

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A
ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ**

**SNIŽOVÁNÍ NÁTOKU BALASTNÍCH VOD DO
ODDÍLNÉ SPLAŠKOVÉ KANALIZACE**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Bakalant: Pavel Houšť

2011

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Marcely Synáčkové, CSc., a že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

Ve Znojmě 26.4.2011

.....

Poděkování:

Děkuji touto cestou Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za odborné vedení mé bakalářské práce.

Ve Znojmě 26.4.2011

.....

Abstrakt:

Cílem této bakalářské práce je popsat metodiku a způsob měření, sledování a vyhodnocování nátok balastních vod do kanalizačních stok. Dále popsat způsob omezení nátok balastních vod do kanalizačních stok, vyhodnocení naměřených hodnot a posouzení očekávaných přínosů. Toto vyhodnocení se bude týkat kanalizačních stok provozovaných vodárenskou společností VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s. divize Znojmo. Bakalářská práce by měla posoudit negativní vlivy nátok balastních vod, a to jak po stránce ekonomických, tak i ekologických efektů. Z výsledků se nabízí otázka pro diskusi o příčinách přítoku balastních vod do stok.

The aim of this bachelor thesis is to describe the methodology and method of measurement, monitoring and evaluation of ballast water inflow into the sewers. Further to describe the way of restriction of ballast water inflow into sewers, evaluation and assessment of measured values and expected benefits. This evaluation will cover the sewers run by water company STOCK WATER COMPANY, joint-stock company, division Znojmo. Thesis should consider the negative impacts of ballast water inlet, both in terms of economic, and ecological effects. From the results of the draw for a discussion of the causes of the flooding water ballast into the sewers.

Klíčová slova:

potrubí	the pipeline
měření	measurement of the
opravy	repair
kamerová prohlídka	video tour

Obsah.

1.	Úvod	7
2.	Cíle práce	10
3.	Metodika měření, sledování a vyhodnocování nátok balastních vod.	11
4.	Měření průtoku	15
4.1	Měření, sledování a vyhodnocování nátok balastních vod do kanalizace v jednotlivých obcích.	15
4.1.1	Obec Blížkovice	15
4.1.2	Obec Citonice	19
4.1.3	Obec Hevlín	22
4.1.4	Obec Hodonice	26
4.1.5	Obec Jevišovice	28
4.1.6	Obec Oleksovice	33
4.1.7	Obec Prosiměřice	35
4.1.8	Obec Šanov	37
4.1.9	Obec Těšetice	40
4.1.10	Obec Únanov	43
4.2	Měření průtoků v profilu stok	45
5.	Popis biologického čištění odpadních vod	47
5.1	Porovnání čistícího procesu	50
6.	Zvýšené provozní náklady při čerpání balastních vod	52
6.1	Výpočet nákladů na spotřebu elektrické energie N_{el} na čerpání balastních vod na ČOV Šanov	52
7.	Návrh způsobu omezení nátok balastních vod do kanalizačních stok	52
7.1	Související opatření s opravou stok	52
7.1.1	Zjišťování stavu stok	52
7.1.2	Čištění stok	55
7.2	Klasická sanace kanalizačních sítí	56
7.3	Bezvýkopové technologie pro sanaci a opravy stok	57
7.3.1	BT pro opravu či obnovu při zachování konstrukce původního potrubí a jeho dalšího spolupůsobení	57
7.3.2	BT pro opravu či obnovu s odstraněním původních potrubí	59
7.3.3	BT pro stavbu nových stok	59
8.	Diskuse	59
9.	Závěr	61
10.	Použitá literatura	61
11.	Seznam příloh	63

1. Úvod.

Tato bakalářská práce se zabývá snížením nátoků balastních vod do soustav stok oddílné splaškové kanalizace, jejichž provoz a údržbu zajišťuje provozní společnost VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s. divize Znojmo.

Správný návrh, výstavba a provoz stokové sítě je jednou z podmínek zdravého bydlení a uchování životního prostředí. Provoz stokové sítě však přináší i některá hygienická rizika, mezi která lze mimo jiné počítat:

- Stav původních stokových sítí, neodpovídající dnešním požadavkům na stokování.
- Otázku balastních vod a vodotěsnosti stok.

