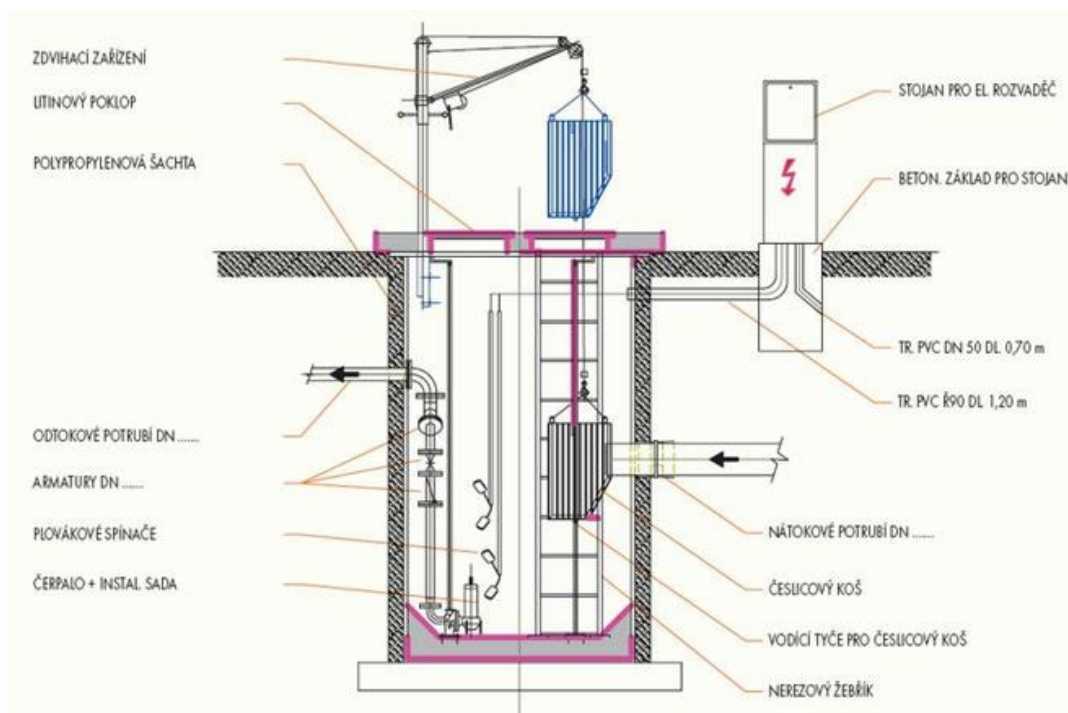


Obr. 3 – Schéma fungování ČS se separací pevných látek [6]

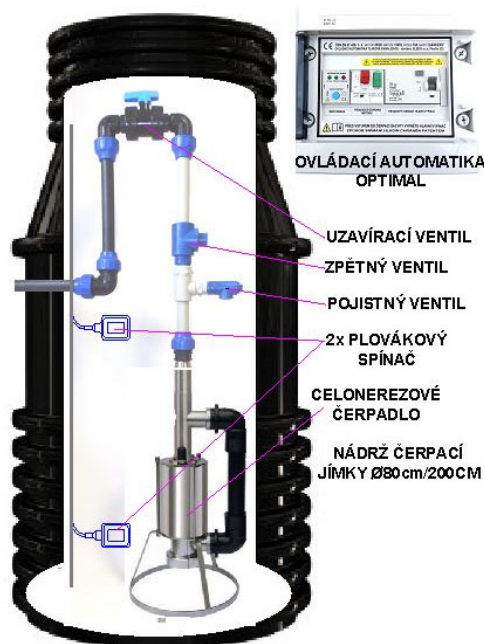
2.2.1.2.2 Mokrú čerpací stanice se zabudovaným mēlnicím systēmem pevných částic

Na tlakové stokové síti jsou použity čerpadla od firmy KSB Amarex N. Podle potřeby se liší pouze svojí výkonností dle navrhnutých parametrů.

Odpadní voda teče přírodním gravitačním potrubím do sběrné jímky. Na dně jímky je nebo jsou uložena ponorná čerpadla s mēlnicím mechanismem. Záleží, o jaký druh se jedná, jestli domovní čerpací jímka nebo větší sběrná jímka. U domovních čerpacích jímek většinou postačí pouze jedno čerpadlo bez rezervního. U větších sběrných jímek se dává vždy 1 čerpadlo + 1 funkční rezerva v případě poruchy. Od každého čerpadla vede tlakové potrubí, kudy se odpadní voda čerpá, v jednom místě se spojí a dále běží po stěně jímky, kde vychází ven skrz stěnu čerpací stanice navrženou hloubkou pod terémem.



Obr. 4 Ukázka mokré čerpací stanice [12]



Obr. 5 Příklad vstrojení domovní čerpací jímky [8]

2.2.1.3 Armatury v čerpací stanici

2.2.1.3.1 Uzavírací ventil

Pro usnadnění obsluhy a údržby a za účelem lokalizování netěsností a provádění oprav, se musí osazovat uzavírací armatury.

2.2.1.3.2 Zpětná klapka

Zpětná klapka se umísťuje do čerpací jímky za čerpadlo, ale před uzávěr na tlakové kanalizaci nebo výtlaku do sítě. Cílem je zabránit zpětnému nátoky vody za sítě do čerpací jímky, když čerpadlo nečerpá. Kromě materiálového provedení, průchodnosti, hydraulického odporu a odolnosti proti opotřebení je dalším důležitým parametrem návrhu také minimální požadavek přetlak, při kterém klapka zajistí požadovanou těsnost. [5]

2.2.2 Potrubí v TSS a na výtlaku

2.2.2.1 Kanalizační tlaková přípojka

Kanalizační tlaková přípojka spojuje domovní čerpací jímku s veřejnou částí tlakové stokové sítě. V některých ojedinělých případech může být navržena jako samostatný odvodňovací tlakový prvek pro napojení „zahloubených“ objektů do gravitační stoky, která je v dostupné vzdálenosti (do cca 100 m). trasování tlakových kanalizačních přípojek je obdobně

jako u přípojek vodovodních, tedy nejkratším směrem, kolmo na uliční frontu, při zachování platných ustanovení prostorového uspořádání technického vybavení (viz norma ČSN 73 6005). Napojení na tlakovou trubní síť je možno provést tvarovou odbočkou (T-kus) nebo navrtávacím pásem, popřípadě navařovacím fitinkem pro navrtávku. V některých případech jsou odbočky z tlakové sítě chystány v předstihu před realizací tlakové přípojky a DČJ. Instalovaná krátká odbočka může být dočasně zaslepena nebo uzavřena šoupátkem nebo kulovým uzávěrem. [2]

2.2.2.2 Tlaková stoková síť

Potrubí se ukládá v nezámrné hloubce, doporučená minimální výška krytí je 1,0 až 1,2 m. na stokové síti, zřizují se ve spojených uzlech nebo přibližně po cca 300 m sekční uzávěry. Jednotlivé provozní sekce by měly mít možnost gravitačního odvodnění. V takovém případě je nutno síť mezi sekčními uzávěry spádovat v min. sklonu 0,2 % (směrem od zavzdušňovacího hydrantu ke kalníkům). Provozní zkušenosti nedoporučují zvětšování světlostí – např. kvůli čištění potrubí. Vede to k předimenzování celkového objemu trubního systému, ve kterém dochází k dlouhým dobám zdržení dopravovaných splaškových vod. Bez přidávaných provozních opatření to má za důsledek výtok septických vod, které ohrožují stabilitu čistících procesů na ČOV. [2]

Navrhované dimenze se odvíjí od zvoleného systému:

- ČS se zabudovaným mělnicím systémem – je dovolený minimální vnitřní průměr 25 mm. Ve většině případů se ale doporučují dávat větší průměry kvůli nebezpečí ucpávání potrubí.
- Čerpací stanice bez mělnicího systému – doporučuje jako minimální dimenzi navrhovat DN 80 (pro plastové PE potrubí platí DE 90).
- ČS se separací pevných látek – vyžaduje minimální dimenzi DN 100 (pro plastové PE potrubí platí DE 110). [20]

2.2.3 Konstrukční prvky na tlakové kanalizaci

2.2.3.1 Automatický odvzdušňovací/zavzdušňovací ventil

V potrubí LPSS je běžně přítomno podstatné množství plynů, které se do něj dostávají z části z atmosféry při čerpaní, z části v potrubí vznikají biologickými procesy. Tyto plyny tvoří tzv. pytle, které se drží v nejvyšších místech potrubí.

Plynové pytle zužují profil potrubí a způsobují výrazné hydraulické ztráty. Prouděním vody v potrubí jsou pytle strhávány a způsobují pulzace tlaku. Při nevhodném výškovém uspořádání potrubí a absenci dostatečného množství automatických odvzdušňovacích a zavzdušňovacích ventilů, mohou tyto plynové pytle způsobit trvalé provozní problémy. Patří mezi ně pulsace tlaku a nerovnoměrnost chodu čerpadel. Tyto jevy sekundárně způsobují nedostatečnou hydraulickou kapacitu potrubí a zkrácenou životnost čerpadla. K odvzdušnění potrubí se musí použít armatury s plně automatickou funkcí.

Funkce automatického zavzdušnění je rovněž mimořádně důležitá. Vyjma přesně definovaných úseků potrubí je v tlakové kanalizaci vznik podtlaku nežádoucím jevem a je nezbytné jej eliminovat. K tomu slouží automatický zavzdušňovací ventil. Při vzniku podtlaku v potrubí tlakové kanalizace dochází k přísávání odpadní vody z domovních čerpacích jímek bez toho, aby se rozběhlo čerpadlo. Voda je přísávána kolem odstředivého kola čerpadla a unáší s sebou také rozmělněné pevné části z odpadní vody (hrubé nečistoty a vláknité částice), které se následně usazují v potrubí. Nerozmělněné pevné částice z odpadní vody mohou snížit těsnost zpětné klapky, která následně propouští. Vysoká hodnota podtlaku může vést ke vzniku rázů, vibracím a hluku, mechanickému poškození zpětné klapky (klepání), vzniku netěsností a protékání odpadní vody zpět do čerpací jímky.

Pozorováním existujících systémů LPSS se prokázalo následující: (1) v každém nejvyšším místě potrubí má být osazen automatický odvzdušňovací/zavzdušňovací ventil, výjimky mohou nastat, ale vyžadují zkušenost a hydraulický výpočet; (2) ventil musí být skutečně plně automatický, náhrada za obyčejný hydrant nemá význam. Je nutné také provádět pravidelný servis, čištění a kontrolu funkce ventilů; (3) s ohledem na eliminaci podtlaku není osazení automatických zavzdušňovacích ventilů pouze do vrcholů potrubí hlavních stok dostačující. Ukazuje se, že schopnost automatických zavzdušňovacích ventilů zavzdušnit potrubí je lokálně omezená na nejbližší okolí. V členitém terénu a zejména na sestupných částech tlakových stok je nezbytné potrubí zavzdušnit na více místech, nejen ve vrcholových lomech potrubí hlavní stoky. [5]



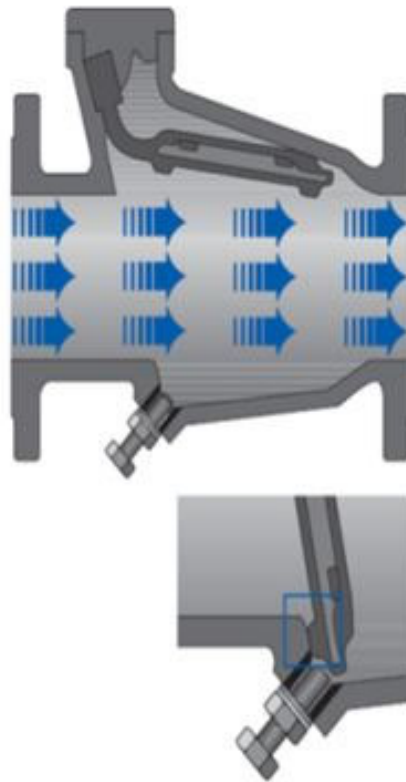
Obr. 6 Příklad automatického odvzdušňovacího/zavzdušňovacího ventilu [11]

2.2.3.2 Zpětná klapka

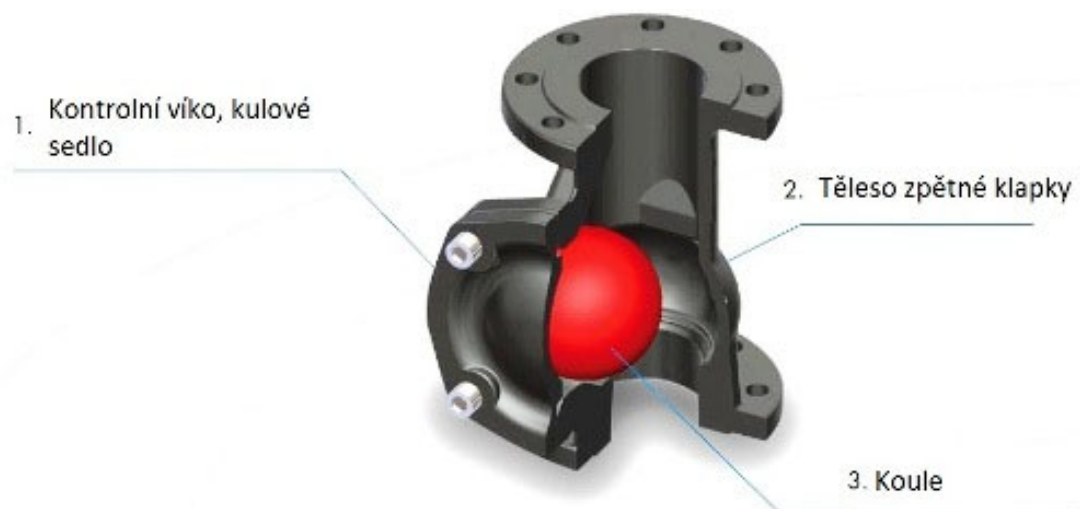
Zpětná klapka se umísťuje do čerpací jímky za čerpadlo, ale před hlavní uzavěr na výtlaku do sítě. Cílem je zabránit zpětnému nátoky vody za sítě do čerpací jímky, když čerpadlo nečerpá. Kromě materiálového provedení, průchodnosti, hydraulického odporu a odolnosti proti opotřebení je dalším důležitým parametrem návrhu také minimální požadavek přetlak, při kterém klapka zajistí požadovanou těsnost.

Tlaková kanalizace se dimenzuje zejména na zatěžovací stavy, kdy čerpadla čerpají v síti a v síti jsou vyšší hydrodynamické tlaky. Tyto zatěžovací stavy jsou při návrhu obvykle akceptovány. Pravdou však je, že po většinu dne bývají tlaky v potrubí obvykle velmi nízké, někdy až na úrovni atmosférického tlaku či dokonce mírného podtlaku, viz. obr.7. Pokud klapka nemá schopnost dokonale těsnit již při velmi nízkých tlacích cca 0,01 MPa, může ve specifických případech docházet k protékání vody ze sítě zpět do čerpacích šachet, což způsobuje cyklické čerpání vody, vysoký počet moto-hodin čerpadla a spotřebu el. energie. [5]

Zpětné klapky jsou v případové studii na síti osazovány výhradně na stojato.



Obr. 7 Ukázka fungování plácačkové zpetné klapky [9]



Obr. 8 Řez zpětnou klapkou s kulovým těsnícím tělesem [10]

2.2.3.3 Uzávěry

Jako uzávěry se používají šoupátka, většinou s pogumovaným sedlem, případně kulové uzávěry, tedy armatury, u nichž lze uvolnit celý průtočný profil. Jsou osazovány na odbočkách

a větveních, při přechodech vodotečí, před a za zónou neulehlého podloží, a na dlouhých trasách tlakové kanalizace. V uzlech jsou většinou navrhovány dva uzávěry, někteří projektanti navrhují komplex tří uzávěrů. Často jdou umístěny na konci okrajových větví, aby bylo usnadněno případné prodloužení stokové sítě, dále jsou uzávěry navrhovány před a za předpokládaným podchodem významných komunikací. V příkrých, dlouhých svazích slouží uzávěry na odbočkách pro připojení tlakoměrů, jindy doplňují instalaci čistících vstupů či průtokoměru. [2]

2.2.3.4 Čistící kus

Jsou umístěny na koncích větví a v místech změn průměru potrubí. Hlavní součástí je odbočná větev, vyvedená většinou na úroveň terénu, kterou je vkládán čistící protlačovaný píst – „ježek“. Pokud je odbočná větev čistícího vstupu uspořádána vertikálně (vstupuje k terénu), bývá doplňována automatickým odvzdušňovacím ventilem. [2]

2.2.3.5 Stanice tlakového vzduchu

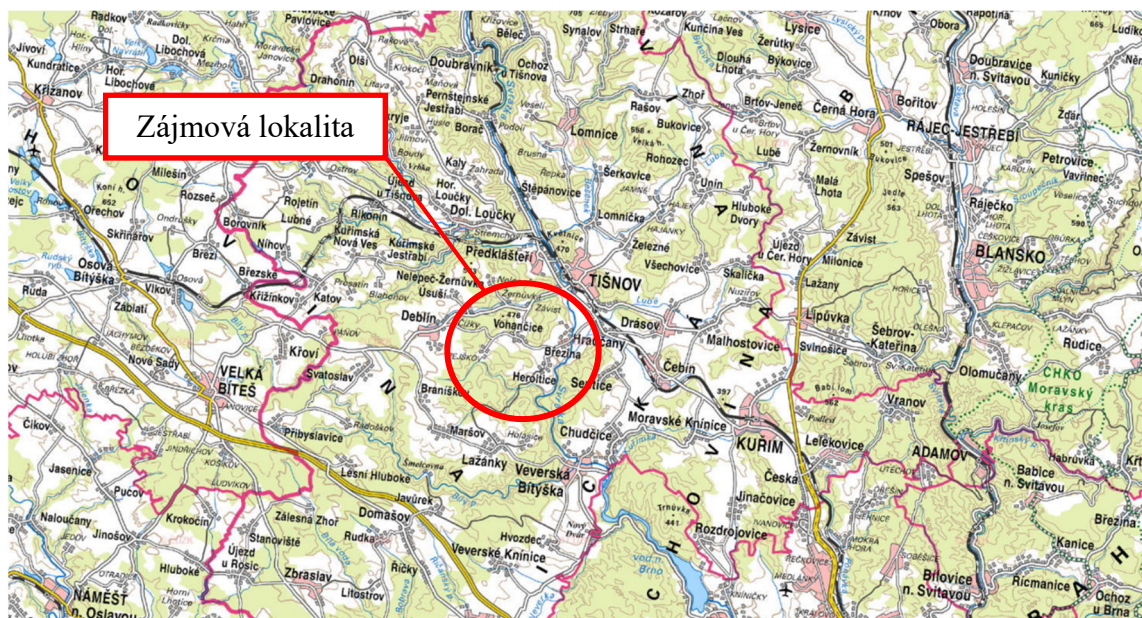
Základním úkolem stanic tlakového vzduchu je zabránit nepříznivým chemickým a fyzikálním procesům v tlakových stokových sítích. Jedná se zejména o zamezení rozvoje anaerobních procesů, nebo tvoření úsad v systému tlakové kanalizace. Tyto procesy mohou ohrozit provoz sítě a zhoršit čistitelnost odpadních vod na čistírně. Anaerobní procesy vyhnívání a kvašení organických látek v odpadních vodách vedou k tvorbě sirovodíku, který v dalších následných procesech způsobuje siričkovou korozi. K zamezení nepříznivých fyzikálně – chemických procesů můžeme využít tlakového vzduchu, a to dvěma způsoby:

- Občasným provzdušněním odpadní vody, která je akumulována v trubní síti
- Výplachem odpadní vody z trubní sítě tlakovým vzduchem, tímto způsobem se navíc odstraní úsady v potrubí.

[2]

3 PŘÍPADOVÁ STUDIE

Zeměpisně se obce nacházejí jižně od města Tišnov (cca 2 až 5 km). Terén je v této lokalitě mírně členitý. Administrativně obce spadají do Jihomoravského kraje. Pověřenou obcí je město Tišnov.



Obr. 9 Mapa zájmového území [18]

Z hlediska funkčního využití převládá v lokalitě trvalé bydlení. Podle informací starostů obcí je v řešených obcích počet trvale bydlících obyvatel zhruba 740 (Březina 323, Heroltice 216, Vohančice 201). ČOV Březina počítá s napojením z této lokality na 800 EO.

Stoková síť vybraných obcí je poměrně nová a provozování především tlakové stokové části sítě není zcela bezproblémové. Každá obec je svojí polohou a topologií sítě specifická. Jak a proč tomu tak je, se bude zabývat následující text.

3.1 TOPOLOGIE SÍTĚ

Jak je výše zmíněno, všechny tři obce se od sebe svojí polohou liší. Zatímco Vohančice a Heroltice jsou situovány na kopci, Březina je oproti nim relativně na rovině. Podrobnosti jsou uvedeny níže v textu.

3.1.1 Vohančice

Obec Vohančice je z většiny odkanalizována gravitačním způsobem. Je to dáno jejím situováním z kopce, kde je možné zajistit vyhovující spád v rámci platných norem a provozních

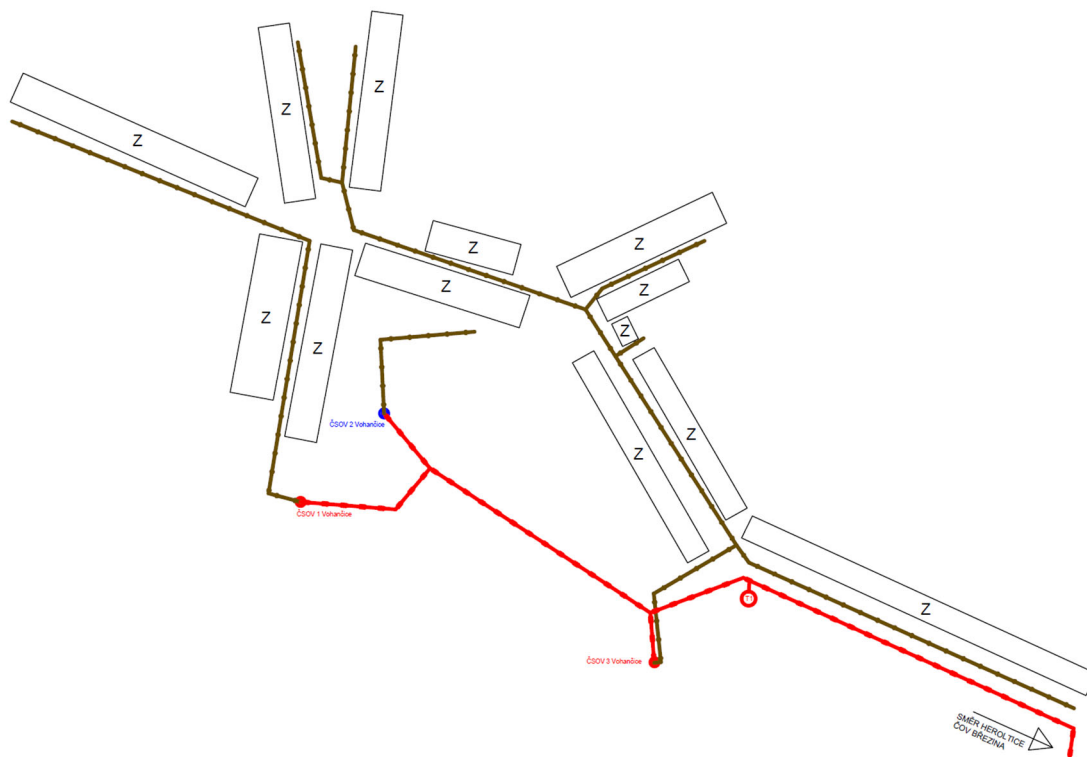
předpisů. Potrubí pro gravitační kanalizaci je z polypropylénu DN 250. Dále se na síti nachází betonové šachty v místech směrových lomů gravitační kanalizace. Na gravitační části kanalizace je umístěno 5 spadišťových šachet, které překonávají velké výškové rozdíly mezi trubním vedením. Všechna trubní vedení jsou zaústěna do 3 čerpacích stanic.

Co se týče tlakové kanalizace, jsou v obci rozmístěny 3 velké čerpací stanice. Jsou rozmístěny strategicky v nejnižších místech obce. Ta „nejmenší“ z nich je vybudována jako ČS s mokrou jímkou. Ostatní dvě jsou zřízeny jako ČS v suché jímce se separací pevných částic. Z těchto ČS je odpadní voda čerpána společným výtlakem do ČOV v Březině. Po trase je napojen výtlak z Heroltic a tlaková kanalizace v Březině.

Tlakové stoky ve Vohančicích jsou navrženy z trubního materiálu De 90 mm, resp. DE 110, PE 100 SDR 11 tlakové třídy PN 16. Navržené stoky odvádějí pouze splaškovou odpadní vodu.