Balastní vody jsou definovány jako nežádoucí přítok vody do systému stokových sítí. Některé balastní vody zatěžují systém kanalizace nárazově, jiné mají charakter stálého zatěžování.

Zdroji nárazově vypouštěných balastních vod jsou:

- Voda podzemní vypouštěná do stokové sítě při provádění staveb z důvodu snižování hladiny podzemních vod,
- Voda dešťová vnikající do kanalizace při intenzivních deštích netěsností kanalizačních šachet a objektů,
- Voda vypouštěná do stok při haváriích vodovodů.

Zdroji kontinuálně odváděných balastních vod jsou:

- Voda podzemní vypouštěná do stok za účelem trvalého snížení hladiny podzemních vod
- Voda podzemní vnikající do stokové sítě v důsledku její netěsnosti,
- Voda pitná a užitková vnikající do stok v důsledku netěsných vodovodů a domovních rozvodů.

Hlavní příčinou vniku balastních vod do stokové sítě je její nedostatečná vodotěsnost.

Ve smyslu ustanovení § 12 zákona č.274/2001 Sb., musí být kanalizace provedeny jako vodotěsné konstrukce. Vodotěsnost kanalizací zabrání infiltraci nebo exfiltraci. Infiltraci se ve stokování rozumí vnikání podzemních vod do stokových sítí a kanalizačních přípojek.

Exfiltrací se rozumí únik odpadních vod ze systému stokových sítí a kanalizačních přípojek do podloží.

Infiltrace i exfiltrace nepříznivě ovlivňují životní prostředí. Při exfiltraci unikající odpadní vody znečišťují zemní prostředí a podzemní vody. Při infiltraci podzemní

voda hydraulicky zatěžuje objekty na stokových sítích a na čistírnách odpadních vod. Ochladuje splaškové odpadní vody a tím negativně ovlivňuje účinnost čistírny. Rozhodujícími faktory pro vodotěsnost je projektová dokumentace stokové sítě a její stavební provedení. Projektová dokumentace i stavba stokových sítí vycházejí z platných norem, zejména z ČSN 756101 – Stokové sítě a kanalizační přípojky a z ČSN EN 1610 – Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení. (PYTL 2004)

Nejvýznamnějším zdrojem balastních vod v systému kanalizace jsou vody vnikající do stok netěsnostmi spojů potrubí, napojením stok na objekty a do objektů na stokové síti. Ještě ve 30. letech byla netěsnost stok a jejich drenážní funkce hodnocena jako přínos ke snížení hladiny podzemních vod, který se měl pozitivně projevit ve zlepšení hygienických podmínek bydlení. Především ve snížení vlhkosti zdiva bytů a s tím související snížení epidemických a jiných onemocnění v odkanalizovaných lokalitách. To bylo realizováno v době, kdy byly omezené možnosti a znalosti provádění izolací základů pozemních staveb a kdy odpadní vody odvodněných měst byly čištěny pouze mechanicky. V současné době se ukazuje, že působení stokové sítě jako drenážního systému vyvolává pro systém kanalizace nežádoucí vlivy jiného typu.

Teplota podzemních vod je nízká, drenážní vody mohou být neznečištěné, případně agresivní, nejčastěji s vysokým obsahem síranů nebo znečištěné vyplavováním jemných usaditelných látek, svým množstvím tak omezují kapacitu stok. Hlavně ale hydraulicky zatěžují objekty ČOV. Přiváděné podzemní vody zředňují a ochlazují splaškové odpadní vody a tím negativně ovlivňují biologické čištění.