V přímých úsecích jsou umístěny čistící kusy do revizních šachet, které jsou budovány max. po 200 metrech. Zde jsou tvarovky a armatury umístěny ve směru toku odpadní vody umístěny v pořadí: šoupě, montážní kus, T-kus pro čistící kus a šoupě. Čistící kusy jsou dále umístěny ve spojných uzlech TSS, resp. U významných lomů na TSS (lomy s úhly 90° až 135°).

V obci na tlakové kanalizaci v šachtě na kraji obce je osazen indukční průtokoměr, který ale není cejchovaný, a tudíž pravost dat není garantována.



Obr. 10 Schéma situace kanalizační sítě v obci Vohančice

3.1.2 Heroltice

Topologie sítě obce Heroltice je rozdělena na více částí, kde jsou nemovitosti z částí odkanalizovány gravitačním potrubím, které jsou následně svedeny do některé z vybudovaných čerpacích stanic. V místech, kde nelze odpadní vodu odvést gravitační kanalizací, jsou vybudovány domovní čerpací jímky, které se následně napojují na „Heroltický“ výtlak nebo na veřejnou část gravitační kanalizace. Samostatnou část tvoří oblast Šárka (kapitola 3.1.3).

Gravitační část veřejné kanalizace je zhotovena z PP dimenze DN 250, resp. DN 300 v celkové délce 970 m. Dále se na síti nachází betonové šachty v místech směrových lomů gravitační kanalizace. Ve velmi stísněných místech se mohou objevit místo betonových šachet plastové šachty s menší světlostí průměrem. Na gravitační části kanalizace jsou umístěny 2 spadišťové šachty, které překonávají velké výškové rozdíly mezi trubním vedením.

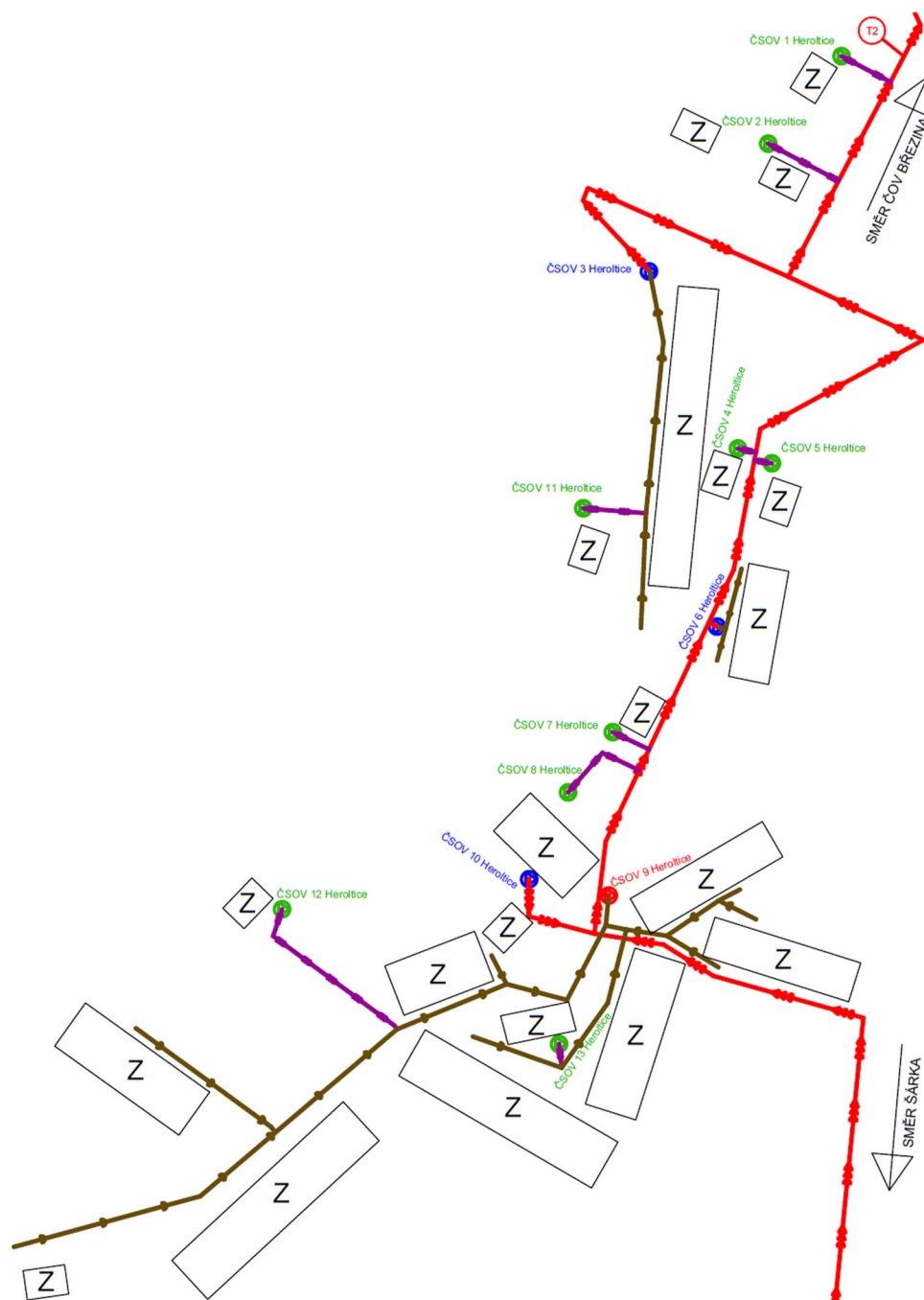
V Herolticích je vybudováno 10 domovních čerpacích jímek, dvě ČS v mokré jímce a 2 ČS v suché jímce se separací pevných částic. Celou obcí prochází výtlak z oblasti Šárka v dimenzi De 110 mm PE 100 SDR 11 tlakové třídy PN 16 a napojuje se na výtlak z Vohančice do ČOV Březiny. Na tento výtlak se postupně v Herolticích napojují z DČJ a ČS tlakové kanalizace z trubního materiálu De 63 mm, resp. De 90 mm PE 100 SDR 11 PN 16.

Osazení čistících kusů a armatur se řídí stejnými pravidly jako v kapitole 3.1.1.

Na kanalizační síti se objevují i 4 DČJ zaústěné do šachet na gravitační kanalizaci. Vyústění je řešeno osazením tlumicí stěny v dotčené revizní šachtě, resp. bude TSS zakončen kolenem směřovaným do dna kanalizační šachty.

Na TSS jsou osazeny dva vzdušníky a dva kalníky v zemi.

Před napojením tlakové kanalizace z Heroltic na výtlak z Vohančic do Březiny je v šachtě na potrubí osazen necejchovaný průtokoměr.



Obr. 11 Schéma situace kanalizační sítě v obci Heroltice



Obr. 12 Schéma „propoje“ výtlačků z Vohančic a Heroltic do Březiny

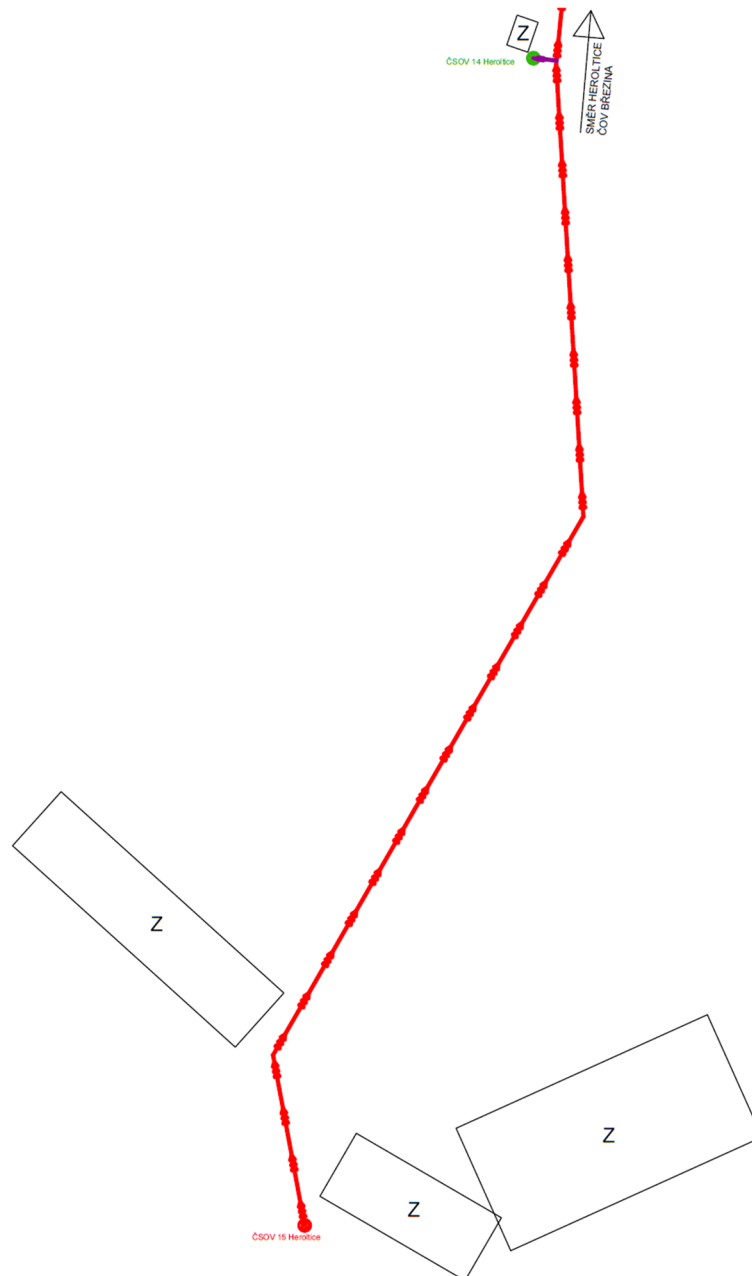
3.1.3 Heroltice - Šárka

Oblast tzv. „Šárka“ je situovaná jižně od obce Heroltice u řeky Svratky. V místě se nachází Rekreační areál BAUMAT, který je v provozu v letní sezóně od května do října. Zde se splaškové vody odvádí gravitačně centrálně do velké suché čerpací stanice se separací pevných částic. Výtlačné potrubí PE 100 110 × 10 SDR 11 tlakové třídy PN 16 je vedeno přímo pod nebo vedle příjezdové cesty v hloubce 1,2-1,8 m, kde překonává velký výškový rozdíl zhruba 60 metrů.

V místě napojení na Heroltickou TSS je osazeno šoupě patřičné dimenze, které umožňuje odstavení výtlačku ze Šárky.

Osazení čistících kusů a armatur se řídí stejnými pravidly jako v kapitole 3.1.1.

Na síti jsou osazeny 2 automatické kalníky v zemi a jeden automatický vzdušník v šachtě.