Převládá názor, že k infiltraci podzemních vod do stokové sítě dochází tehdy, je-li stoka budována pod souvislou hladinou podzemních vod. Nakypřením zeminy mezi vnější stěnou stoky a původním prostředím při stavbě vzniká cesta nejmenšího odporu pro pronikání vsakované vody k souvislé hladině podzemních vod nebo k výronu ve svazích, proto i za této situace vniká voda netěsnostmi do stoky. Velikost infiltrace těchto podzemních vod do stok závisí na morfologii, tektonice a uspořádání propustných a nepropustných vrstev prostředí, kterým těleso stok prochází. Tyto podmínky musí zvážit projektant. Složitost posouzení infiltrace podzemních vod do stokové sítě ovlivňuje i složitost určení množství tohoto druhu balastních vod. (NYPL a SYNÁČKOVÁ 2002).

V důsledku uvedeného negativního působení podzemních vod na systém kanalizace je odvádění balastních vod možné jen v souladu s kanalizačním řádem. Principiálně je v praxi vžito, že neznečištěné podzemní vody je možné odvádět stokovou sítí dešťové oddílné soustavy a odlehčovacími stokami jednotné soustavy.

Nesmějí být odváděny stokami splaškové soustavy. V souladu s kanalizačním řádem mohou být odváděny stokami jednotné soustavy. Dle ČSN 75 6401 přítok balastních vod do ČOV má být co nejmenších, větší hodnota než 15% průměrného bezdeštného přítoku Q_{24} je nežádoucí.

Prakticky se ve stanovení množství podzemních vod vychází z hodnot $l.s^{-1}.km^{-1}$ stokové sítě bez či s ohledem na materiál a profil stok. Množství balastních vod se vyjadřuje v $\%Q_{24}$ denního bezdeštného množství odpadních vod.

Porovnání množství balastních vod v některých státech:

USA	Min. 5-40% Q_{24}	Průměr 20-75%	Max. 30-85%
	0,14 $l.s^{-1}.km^{-1}$	0,81 $l.s^{-1}.km^{-1}$	2,78 $l.s^{-1}.km^{-1}$

Německo	17-50%	0,17 - 0,5 $l.s^{-1}.km^{-1}$
---------	--------	-------------------------------

Česká republika	0,1 – 1 $l.s^{-1}.km^{-1}$
-----------------	----------------------------

Dle ČSN 73 6701 v úsecích stokové sítě, které jsou založené pod hladinou podzemních vod, se doporučuje počítat s průsakem podzemních vod a k stanovení jejich množství je možné jako podklad použít tolerance na vodotěsnost stok, které uvažuje ČSN 75 6909. Za předpokladu, že doložený únik vody 0,2 l na 1 m² vnitřního povrchu plochy stěny za 30 minut zkoušky vodotěsnosti je roven vniku vod podzemních, v závislosti na velikosti profilu, získané hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce:

Hodnoty vniku vod podzemních do stok, dle zkoušky vodotěsnosti v $l.s^{-1}.km^{-1}$:

Kruhové profily.

DN 250	0,087
DN 300	0,105
DN 400	0,140
DN 500	0,174
DN 600	0,210

Neznečištěné podzemní vody dle ČSN 75 6101 je možné vypouštět do dešťových stok oddílné soustavy. Vypouštění do stok jednotné soustavy či splaškových stok oddílné soustavy je možné jen výjimečně, jen v souladu s kanalizačním řádem, tj se souhlasem provozovatele kanalizace. Stokami splaškové oddílné soustavy by měly být odváděny pouze balastní vody proniklé do stok netěsností. (NYPL a SYNÁČKOVÁ 2002)

Podmínky pro dimenzování stok oddílné splaškové soustavy jsou dány ČSN 75 6101. Stokami splaškové oddílné soustavy jsou odváděny městské odpadní vody, tj. splaškové vody od obyvatel z domácností, splaškové vody z hygienických a sociálních zařízení průmyslových závodů, občanského vybavení apod.

2. Cíle práce:

Cílem této bakalářské práce je:

- A. Popsat metodiku a způsob měření, sledování a vyhodnocování nátok balastních vod do oddílné soustavy splaškových kanalizačních stok.
- B. Popsat způsob omezení nátok balastních vod do kanalizačních stok.
- C. Vyhodnocení naměřených hodnot a posouzení očekávaných přínosů.

Popisu metodiky a způsobu měření, sledování a vyhodnocování balastních vod, bude předcházet popis stávajícího stavu provozované infrastruktury.

VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s. divize Znojmo (dále jen VAS) provozuje v současné době 252 km gravitačních stokových sítí oddílné i jednotné soustavy, včetně 107 čerpacích stanic na těchto kanalizacích a 56,2 km výtlačných řadů z těchto čerpacích stanic. Dále provozuje 18,1 km tlakové kanalizace ve třech obcích včetně 407 domovních čerpacích stanic typu NEPTUN-PRESSKAN.

Nedílnou součástí provozovaných kanalizací je 15 čistíren odpadních vod. 14 z nich jsou čistírny ve velikosti od 600 OE do 3000 EO. Jedna čistírna o velikosti 99000 EO slouží pro čištění odpadních vod z města Znojma a okolních obcí.

Údaje o provozovaných kanalizacích divizí Znojmo jsou uvedeny v příloze č. 1 v tabulce č. K1a, příloze č. 2 v tabulce K1b, příloze č. 3 v tabulce č. K2 a v příloze č. 4 v tabulce č. K3a.

Pro vyhodnocení nátok balastních vod byly vybrány pouze stoky oddílných soustav splaškových kanalizací následujících obcí:

- Blížkovice
- Citonice
- Hevlín
- Hodonice (Tasovice, Krhovice)

- Jevišovice
- Oleksovice
- Prosiměřice
- Šanov (Hrabětice)
- Těšetice
- Únanov

3. Metodika měření, sledování a vyhodnocování nátoku balastních vod.

Vyhodnocení množství nátoku balastních vod vycházelo z měření celkového množství odpadních vod protékajících čistírnami odpadních vod. Množství odpadních vod protékajících čistírnami odpadních vod bylo porovnáváno jak s množstvím fakturované vody dodané do spotřebiště z vodovodních řadů přes vodoměry provozovatele vodovodní sítě odběratelům napojených na vodovodní i splaškovou stokovou síť, tak i s fakturací paušálního množství splaškových vod odběratelů napojených na stokovou síť, mající vlastní zdroje pitných či užitkových vod. Toto porovnání za rok 2010 je znázorněno v tabulce č. 1. Množství odpadních vod protékajících čistírnami odpadních vod je měřeno pracovními a stanovenými měřidly, jejichž funkce je pravidelně ověřována autorizovaným metrologickým střediskem nebo organizací autorizovanou k úřednímu měření. Nevýhodou tohoto způsobu porovnání celkového protečeného množství odpadních vod přes ČOV a vypuštěnými odpadními vodami do kanalizace z jednotlivých nemovitostí je to, že množství skutečně vypuštěné odpadní vody je zjišťováno pouze jednou ročně z pravidelných odečítání vodoměrů. Takže vyhodnocení nátoku balastních vod je možné provést pouze zpětně. Ale i přes uvedený negativní jev je tato metoda celkem jednoduchá a není ani finančně náročná. Naproti tomu množství odpadních vod protékajících čistírnou odpadních vod je možné, díky nainstalovaným kontinuálním průtokoměrům odpadních vod, sledovat nepřetržitě a postupně vyhodnocovat změny projevující se na ČOV. K těmto okamžitým průtokům však není aktuální zpětná vazba ze spotřebiště. Určitou možností, jak měřit a vyhodnocovat průtoky na ČOV a současně i na stokové síti je instalace měření průtoku přímo ve stokách (viz. kapitola 4.2). To je však velmi náročné na přesné stanovení měřících míst a navržení optimální měřicí techniky.