Obr. 13 Schéma kanalizace v lokalitě Heroltice - Šárka

3.1.4 Březina

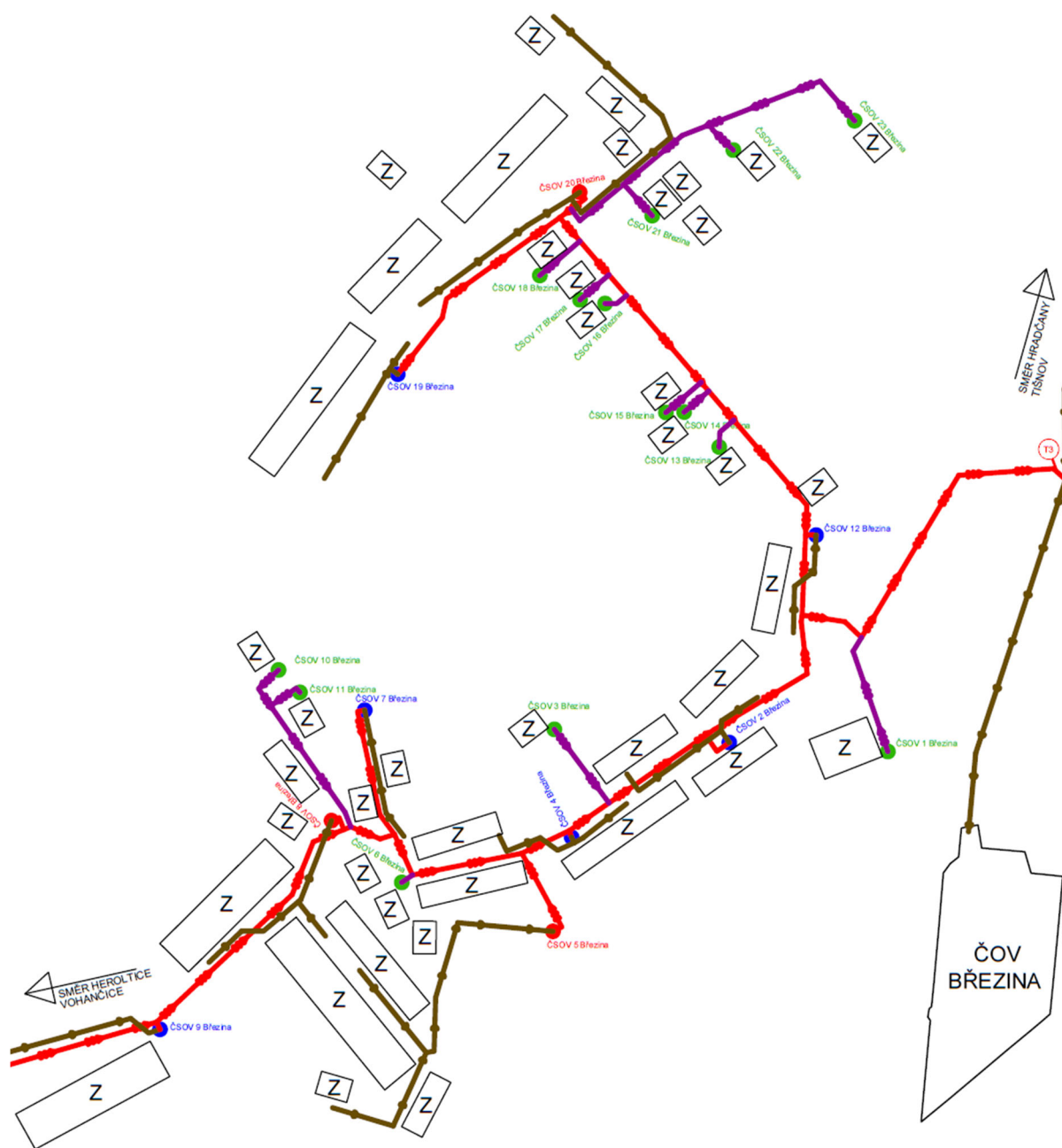
Obec Březinu nelze díky morfologii terénu odkanalizovat pouze gravitační stokovou sítí. Z tohoto důvodu je vybudována gravitační stoková síť v dílčích lokalitách a její napojení pomocí čerpacích stanic na tlakovou stokovou síť. Celou obcí prochází výtlač z Vohančic a Heroltic, který svádí z těchto tří obcí odpadní vodu do čistírny odpadních vod v Březině.

Celá gravitační stoková síť v Březině je zhotovena z trubního materiálu polypropylénu dimenze DN 250. Dále se na síti nachází betonové šachty v místech směrových lomů gravitační

kanalizace. Ve velmi stísněných místech se mohou objevit místo betonových šachet plastové šachty s menší světlostí průměrem. V obci Březina jsou navrženy 2 spadišťové šachty.

V této oblasti je rovněž vybudováno 10 DČJ, 7 ČS umístěných v mokré jímce a 4 velké ČS umístěné v suché jímce se separací pevných částic. Výtlak procházející celou obcí od napojení TSS z Vohančic a Heroltic po napojení na ČOV Březina je z trubního materiálu De 125 PE 100 SDR 11 tlakové třídy PN 16. Zbytek tlakové stokové kanalizace je zhotoven z De 63 mm, resp. De 90 mm PE 100 SDR 11 PN 16. Jediná část v místě u řeky Svratky, která vede z DČJ od nemovitosti armatur Kukrecht s.r.o. po napojení na hlavní výtlak, je zhotovena z tvárné litiny s tepelnou izolací v profilu De 90mm délky 12 m.

Před napojením na tuto gravitační stoku je v šachtě osazen jediný cejchovaný průtokoměr s nejpřesnějšími daty o průtocích.



Obr. 14 Schéma situace kanalizační sítě v obci Březina

3.2 POČET OBYVATEL

Při rekonstrukci sítě činil počet obyvatel ze všech tří vesnic 740 ((Březina 323, Heroltice 216, Vohančice 201) [19]. Ve vybrané lokalitě jsou také budovy občanské vybavenosti a průmysl, které je potřeba započítat do ekvivalentních obyvatel.

Z občanské vybavenosti je uveden obecní úřad, knihovna a restaurace, kde celkový počet EO činí 73 obyvatel.

Do průmyslu se zde řadí kanceláře, obchod se řeznictvím a smíšenými potravinami a drobní živnostníci. Celkový počet EO z průmyslu se uvádí na 16.

Při uvedení díla do provozu se tedy počítalo s přibližně 800 EO. K roku 2019 se tento stav nezměnil.

3.3 PRŮTOKY

Jak je v kapitole 3.2.1, 3.2.2 a 3.2.4 uvedeno, jsou vždy na okrajích obcí osazeny indukční průtokoměry. V Herolticích a Vohančicích nejsou cejchované, tudíž nelze s jistotou říci, zdali jsou data pravdivá a přesná. Jejich provoz započal 27.10.2017.

Jediný cejchovaný průtokoměr je osazen za obcí Březina těsně před napojením na přítok na ČOV. Ten je v provozu od dne zhotovení rekonstrukce v roce 2013.



Obr. 15 Snímky místa MO Březina

Data se sbírají každý měsíc jako množství proteklé odpadní vody v m³ a zapisují do knih a do tabulek digitálního archívu.

Tab. 1 - Zaznamenané průtoky z MO Březina + Heroltice + Vohančice

dat. měření	Průtoky		
	m ³ ·měsíc ⁻¹	m ³ ·den ⁻¹	l·obyv ⁻¹ ·den ⁻¹
27.11.2019	1552	50.06	67.65
27.10.2019	1684	56.13	75.86
27.09.2019	1706	55.03	74.37
27.08.2019	1961	65.37	88.33
27.07.2019	1633	52.68	71.19
27.06.2019	2026	65.35	88.32
27.05.2019	1763	58.77	79.41
27.04.2019	1543	49.77	67.26

27.03.2019	1646	58.79	79.44
27.02.2019	1581	51.00	68.92
27.01.2019	1598	51.55	69.66
27.12.2018	1689	56.30	76.08
27.11.2018	1676	54.06	73.06
27.10.2018	1423	47.43	64.10
27.09.2018	1725	55.65	75.20
27.08.2018	1711	55.19	74.59
27.07.2018	1756	58.53	79.10
27.06.2018	1871	60.35	81.56
27.05.2018	1565	52.17	70.50
27.04.2018	1635	52.74	71.27
27.03.2018	1486	53.07	71.72
27.02.2018	1697	54.74	73.98
27.01.2018	1715	55.32	74.76
27.12.2017	1636	54.53	73.69
27.11.2017	1699	56.63	76.53
27.10.2017	1618	53.93	72.88
27.09.2017	1695	54.68	73.89
27.08.2017	2055	66.29	89.58
27.07.2017	1725	57.50	77.70
27.06.2017	1875	60.48	81.73
27.05.2017	1452	48.40	65.41
27.04.2017	1743	56.23	75.98
27.03.2017	1503	53.68	72.54
27.02.2017	1633	52.68	71.19
27.01.2017	1348	43.48	58.76
27.12.2016	1701	56.70	76.62
27.11.2016	1784	57.55	77.77
27.10.2016	1525	50.83	68.69
27.09.2016	1406	45.35	61.29
27.08.2016	1755	56.61	76.50
27.07.2016	1990	66.33	89.64
27.06.2016	1708	55.10	74.46
27.05.2016	1618	53.93	72.88
27.04.2016	2040	65.81	88.93
27.03.2016	3506	120.90	163.37
27.02.2016	2686	86.65	117.09
27.01.2016	1583	51.06	69.01
průměrné množství OV na 1 obyv. =			77.50

Tab. 2 - Zaznamenané průtoky z MO Vohančice

dat. měření	Průtoky		
	m ³ ·měsíc ⁻¹	m ³ ·den ⁻¹	l·obyv ⁻¹ ·den ⁻¹
27.11.2019	1018	32.84	163.38
27.10.2019	935	31.17	155.06
27.09.2019	1144	36.90	183.60
27.08.2019	1154	38.47	191.38
27.07.2019	1034	33.35	165.94
27.06.2019	1490	48.06	239.13
27.05.2019	1213	40.43	201.16
27.04.2019	1031	33.26	165.46
27.03.2019	1052	37.57	186.92
27.02.2019	1034	33.35	165.94
27.01.2019	965	31.13	154.87
27.12.2018	1026	34.20	170.15
27.11.2018	951	30.68	152.62
27.10.2018	842	28.07	139.64
27.09.2018	1031	33.26	165.46
27.08.2018	864	27.87	138.66
27.07.2018	916	30.53	151.91
27.06.2018	1142	36.84	183.28
27.05.2018	957	31.90	158.71
27.04.2018	895	28.87	143.64
27.03.2018	911	32.54	161.87
27.02.2018	1110	35.81	178.14
27.01.2018	1146	36.97	183.92
27.12.2017	1122	37.40	186.07
27.11.2017	1140	38.00	189.05
27.10.2017	0	0.00	0.00
Průměrné množství OV na 1 obyv. =			171.04

Tab. 3 - Zaznamenané průtoky z MO Heroltice

dat. měření	Průtoky		
	m ³ ·měsíc ⁻¹	m ³ ·den ⁻¹	l·obyv ⁻¹ ·den ⁻¹
27.11.2019	320	10.32	47.79
27.10.2019	367	12.23	56.64
27.09.2019	354	11.42	52.87
27.08.2019	628	20.93	96.91
27.07.2019	475	15.32	70.94
27.06.2019	405	13.06	60.48
27.05.2019	387	12.90	59.72
27.04.2019	341	11.00	50.93

27.03.2019	362	12.93	59.85
27.02.2019	350	11.29	52.27
27.01.2019	376	12.13	56.15
27.12.2018	374	12.47	57.72
27.11.2018	371	11.97	55.41
27.10.2018	344	11.47	53.09
27.09.2018	426	13.74	63.62
27.08.2018	537	17.32	80.20
27.07.2018	554	18.47	85.49
27.06.2018	475	15.32	70.94
27.05.2018	386	12.87	59.57
27.04.2018	392	12.65	58.54
27.03.2018	345	12.32	57.04
27.02.2018	386	12.45	57.65
27.01.2018	408	13.16	60.93
27.12.2017	386	12.87	59.57
27.11.2017	389	12.97	60.03
27.10.2017	0	0.00	0.00
Průměrné množství OV na 1 obyv. =			61.77

Výpočet na produkované odpadní vody na obyvatele byl stanoven na základě znalosti měsíčního proteklého množství měrnými objekty. Výpočet z metrů kubických za měsíc na metry kubické za den se provedl pomocí vydělením počtu dní v měsíci. Následné vyjádření litrů na obyvatele za měsíc se provedl převodem metrů kubických na litry a vydělením příslušným počtem obyvatel podle polohy měrného objektu.

Z pohledu na výše uvedené tabulky (1), (2) a (3) je patrné, že MO ve Vohančicích udává zcela zavádějící data. Důvod, proč tomu tak je, není provozovateli znám.

Pokud bychom odečetli měsíční průtoky obou MO Vohančic a Heroltic od MO v Březině, vyjde nám produkce odpadní vody pouze $35 \text{ l} \cdot \text{obyv}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ pro obyvatele obce Březiny, která je z vybraných obcí nejlidnatější (323 obyvatel).

Pokud bychom porovnali produkci odpadních vod vzhledem se směrnými čísly z vyhlášky č.428/2012 Sb.[13], která udává $35 \text{ m}^3 \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (po převedení $95.9 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$) v případě, že mají v nemovitosti zařízení pro odběr teplé a studené pitné vody (předpokládá se takové zajištění u všech nemovitostí), je rozdíl $18.4 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ v porovnání s čísly MO Březiny.

3.4 STÁŘÍ VODY

Stáří vody v tlakové stokové síti provozovatel nesleduje. Podle dokumentací je v čerpacích stanicích minimální doba akumulace ČS navržena na 6 hodin (dle ČSN EN 1671 platí pro Q24, tj. průměrnou denní produkci odpadních vod). Maximální doba zdržení v ČS a v tlakové stokové síti je 8 hodin.

4 VYHODNOCENÍ PROVOZU TSS VYBRANÝCH OBCÍ

Během uplynulé doby provozování tlakové stokové sítě v obcích Březina, Heroltice a Vohančice museli provozovatelé čelit mnoha problémům, poruchám a haváriím. Některé poruchy se vyskytují častěji, proto i zkušenost s jejím odstraněním stoupají a dále se snaží tyto závady eliminovat pro snížení nákladů na údržbu.

4.1 ZPŮSOB PROVOZOVÁNÍ A ÚDRŽBA

Zkušenosti z provozování tlakových kanalizací jsou značně menší oproti tradiční gravitační kanalizaci. Větší rozvoj tlakových kanalizací začal až od 70 let 20. století. Nyní se kanalizace budují v lokalitách, kde se dříve odpadní vody odváděly (v lepším případě) do nádrží na odpadní vodu (např. žumpa, septik atd.). V těchto lokalitách je nyní snaha budovat nebo rekonstruovat nové stokové sítě a čistírny odpadních vod. Trendem je napojovat více obcí do jedné ČOV z ekonomických důvodů. Tady ale vznikají nešvary v podobě navrhování kanalizace. V mnoha případech gravitační kanalizace nestačí na odvodnění jedné či více obcí kvůli členitosti terénu, jelikož náklady na výstavbu gravitační kanalizace by byly velmi vysoké. Proto se tyto lokality řeší kombinací konvenčních a nekonvenčních systémů, kdy se s pomocí tlakové kanalizace překonávají terénní nerovnosti.

4.1.1 Personální nároky

Personální nároky na obsluhu a údržbu tlakové kanalizace jsou vyšší než u tradičních kanalizačních sítí v příznivých morfologických podmínkách. Závisí rovněž od typu navrhovaného systému a způsobu jeho řízení. Požadavky na rychlost havarijního zásahu jsou mírnější u systému, pracujících s větší akumulací v ČS a DČJ. [2]

Po rekonstrukci kanalizace ve vybraných obcích v roce 2013, kdy převzaly hotovou stavbu, si celou kanalizační síť provozovali obce po dobu zhruba pěti let. Podle dostupných informací údržbu prováděli zaměstnanci jednotlivých obecních úřadů, kteří prošli základní školením o pravidelné údržbě čerpacích stanic. V případě poruch čerpadel se volaly specializované firmy, které tyto závady opravovaly (zvláště pro čerpadla umístěné v suché jímce a v mokré jímce).

V době, kdy provozování kanalizační sítě v Březině, Herolticích a Vohančicích převzala společnost Vodárenská akciová společnost a.s. (dále jen VAS a.s.), se přemístil veškerý dispečink na ústřednu VAS a.s. divizi Brno – venkov v Tišnově. Údržbu provádějí zaměstnanci

provozovatele, kteří prošli specializovaným školením o údržbě kanalizační sítě. Provádějí havarijní pohotovost čerpacích stanic, pravidelné proplachové práce na síti, pravidelné údržbové práce čerpacích stanic atd.

Zaměstnanci údržby při každodenní kontrole po obecních ČOV se po cestě zastavují na vytipovaných čerpacích stanicích a DČJ a provádějí preventivní optickou kontrolu. V případě hrozící poruchy (např. namotané látky na řezacím mechanismu, které mohou vést k zastavení činnosti čerpadla) na základě subjektivního vyhodnocení stavu může údržbová služba tento problém vyřešit.

4.1.2 Údržba

Údržba se vykonává především na pokyn hlášení poruchy, na dispečink jsou hlášeny poruchy velkých suchých čerpacích stanic a velkých mokrých ČS. Poruchy domovních čerpacích jímek jsou hlášeny přes GSM bránu pomocí SIM karet. Příčiny hlášení – poruchy se liší podle navržených systémů.

Přehled závad podle zkušeností z Polska:

- | | |
|-------------------------------|------------|
| • Porucha plováku | 3–5 % |
| • Ucpání potrubí | 1–3 % |
| • Porucha čerpadla | 65–70 % |
| • Porucha na čerpadlové jímce | 1–3 % |
| • Elektroinstalace | 15–20 % |
| • Výpadek el. proudu | 5–10 % [1] |

Opravy mechanického typu na čerpadlech si řeší dodavatel technologie čerpacích stanic na pokyn provozovatele sítě.

4.2 PORUCHY NA TLAKOVÉ STOKOVÉ KANALIZACI

Následující text popisuje obecné a lokální problémy na TSS ve vybraných obcích Březině, Vohančicích, Herolticích a Šárce. Veškeré informace byly poskytnuty ve spolupráci s provozovatelem kanalizační sítě.

4.2.1 Závady na elektroinstalaci

Při zavádění domovních čerpacích jímek do provozu bývá často na začátku problém s uživateli, kteří při nezkušenostech s produkcí odpadní vodou často vlévávají do kanalizace prostředky, jež poškozují chod čerpadla DČJ. Bývají to pevné částice (látky, hadry, vlhčené

kapesníčky atd.), oleje a tuky. Tyto tuky se hromadí na plovákových spínačích a snižují tak jejich pravděpodobnost fungování. Odstranění se provádí jejich mechanickým odstraněním, případně přidání enzymů do DČJ.

Další poruchy se dějí v rozvodných skříních. Může dojít ke zkratu rozvodů vlivem špatné vodotěsnosti skříně od dodavatele produktu, dále se mohou poruchy objevit výpadkem pojistek a jističů.

V případové studii se v ČS s delší dobou akumulace tvoří sirovodík, který se uvolňuje v odpadní vody ve formě plynu a koroduje měděné elektrické rozvody v čerpací jímce. Citelně ovlivňuje především chod čidel a systém GSM skrz SIM karty, které obsahují měď a znemožňují tak přenos hlášení havárií a poruch.

Časté jsou poruchy ve formě přerušování dodávky elektrické energie. Zde je problém hlavně s intervalem přerušování dodávky, protože po dobu bez proudu je hlásič havarijního objemu mimo provoz, čerpací jímky se plní a v nejhorším případě hrozí i přeplnění jímky. Zde by měl zareagovat provozovatel a operativně situaci řešit. Po obnovení dodávky el. proudu pak může nastat přetížení tlakové stokové sítě vlivem nutnosti čerpadel vyprazdňovat jímky. V takovém případě by měly mít ČS nastavené priority v čerpání.

Poslední porucha na elektroinstalaci, která se stala speciálně v Herolticích, je vyhoření elektromotorů čerpadel vlivem úderu blesku do elektrické sítě, kdy jističe a pojistky nejsou na takové napětí dimenzované. Tato událost se stala 2x na stejné velké suché ČS během 4 let a jednou na ČS v oblasti Šárka za Herolticemi.

4.2.2 Závady na čerpadlech

V mokřích jímkách ČS se nejčastější závady týkají mělníciho zařízení, které se vlivem pevných částic, především textilního původu a vláknité struktury, zachytávají na řezácích mělníciho zařízení a tím zastavují jeho činnost. Po nahlášení poruchy se řezací mechanismus musí ručně vyčistit. Děje se tak především v ČS, kde není předřazeno na vtoku mechanické předčištění v podobě česlového koše. Příčina je především ve špatném zacházení uživatelů, kteří neřeší, co do kanalizace vypouštějí. Z dlouhodobého hlediska se zrychluje opotřebení tohoto mechanismu.

Na čerpadlech dochází také k opotřebení oběžných kol. Ve většině závad tohoto typu byla oběžná kola čerpadla vyměněna. Do současné doby byly vyměněny celkově 3 celá čerpadla.

4.2.3 Závady na armaturách

4.2.3.1 Automatický zavdušňovací/odvzdušňovací ventil

V době, kdy se o kanalizační síť staraly obce, se údržba této armatury neprováděla. Po převzetí provozování VAS a.s. se zjistily problémy na těchto ventilech. Především za obcí Vohančice byl tento automatický zavdušňovací/odvzdušňovací ventil ucpaný, což vedlo k mnoha poruchám na síti. Především hromadění plynových pytlů v potrubí, což vedlo k výrazným hydraulickým ztrátám. Musel se ze šachty manuálně vyjmout, rozebrat a vyčistit. V současnosti jsou všechny automatické ventily plně funkční a spolehlivé.

Údržba ventilů se provádí stejně jako proplachy na síti pravidelně jednou za 3 měsíce.

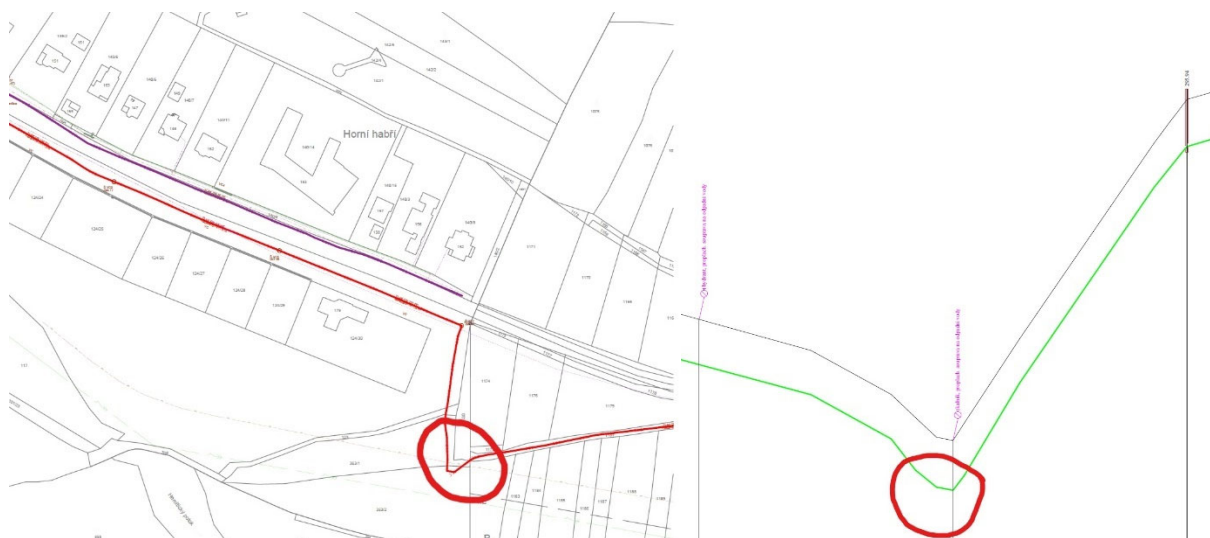
4.2.3.2 Zpětná klapka

Poruchy na zpětných klapkách se vyskytují nejvíce na místech s nedostatečným přetlakem na síti, který tuto klapku uzavírá a utěsní. Stává se tak po většinu dne, kdy tlaky v síti bývají obvykle nízké. Může docházet ve specifických případech k protékání vody zpět ze sítě do čerpacích šachet. Problémy se v tomto případě tkají spíše plácačkových typů zpětných klapek, které jsou umístěny ve velkých čerpacích stanicích. U suchých ČS ojediněle dochází na zpětných klapkách k zachycení pevných látek (např. hadry) a vláknitých struktur (např. vlasy) na plácačce, která se vzápětí nedovře a neutěsní vstup, čímž dochází k zpětnému protékání.

4.2.4 Závady na potrubí

K ucpaní potrubí dochází z nesprávného návrhu čerpadel a dimenze potrubí. Muže dojít jak k poddimenzování čerpadel, tak předdimenzování potrubí. U poddimenzovaných sítí to bývá nedostatečný výkon odstředivých čerpadel, které nejsou schopné dodržovat minimální unášecí rychlost 0,7 m/s, v extrémním případě neschopnost čerpadla překonat tlak v potrubí a čerpat do sítě. [Ručka]

V případové studii dochází k ucpávání potrubí za obcí Vohančice, kde v místě dvou směrových lomů a výškovým lomem a osazeným kalníkem odpadní voda zpomaluje a dochází k zanášení potrubí. Přesný důvod, proč k tomu dochází, není jasný. Domněnka je vlivem proudění o volné hladině v tomto úseku se odpadní voda akumuluje v místě „shybky“ a dochází tam k zanášení potrubí. Tento problém se řeší pravidelným proplachem v průměru jednou za 14 dní dle potřeby. V budoucnosti se tento problém bude zřejmě řešit vybudováním stanice tlakového vzduchu.



Obr. 16 Místo problému s ucpáváním potrubí za obcí Vohančice

Dále vytváří problém na síti oblast Šárka za Herolticemi. V době po ukončení provozu místního rekreačního střediska, odpadní voda stagnovala v potrubí a v ČS, což vedlo k zápachu a zacpání potrubí. Provozovatel poslední 4 roky situaci řeší kompletním proplachem potrubí a ČS, aby mimo sezónu rekreačního střediska nebyla žádná OV v síti.