Lokalita	Vyústě dle limitu VHR	Voda odkanaliz. po vyústích (tis.m ³ /r)		%	(tis.m ³ /r)
		celkem	Bez balastních vod Q _r		
Blížkovice	MUZN 81495/2007	32,249	14,071	129,2	18,178
Citonice	MUZN 81828/2007	17,318	17,901	-3,2	-0,583
Hevlín	MUZN 83417/2007	44,224	42,537	3,9	1,687
Hodonice	MUZN 73826/2007	123,249	119,984	2,7	3,265
Jevišovice	MUZN 99368/2006	70,024	25,421	175,5	44,603
Oleksovice	Vod 24d2 18407/2004-Ko	17,639	18,612	-5,2	-0,973
Prosiměřice	MUZN 81627/2007	40,285	32,876	22,5	7,409
Šanov	MUZN 74164/2007 prodloužení platnosti	109,685	60,364	81,7	49,321
Těšetice	MUZN 83377/2007	16,088	17,380	-7,4	-1,292
Únanov	Vod 23d2 21941/2003-Ko MUZN21464/2010	57,831	36,443	58,7	21,388

Tabulka č. 1 – množství balastních vod.

Zdroj: databáze VAS.

Z uvedené tabulky je patrné, že některé soustavy oddílné splaškové kanalizace a na ně navazující čistírny odpadních vod jsou v poměru k odváděné odpadní splaškové vodě extrémně zatěžovány balastními vodami (Jevišovice, Blížkovice, Šanov, Únanov).

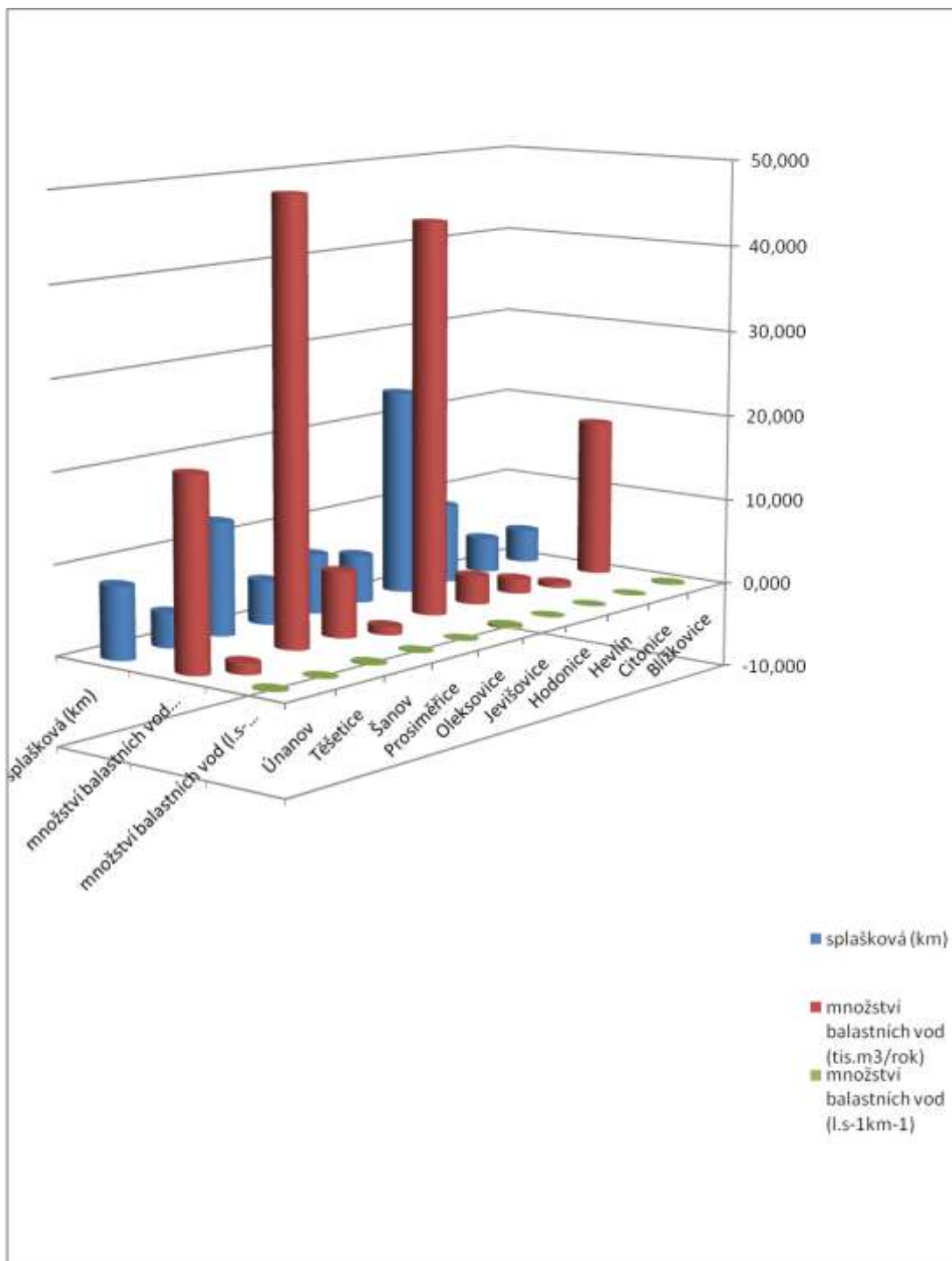
V následující tabulce č. 2 a grafu č. 1 bylo provedeno porovnání množství balastních vod za rok 2010 na jednotlivých soustavách oddílné splaškové kanalizace v závislosti na délce provozovaných kanalizačních stok.