4.3 HYDRAULICKÁ ANALÝZA

Pro hydraulickou analýzu byl použit program Epanet 2.0. Jedná se o softwarovou aplikaci, která je volně dostupná na webových stránkách Agentury na ochranu životního prostředí Spojených států amerických (U. S. EPA). Tento analytický nástroj umožňuje řešit problematiku hydraulických poměrů při pohybu Newtonovských kapalin, jejich stacionární a kvazi-dynamické proudění, simuluje kvalitu a stáří vody, dokáže analyzovat znečištění v síti, trasování částic, stanovit jím lze i pracovní bod čerpadla. Nejrozšířenější je však z mého pohledu právě pro hydraulickou analýzu tlakových sítí.

Epanet 2.0 využívá k hydraulické analýze gradientní metodu. Tato metoda je vedle již zmíněné iterační metody obecně používána pro hydraulickou analýzu trubních tlakových systémů s nestlačitelným médiem a využívá se ke komerčním účelům jako základ výpočtových programů. Pomocí iterací hledá řešení soustavy rovnic vytvořených pomocí uzlové a hydraulické podmínky. Aby mohl zmíněný iterační výpočet proběhnout, je nutné předchozí rozdělení sítě, tzv. seletonizace. Spočívá v dělení sítě na uzly (nádrž, vodojem, spojení potrubí apod.) a úseky (potrubí, čerpadlo aj), které slouží pro dopravu přenášeného média. [16]

4.3.1 Základní charakteristika

Pracovní prostředí aplikace umožňuje zadávání dat a tvorbu modelu, pro kterou můžeme využitím podkladních map a schémat, např. ve formátu bmp., emf., wmf., v souřadném systému X, Y, dále editaci dat, provádění simulací, vyhledávání ve výsledcích, prohlížení a export výsledků v podobě barevných map, tabulek a grafů.

Výsledky hydraulické analýzy z Epanetu můžeme rozdělit podle toho, jakou část soustavy prověřujeme. Síť je zde rozdělena na několik součástí, ze kterých se při modelování skládá, jsou jimi především uzly a úseky. Tyto dvě součásti se používají pro sestavení trubní sítě. Další součástí projektu mohou být i objekty, jako vodojem, čerpací stanice, šoupata a nádrže. Všechny tyto objekty můžeme do výpočtu zahrnout zadáním jejich parametrů.

V uzlech zadáváme nadmořskou výšku. Objektům se zadají parametry odpovídající realitě, např. velikost, průtok apod. Úsekům je nutno přiřadit délku a také drsnost, což může být u stávajících sítí problematické, stejně tak jako u nově plánovaných, protože musíme brát v potaz i degradaci materiálu vlivem jeho stáří a ostatních provozních podmínek. Jelikož Epanet 2.0 dokáže počítat hydraulické ztráty mechanické energie v potrubí dle Hazen-Williamsovy rovnice (dále jen H-W), která se využívá především v USA a dle Darcy-Weisbacha (dále jen D-W) využívaného hlavně v Evropě, je nutno umět zadat hodnoty drsnosti pro dané úseky. U H-W rovnice se drsnost může pohybovat až do hodnoty 150. Čím je tato hodnota nižší, tím je potrubí drsnější. U D-W je to právě naopak, hodnota může jít teoreticky do nekonečna, přičemž začíná nulou a čím je tato hodnota vyšší, tím je potrubí drsnější. Jak je patrné, počítá se zde pouze se ztrátami třením po délce, ztráty místní způsobené armaturami se nahrazují ekvivalentní délkou, nebo je můžeme paušálně nahradit tak, že se každému úseku přiřadí určitá procentuální hodnota. Po zadání těchto parametrů je možno provést statickou analýzu nadefinované sítě. Jedná-li se o kvazi-dynamickou analýzu, musí být přiřazeny časové křivky, a to například průběh odběru během dne nebo doba, kdy je čerpadlo v provozu apod. [17]

Výstupem ze statické hydraulické analýzy tlakové stokové sítě je v uzlech hydrodynamický přetlak, v úsecích pak průtok a rychlost.

4.3.2 Stavba modelu

Základním kamenem každé hydraulické analýzy je nutně matematický model, pomocí kterého lze simulovat chování a procesy, které na tlakové stokové síti mohou probíhat. Funkčnost modelu je pak přímo úměrná kvalitě vstupních dat, stejně tak jako nároky na její

podrobnost. Pro účely diplomové práce bylo potřeba sestavit fungující matematický model schopen poskytnout informace o hodnotách tlaků v uzlech a rychlostí v potrubí.

Ve spolupráci s provozovatelem kanalizace ve vybrané lokalitě Vodárenskou akciovou společností a.s. se podařilo obdržet základní data pro vytvoření kostry modelu, se kterou bylo možné dále pracovat. Mezi základní, které jsou zapotřebí pro sestavení, patří:

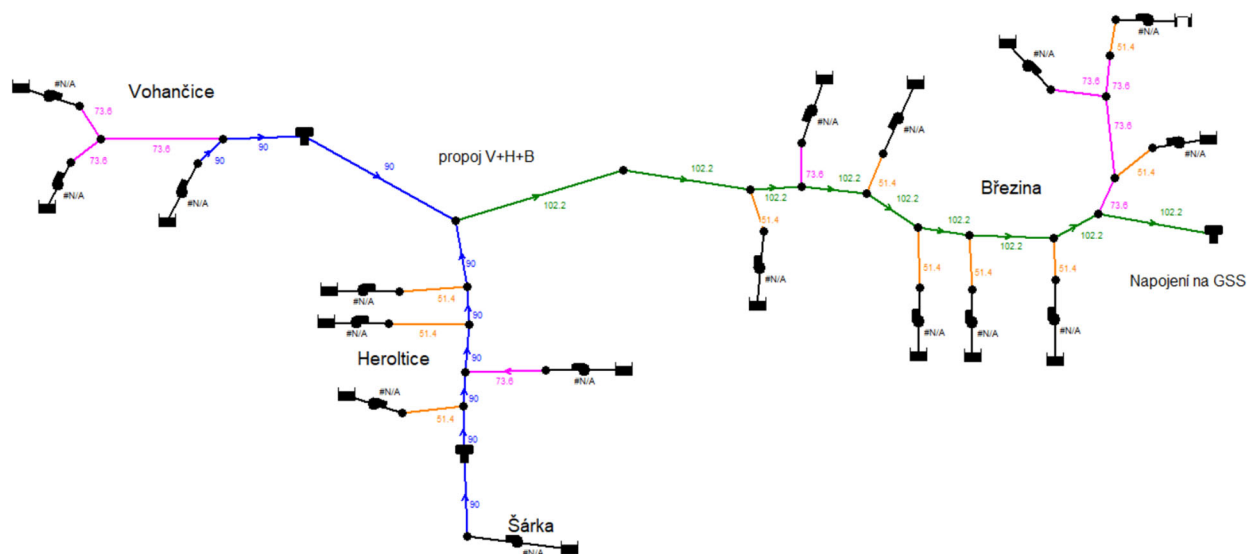
- Výškopis a polohopis vybrané lokality (poloha ČS, potrubí, měrných objektů) získaných z GIS a z výkresové dokumentace (situace a podélné profily)
- Topologie sítě a charakteristika stávajícího potrubí, stáří, materiál a jmenovitá světlost získané z GIS
- Typy a návrhové parametry ČS z projektové dokumentace

Na základě těchto obdržených informací mohl být model sestaven.

Na celé tlakové stokové síti je veden jako trubní materiál polyetylén (PE) starý 7-9 let. Pro model se uvažovalo s drsností potrubí 0.15 mm. Údaj o drsnosti potrubí je důležitý pro výpočet ztrát třením po délce, které jsou v modelu počítány dle vztahu Darcy-Weisbach. Při určování drsnosti každého úseku potrubí je rozhodující v první řadě materiál, ze kterého je potrubí vyrobeno a stáří.

V modelu se uvažovalo pouze s velkými čerpacími stanicemi v suché a mokré jímce. Do modelu nejsou zahrnuty žádné DČJ. [20]

Dimenze jednotlivých úseků jsou znázorněny na Obr. X. Žlutá barva reprezentuje PE100 63×5,8 SDR11 PN16, fialová PE100 90×8,2 SDR11 PN16, modrá PE100 110×10 SDR11 PN16 a zelená PE100 125×11,4 SDR11 PN16. Při samotné analýze je při dané, sklonově vhodné, topologii sítě posuzováno jednak proudění s volnou hladinou, a jednak s proudění tlakové.



Obr. 17 Zastoupení dimenzí potrubí na tlakové síti

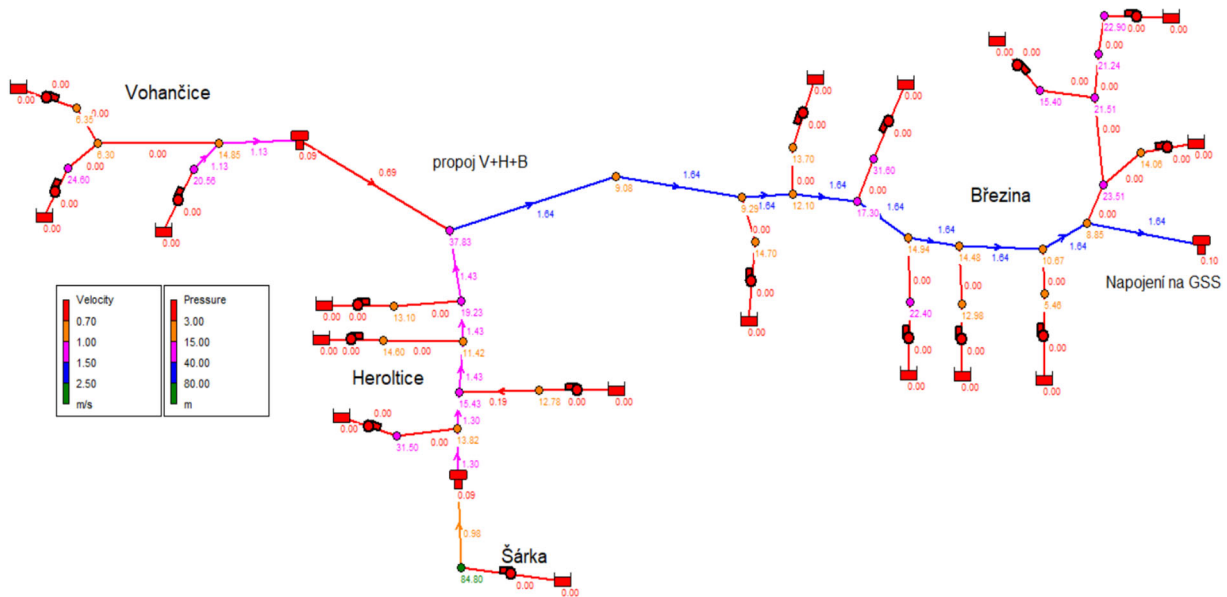
4.3.3 Stávající stav (s ČS Heroltice – Šárka v provozu)

Na tlakovou stokovou síť obcí Vohančice, Heroltice, Březina je napojeno dohromady X čerpacích stanic, z toho 7 velkých ČS v suché jímce se separací pevných částic, 10 velkých ČS (8 čerpací stanice mají osazeny mechanické předčistiště v podobě zavěšeného česlicového koše na přítoku, 2 čerpací stanice jsou opatřena mělníčním zařízením) v mokřých jímkách a 24 domovních čerpacích jímek. Jejich rozmístění je uvedené v tabulce X:

Tab. 4 Rozložení ČS dle typu a lokality umístění

Obec	Velké suché ČS [ks]	Velké mokré ČS [ks]	DČJ [ks]	Celkový počet ČS [ks]
Vohančice	2	1	0	3
Heroltice	1	3	10	14
Březina	3	6	14	23
Šárka	1	0	0	1
Σ	7	10	24	41

Jako stávající výchozí stav v modelu se vzaly 3 největší čerpací stanice (v každé obci jedna), které kontinuálně čerpají vodu při nejvyšší večerní špičce [20]. V provozu jsou ČSOV 3 Vohančice, ČSOV 15 Heroltice (Šárka) a ČSOV 19 Březina. Lze vidět na Obr. X.



Obr. 18 Současný stav 1

V nejvyšších místech se uvažuje přechod odpadní vody z tlakového režimu do režimu proudění o volné hladině. K tomu, aby takový stav nastal, musí čerpací stanice čerpat přesně stanovené množství do dostatečné výšky [20]. Následně se posuzuje, jestli úseky s prouděním o volné hladině je v dostatečném spádu pro dodržení minimální unášecí rychlosti $0,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Z tohoto důvodu jsem posoudil část tlakové stoky z Vohančic do napojení na ČOV Březina, přítok se bral jako čerpadlo výkonem $Q_{\check{c}} = 5,5 \text{ l/s}$ v nejvyšším bodě stoky. Odtud se uvažuje směrem dolů přechod z tlakového proudění do proudění s volnou hladinou. V úsecích kladného sklonu (kde voda teče gravitačně směrem dolů), jsem v tab. č.5 spočítal rychlost proudění a unášecí sílu.

Tab. 5 Posouzení proudění s volnou hladinou ve tlakové stoce z Vohančic na ČOV Březina

Úsek	Délka	ΔH	Sklon	Rychlost	Doba průtoku	U
				Hodnoty při $Q_{\check{c}}=5.5 \text{ l/s}$		
(-)	(m)	(m)	(-)	($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	min	Pa
1	303.4	17.98	0.059	2.19	2.31	11.21
2	468.4	33.17	0.071	2.39	3.26	13.39
3	141	9.3	0.066	2.31	1.02	12.48
4	66.5	3.75	0.056	2.17	0.51	10.94
5	39.4	2.05	0.052	2.09	0.31	10.09
6	372.6	20.2	0.054	2.13	2.92	10.52
7	147.9	2.71	0.018	1.45	1.70	5.57
8	54	1.72	0.032	1.75	0.52	6.84
9	140.6	3.69	0.026	1.63	1.44	8.03
-	1733.8	-	-	-	-	-

Pro výpočet byl použit Manninguv součinitel drsnosti $n = 0,008$ pro plastové PE potrubí.

Při proudění $Q_{\check{c}}=5,5$ l/s bude ve výtlaku proudění s volnou hladinou při výšce plnění nejvýše do 65%.

Z výsledku lze usoudit, že v každém úseku je splněna podmínka minimální unášecí rychlosti 0,7 m/s a zároveň všechny unášecí síly v úsecích jsou větší než stanovuje norma [4] ČSN 75 6101 pro plastové materiály $U > 4$ Pa. Z tohoto výpočtu vyplývá, že na úsecích s prouděním o volné hladině není potřeba navržení zvláštních opatření proti zanášení potrubí sedimentem.

4.3.4 Vyhodnocení tlakových poměrů

Zatěžovací stav spočívá ve spuštění čtvrtého čerpadla do sítě, kde jsou v provozu 3 ČS ze současného stavu a sledování, jak se síť při každé změně zachová, jak se změní tlaky na síti. V místě kritických bodů (nejvyšších bodů na síti) a v místě zaústění TSS do GSS na ČOV Březina jsme pomocí „vodojemů“ na síti simulovali přetlak 2 m.v.s. [20].

Celkem bylo potřeba v modelu sestavit 14 zatěžovacích stavů. Vzhledem k množství výstupů z programu Epanet 2.0 jsem udělal tabulky (tab. č. 6, 7, 8, 9) s vybranými místy na měření. V řádcích s označením „Nečerpá“ znamená, že čerpadlo nevyvinulo dostatečný přetlak, aby mohlo do sítě čerpat odpadní vodu a platí tedy hodnoty „současného stavu“. Je však nutné toto tvrzení ověřit měřením.

Tab. 6 Hodnoty exportované z programu Epanet v bodě "KB1"

Zatěžovací stav	Obec	Zapnuté čerpadlo	Kritický bod 1				
			Tlak	Průtok na vtoku	Průtok na výtoku	Rychlost na vtoku	Rychlost na výtoku
			m.v.s	l/s	l/s	m/s	m/s
ZS1	Vohančice	ČSOV 1 Vohančice	2	8.76	4.14	1.38	0.65
ZS2		ČSOV 2 Vohančice	2	7.52	4.14	1.18	0.65
ZS3	Heroltice	ČSOV 10 Heroltice	2	6.2	3.86	0.97	0.61
ZS4		ČSOV 9 Heroltice	Nečerpá				
ZS5		ČSOV 6 Heroltice	2	6.2	3.91	0.97	0.61
ZS6		ČSOV 3 Heroltice	Nečerpá				
ZS7	Březina	ČSOV 9 Březina	2	6.2	4.05	0.97	0.64
ZS8		ČSOV 8 Březina	Nečerpá				
ZS9		ČSOV 7 Březina	2	6.2	3.79	0.97	0.64
ZS10		ČSOV 5 Březina	2	6.2	4.05	0.97	0.64
ZS11		ČSOV 4 Březina	Nečerpá				
ZS12		ČSOV 2 Březina	Nečerpá				

ZS13		ČSOV 12 Březina	Nečerpá				
ZS14		ČSOV 19 Březina	2	6.2	4.11	0.97	0.65

Tab. 7 Hodnoty exportované z programu Epanet v bodě „napojení“ větví z Vohančic a Heroltic

Zatěžovací stav	Obec	Zapnuté čerpadlo	Napojení Vohančic a Heroltic				
			Tlak	Průtok na vtoku	Průtok na výtoku	Rychlost na vtoku	Rychlost na výtoku
			m.v.s	l/s	l/s	m/s	m/s
ZS1	Vohančice	ČSOV 1 Vohančice	40.6	-	12.95	-	1.36
ZS2		ČSOV 2 Vohančice	40.6	-	12.95	-	1.36
ZS3	Heroltice	ČSOV 10 Heroltice	41.5	-	12.95	-	1.58
ZS4		ČOSV 9 Heroltice	Nečerpá				
ZS5		ČSOV 6 Heroltice	41.4	-	12.93	-	1.58
ZS6		ČSOV 3 Heroltice	Nečerpá				
ZS7	Březina	ČSOV 9 Březina	40.9	-	12.64	-	1.54
ZS8		ČSOV 8 Březina	Nečerpá				
ZS9		ČSOV 7 Březina	41.7	-	12.17	-	1.48
ZS10		ČSOV 5 Březina	40.9	-	12.65	-	1.54
ZS11		ČSOV 4 Březina	Nečerpá				
ZS12		ČSOV 2 Březina	Nečerpá				
ZS13		ČSOV 12 Březina	Nečerpá				
ZS14		ČSOV 19 Březina	40.7	-	12.74	-	1.55

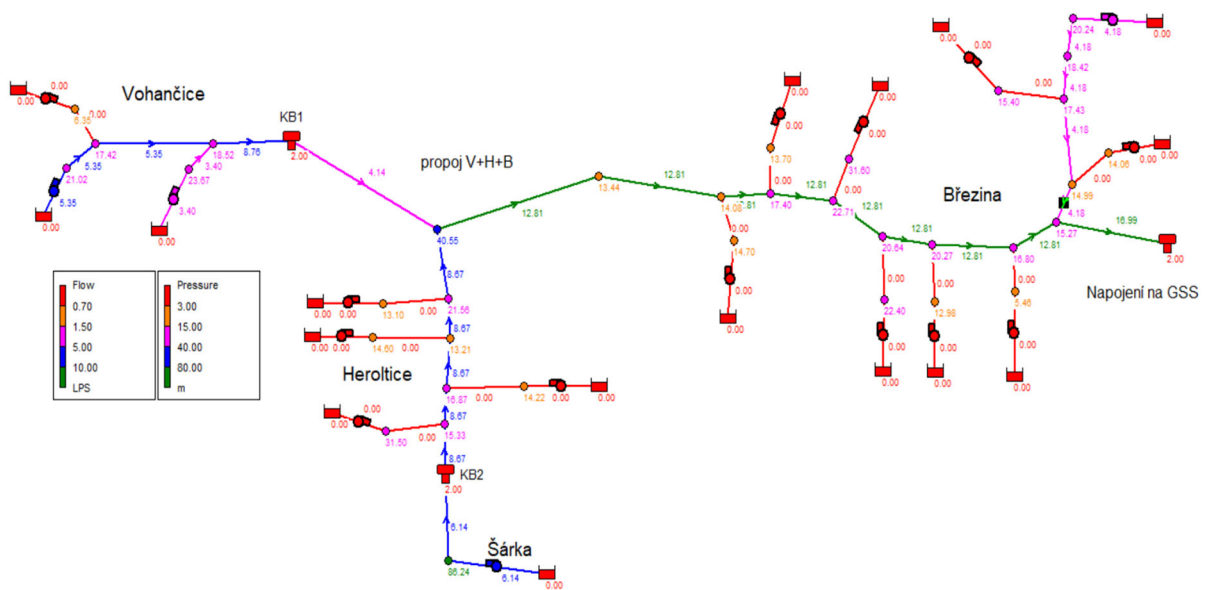
Tab. 8 Hodnoty exportované z programu Epanet v bodě „KB2“

Zatěžovací stav	Obec	Zapnuté čerpadlo	Kritický bod 2				
			Tlak	Průtok na vtoku	Průtok na výtoku	Rychlost na vtoku	Rychlost na výtoku
			m.v.s	l/s	l/s	m/s	m/s
ZS1	Vohančice	ČSOV 1 Vohančice	2	5.85	8.67	0.96	1.36
ZS2		ČSOV 2 Vohančice	2	6.14	8.67	0.96	1.36
ZS3	Heroltice	ČSOV 10 Heroltice	2	6.14	6.01	0.96	0.94
ZS4		ČOSV 9 Heroltice	Nečerpá				
ZS5		ČSOV 6 Heroltice	2	6.14	7.84	0.96	1.23
ZS6		ČSOV 3 Heroltice	Nečerpá				
ZS7	Březina	ČSOV 9 Březina	2	6.14	8.59	0.96	1.35
ZS8		ČSOV 8 Březina	Nečerpá				
ZS9		ČSOV 7 Březina	2	6.14	8.38	0.96	1.32
ZS10		ČSOV 5 Březina	2	6.14	8.59	0.96	1.35
ZS11		ČSOV 4 Březina	Nečerpá				
ZS12		ČSOV 2 Březina	Nečerpá				
ZS13		ČSOV 12 Březina	Nečerpá				
ZS14		ČSOV 19 Březina	2	6.14	8.64	0.96	1.36

Tab. 9 Hodnoty exportované z programu Epanet v bodě "napojení na GSS na ČOV Březina"

	Obec	Zapnuté čerpadlo	Napojení TSS na GSS na ČOV
--	------	------------------	----------------------------

Zatěžovací stav			Tlak	Průtok na vtoku	Rychlost na vtoku
			m.v.s	l/s	m/s
ZS1	Vohančice	ČSOV 1 Vohančice	2	16.98	2.07
ZS2		ČSOV 2 Vohančice	2	16.98	2.07
ZS3	Heroltice	ČSOV 10 Heroltice	2	17.09	2.08
ZS4		ČSOV 9 Heroltice	Nečerpá		
ZS5	Heroltice	ČSOV 6 Heroltice	2	17.07	2.08
ZS6		ČSOV 3 Heroltice	Nečerpá		
ZS7	Březina	ČSOV 9 Březina	2	17.17	2.09
ZS8		ČSOV 8 Březina			
ZS9		ČSOV 7 Březina	2	18.2	2.22
ZS10		ČSOV 5 Březina	2	17.34	2.11
ZS11		ČSOV 4 Březina	Nečerpá		
ZS12		ČSOV 2 Březina	Nečerpá		
ZS13		ČSOV 12 Březina	Nečerpá		
ZS14		ČSOV 19 Březina	2	17.34	2.11



Obr. 19 Ukázka zatěžovacího stavu č.1 - průtoky

5 ZÁVĚR

Hlavním cílem práce bylo popsat veškeré závady, které se vyskytují na tlakových kanalizacích. Především tedy v obcích Březina – Heroltice – Vohančice. Dále posouzení tlaků na tlakové stokové síti ve vybraných obcích. Nakonec zpracování a vytvoření přehledných situací pro provozování. Práce by měla sloužit nejen jako shrnutí závad pro provozovatele, které se vyskytují na TSS, ale i jako zkušenost s navrhováním nových tlakových stokových sítí.

Zkušenosti s provozováním tlakové stokové sítě ve jsou zhruba 60-70 let. Za tu dobu proběhlo mnoho výzkumů a vyvinula se spousta nových technologií a metod, která umožňují jednodušší a pohodlnější provozování tlakových kanalizací. Vědci se zaměřili at' na chování celé tlakové sítě, nebo jen návrhem jednotlivých prvků, každý poznatek byl užitečný pro návrh nových tlakových stokových sítí. Aby síť dobře fungovala, je potřeba už na začátku ji správně navrhnout, jelikož každá chyba v návrhu může znamenat fatální následky na provozuschopnost sítě. At' se třeba může jednat o poddimenzování čerpadel, kde jejich navržený výkon nemusí stačit pro splnění minimálních unášecích rychlostí, v extrémních případech nemusí ani přečerpávat terénní nerovnost. Nebo naopak předimenzování trubní sítě, kdy se může tvořit uvnitř potrubí velká doba zdržení a vlivem anaerobních procesů znemožnění čištění odpadní vody na ČOV. Celý návrh potom by měl projít hydraulickou analýzou v příslušném software. Zkontrolují se návrhové parametry čerpadel, potrubí atd. Po těchto náležitostech se stavba zrealizuje a nastává provoz. Zde při provozování ale mohou nastat poruchy, které nemusí být na první pohled při návrhu zjevné, a to jsou závady např. vlivem špatného zacházení uživatelů kanalizace. Proto tato práce popsala nejčastější typy poruch a závady přímo na síti TSS Březiny – Heroltic – Vohančic.