Byl proveden přepočít množství balastních vod v l.s⁻¹.km⁻¹ a souhrn hodnot byl uveden v tabulce č. 2 a grafu č. 1.

síť v obci	splašková (km)	množství balastních vod (tis.m ³ /rok)	množství balastních vod (l.s ⁻¹ km ⁻¹)
Blížkovice	3,867	18,178	0,149
Citonice	3,987	-0,583	-0,005
Hevlín	9,092	1,687	0,006
Hodonice	23,441	3,265	0,004
Jevišovice	5,474	44,603	0,258
Oleksovice	6,768	-0,973	-0,005
Prosiměřice	4,956	7,409	0,047
Šanov	12,745	49,321	0,123
Těšetice	3,888	-1,292	-0,011
Únanov	8,104	21,388	0,084

Tabulka č. 2 – množství balastních vod v závislosti na délce stok.

Zdroj: databáze VAS.



Graf č. 1- množství balastních vod v závislosti na délce stok.

Zdroj: databáze VAS.

Výše uvedené výsledky jsou vztahy na průměrné roční množství splaškových a balastních vod.

V následujících tabulkách a grafech jsou znázorněny průtoky odpadních vod jednotlivými čistírnami a soustavami splaškové oddílné kanalizace v jednotlivých měsících roku 2010.

Průměrný denní průtok splaškových vod Q_{24} byl určen z ročního množství dodávané, měřené a fakturované vody Q_r . Bylo předpokládáno, že průměrné denní množství splaškových vod je přibližně stejné každý den, potom byly pro názornost vytvořeny tabulky s porovnáním měsíčních průtoků celkového množství na ČOV s průtoky splaškových vod bez balastních vod na jednotlivých čistírnách. Údaje o těchto průtocích jsou uvedeny v tabulkách č. 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21.

Vedle kvantitativních ukazatelů na jednotlivých čistírnách odpadních vod jsou k dispozici i kvalitativní ukazatele a to ve formě rozborů odpadních vod přitékajících na jednotlivé ČOV uvedených v tabulkách č. 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22. V rozborech jsou podchyceny základní ukazatele znečištění odpadních vod:

BSK₅ – biochemická spotřeba kyslíku (mg O₂/l)

CHSK – chemická spotřeba kyslíku (mg O₂/l)

NL - nerozpuštěné látky (mg/l)

N-NH₄ - amoniakální dusík (mg/l)

I z těchto rozborů odpadních vod je patrné, že ve většině případů, kdy byly kanalizační stoky a čistírny zatěžovány nátokem balastních vod, byly i koncentrace znečištění odpadních vod na přítoku do ČOV nižší. Z toho vyplývá, že splaškové odpadní vody byly zředovány balastními vodami vnikajícími do stokové sítě.