Dále se na síti posuzovaly tlakové poměry na tlakové stokové síti vybraných obcí. Při denní špičce, kdy je největší pravděpodobnost, že pojedou naráz více čerpadel, se uvažuje s plně tlakovým prouděním po celé síti. Avšak v průběhu celého dne mimo špičku nejsou dosaženy potřebné tlaky v síti a v nejvyšších místech sítě odpadní vody přechází z tlakového proudění do proudění s volnou hladinou. Síť se začne chovat jako „maloprofilová“ kanalizace, protože teče gravitačně za přispěním přísáváním vzduch z automatických ventilů do potrubí. Zde může nastat problém při nedodržení minimálních unášecích rychlostí, které mohou vést k zanášení nebo až ucpání potrubí. Stejně riziko zanášení platí v místech, kde potrubí má opět vzestupnou tendenci a tvoří se akumulace. Tyto problémy se řeší provozovatel buď' proplachem tlakovou vodou nebo tlakových vzduchem.

V první řadě bych vždy doporučil školení obyvatel obce, přesněji uživatele TSS, o užívání tlakových kanalizací, jak přesně předejít poruchám na vlastních DČJ, kam údržbová služba jezdí nejčastěji a vynakládá tak vlastní finance za výjezdy (pokud takové věci nejsou smluvně ošetřené mezi provozovatelem a uživatelem). Dále se při návrhu v nejlepším případě vyhnout ostřejším směrovým obloukům s místě, kde potrubí jde ze sestupné větve do vzestupné.

6 POUŽITÁ LITERATURA

6.1 ZDROJE Z INTERNETU

- [1] MISZTA-KRUK, Katazryna. Reliability and failure rate analysis of pressure, vacuum and gravity sewer systems based on operating data. *Engineering failure analysis* [online]. 2016, 30. 6. 2015, **2016**(61), 37-45 [cit. 2019-11-10]. ISSN 1350-6307. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350630715300352>
- [8] Čerpací domovní jímka. In: *Cerpacijimky.cz: Eledo s.r.o. - tlaková kanalizace bez starostí* [online]. [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: <https://www.cerpacijimky.cz/tlakova-kanalizace-c10/vybavena-cerpaci-jimka-tlakova-kanalizace-i155/>
- [9] *Euroarmatury.cz: Ventily a klapky - zpětné klapky* [online]. [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: <http://www.euroarmatury.eu/odpadni-voda/ventily-a-klapky/zpetna-klapka-system-awastop>
- [10] [Http://www.kvalitni-cerpadla.cz/](http://www.kvalitni-cerpadla.cz/) [online]. [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: <http://www.kvalitni-cerpadla.cz/Kalova-zpetna-klapka-prirubova-DN-100-DRENO::2433.html>
- [11] *Euroarmatury.cz: Vzdušníky* [online]. [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: <http://www.euroarmatury.eu/odpadni-voda/vzdusniky/zavzdusnovaci-a-odvzdusnovaci-ventil-d-025-ggg-nerez-ocel>
- [12] Asio: čištění a úprava vod. In: *Asio.cz* [online]. [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/as-pump-obce>
- [13] AUTOPEN. Uživatelský manuál. In: *Autopen.cz* [online]. [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: http://www.autopen.net/manual_tlak_kan.pdf
- [18] ČÚZK - Český úřad zeměměřický a katastrální: *Geoportál - Geoprohlížeč* [online]. [cit. 2020-01-09]. Dostupné z: <https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [19] *Kurzy.cz: Města a obce* [online]. [cit. 2020-01-09]. Dostupné z: <https://regiony.kurzy.cz/>

6.2 KNIŽNÍ PUBLIKACE

- [2] BERÁNEK, Josef a Petr PRAX. *Navrhování tlakové kanalizace*. Brno: NOEL 2000, c1998. ISBN 80-86020-08-8.
- [5] RUČKA, J.; KOVÁŘ, J.; ANDRŠ, O.; SUCHÁČEK, T. Aspects of pressure sewerage system design. *MM Science Journal*, 2015, roč. 2015, č. 4, s. 785-789. ISSN: 1803-1269
- [15] CARCICH, Italo G. Pressure Sewer System Demonstration [online]. Washington, D.C.: Office of Research and Monitoring, 1972. Dostupné z WWW: nepis.epa.gov.
- [16] KOVÁŘ, J. Návrh regulace tlaku a průtoku v soustavě čerpadlo-nádrž. Brno: 2013, Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, Vedoucí práce prof. RNDr. Ing. Tomáš Březina, CSc. Disertační práce.
- [17] ROSSMAN, A. L. EPANET 2 Users Manual. United States Environmental Protection Agency US E.P.A. 2000.
- [21] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Stokování a čištění odpadních vod*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003. ISBN 80-214-2535-0.

6.3 NORMY, PŘEDPISY

- [3] ČSN EN 1671. *Venkovní tlakové systémy stokových sítí*. Praha: Český normalizační institut, 1998.
- [4] ČSN 75 6101 *Stokové sítě a kanalizační přípojky*; Český normalizační institut, Praha, 4/2012.
- [6] STRATE *Provozní řád a návod k obsluze k čerpací stanici Strate AWALIFT 74/2*
- [7] KSB *Amarex N Type series Booklet*
- [14] ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č.428/2012 Sb.,

6.4 ÚSTNÍ SDĚLENÍ

- [20] RUČKA, JAN, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí, Žižkova 17, [2020-01-8]

SEZNAM TABULEK

TAB. 1 - ZAZNAMENANÉ PRŮTOKY Z MO BŘEZINA + HEROLTICE + VOHANČICE	35
TAB. 2 - ZAZNAMENANÉ PRŮTOKY Z MO VOHANČICE.....	37
TAB. 3 - ZAZNAMENANÉ PRŮTOKY Z MO HEROLTICE	37
TAB. 4 ROZLOŽENÍ ČS DLE TYPU A LOKALITY UMÍSTĚNÍ	47
TAB. 5 POSOUZENÍ PROUDĚNÍ S VOLNOU HLADINOU VE TLAKOVÉ STOCE Z VOHANČIC NA ČOV BŘEZINA.....	48
TAB. 6 HODNOTY EXPORTOVANÉ Z PROGRAMU EPANET V BODĚ "KB1"	49
TAB. 7 HODNOTY EXPORTOVANÉ Z PROGRAMU EPANET V BODĚ „NAPOJENÍ“ VĚTVÍ Z VOHANČIC A HEROLTIC	50
TAB. 8 HODNOTY EXPORTOVANÉ Z PROGRAMU EPANET V BODĚ „KB2“	50
TAB. 9 HODNOTY EXPORTOVANÉ Z PROGRAMU EPANET V BODĚ "NAPOJENÍ NA GSS NA ČOV BŘEZINA"	50

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR. 1 Q-H CHARAKTERISTIKA HYDRODYNAMICKÝCH ČERPATEL [12].....	16
OBR. 2 Q-H CHARAKTERISTIKA HYDROSTATICKÉHO ČERPADLA [12]	17
OBR. 3 – SCHÉMA FUNGOVÁNÍ ČS SE SEPARACÍ PEVNÝCH LÁTEK [6]	19
OBR. 4 UKÁZKA MOKRÉ ČERPACÍ STANICE [12]	20
OBR. 5 PŘÍKLAD VYSTROJENÍ DOMOVNÍ ČERPACÍ JÍMKY [8]	21
OBR. 6 PŘÍKLAD AUTOMATICKÉHO ODVZDUŠŇOVACÍHO/ZAVZDUŠŇOVACÍHO VENTILU [11].	24
OBR. 7 UKÁZKA FUNGOVÁNÍ PLÁČAČKOVÉ ZPĚTNÉ KLAPKY [9].....	25
OBR. 8 ŘEZ ZPĚTNOU KLAPKOU S KULOVÝM TĚSNÍCÍM TĚLESEM [10]	25
OBR. 9 MAPA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ [18]	27
OBR. 10 SCHÉMA SITUACE KANALIZAČNÍ SÍTĚ V OBCI VOHANČICE.....	29
OBR. 11 SCHÉMA SITUACE KANALIZAČNÍ SÍTĚ V OBCI HEROLTICE.....	30
OBR. 12 SCHÉMA „PROPOJE“ VÝTLAKŮ Z VOHANČIC A HEROLTIC DO BŘEZINY.....	31
OBR. 13 SCHÉMA KANALIZACE V LOKALITĚ HEROLTICE - ŠÁRKA.....	32
OBR. 14 SCHÉMA SITUACE KANALIZAČNÍ SÍTĚ V OBCI BŘEZINA.....	34
OBR. 15 SNÍMKY MÍSTA MO BŘEZINA.....	35
OBR. 16 MÍSTO PROBLÉMU S UCPÁVÁNÍM POTRUBÍ ZA OBCÍ VOHANČICE	44
OBR. 17 ZASTOUPENÍ DIMENZÍ POTRUBÍ NA TLAKOVÉ SÍTĚ	47
OBR. 18 SOUČASNÝ STAV 1.....	48
OBR. 19 UKÁZKA ZATĚŽOVACÍHO STAVU Č.1 - PRŮTOKY	51
OBR. 20 UKÁZKA ZATĚŽOVACÍHO STAVU 1 - RYCHLOSTI.....	52

SEZNAM PŘÍLOH

A. Situace obce Vohančice	M 1:1000
B. Situace „propoje“ mezi obcemi Vohančice – Heroltice – Březina	M 1:1000
C. Situace obce Heroltice	M 1:1000
D. Situace lokality Šárka	M 1:1000
E. Situace obce Březina	M 1:1000
F. Podélný profil synoptický Březina	M 1:1000/100
G. Podélný profil synoptický Heroltice – Vohančice	M 1:1000/100
H. Podélný profil synoptický Heroltice – Šárka	M 1:1000/100

SUMMARY

The main aim of the work was to describe all the defects that occur on the pressure sewerage. Especially in the villages Březina - Heroltice - Vohančice. Furthermore, the assessment of pressures on the pressure sewer network in selected municipalities. Finally, processing and creating clear situations for operation. The work should serve not only as a summary of TSS faults for operators, but also as experience in designing new pressure sewer networks.

The experience with the operation of the pressure sewer network is approximately 60-70 years. Much research has been done over the years, and many new technologies and methods have been developed to make pressure sewerage operations easier and more convenient. The researchers focused either on the behavior of the entire pressure network or just by designing individual elements, each piece of knowledge was useful for designing new pressure sewer networks. For a network to work well, it is necessary to design it right from the start, as any design error can have fatal consequences for network operability. Whether it may be an under-dimensioning of pumps where their designed power may not be sufficient to meet the minimum drag speeds, in extreme cases they may not even overcome the terrain unevenness. Or, on the other hand, oversizing the pipe network, where a large residence time can form inside the pipeline and, due to anaerobic processes, it is impossible to purify the waste water at the WWTP. The entire design should then go through the hydraulic analysis in the appropriate software. The design parameters of pumps, pipelines, etc. are checked. After these requirements, the construction is carried out and operation begins. Here, however, during operation may occur faults, which may not be obvious at first sight during the design, and these are faults, eg due to ill-treatment of sewerage users. Therefore, this work described the most common types of failures and faults directly on the TSS network Březina - Heroltice - Vohančice.

Furthermore, the network assessed the pressure conditions on the pressure sewer network of selected municipalities. At peak times of day, where there is a high probability that several pumps will run at the same time, a full pressure flow across the network is considered. However, during off-peak hours throughout the day, the necessary network pressures are not achieved and at the highest points of the waste water network, they pass from the pressure flow to the free-flow flow. The network starts to behave as a “small-profile” sewer because it flows gravitationally with the help of sucking air from the automatic valves into the pipeline. There may be a problem if the minimum driving speeds are not observed, which can lead to clogging or even clogging of the pipeline. The same risk of fouling applies in places where the pipeline

again has an upward trend and accumulation is formed. These problems are solved by the operator either by flushing with pressurized water or compressed air.

First of all, I would always recommend training residents of the municipality, more precisely TSS users, on the use of pressure sewers, how to precisely prevent breakdowns on their own DČJ, where the maintenance service goes most often and expends its own finances for trips). Furthermore, in the design at best avoid sharper directional curves with the point where the pipe goes from the descending branch to the ascending.