4. Měření průtoku.

4.1 Měření, sledování a vyhodnocování nátoků balastních vod do kanalizace v jednotlivých obcích.

4.1.1 Obec Blížkovice:

Nachází se cca 30 km severozápadně od města Znojma. V obci je vybudována soustava oddílné splaškové kanalizace. Výstavba 1. etapy kanalizace v obci Blížkovice byla ukončena v roce 1991. Pro zhotovení kanalizace byly použity železobetonové trouby TZR DN 300. 2. etapa kanalizace byla uvedena do provozu v roce 2001. Na výstavbu kanalizace bylo použito kameninové potrubí KT DN 250. V současné době je na kanalizaci napojeno 704 obyvatel. Z průměrného denního průtoku splaškových vod $Q_{24} = Q_r : 365 = 14071 : 365 = 38,6 \text{ m}^3$, můžeme orientačně vypočítat potřebu vody q – pro jednoho obyvatele na den (l/den).

$$Q_{24} = O \cdot q / 1000, \quad q = Q_{24} \times 1000 / O \quad O \dots \text{počet obyvatel}$$

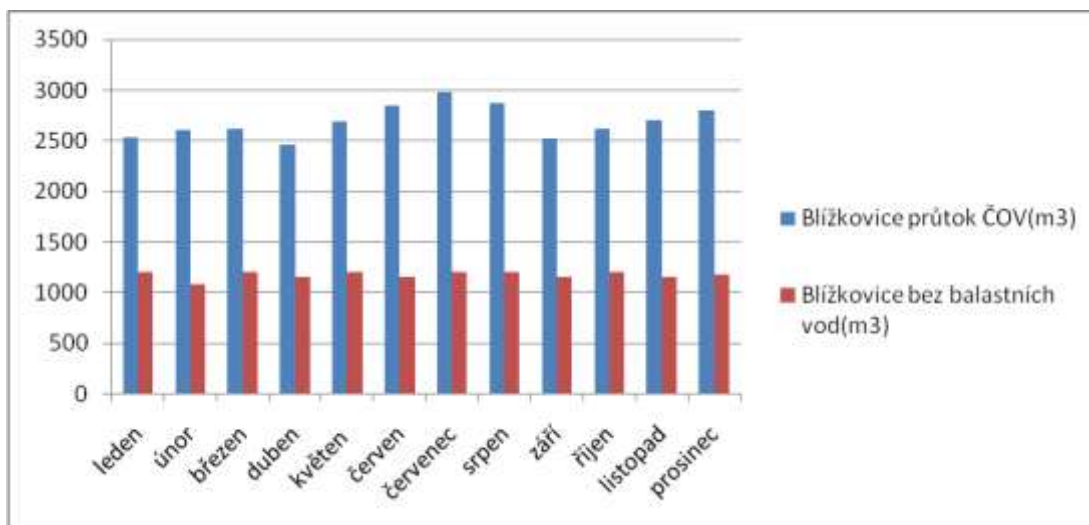
$$q = 38,6 \times 1000 / 704 = 54,8 \text{ l/den.}$$

Potřeba vody v obci Blížkovice činí cca 55 l na jednoho obyvatele a den.

Blížkovice			
	průtok ČOV(m ³)	bez balastních vod(m ³)	% balastních vod
leden	2535	1197	111,9
únor	2608	1081	141,3
březen	2618	1197	118,8
duben	2463	1158	112,7
květen	2687	1197	124,6
červen	2843	1158	145,5
červenec	2983	1197	149,3
srpen	2868	1197	139,7
září	2523	1158	117,9
říjen	2620	1197	119,0
listopad	2698	1158	133,0
prosinec	2801	1179	137,7
celkem	32247	14071	Průměr 129,3

Tabulka č. 3 – průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.

Zdroj: databáze VAS



Graf č. 2 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.

Zdroj: z tabulky 3.

Z uvedené tabulky a grafu je patrné, že do soustavy oddílné splaškové kanalizace v obci Blížkovice je téměř stálý nátok balastních vod. Zvýšené množství balastních vod se projevilo v měsíci červen, červenec a srpen 2010. To bylo způsobeno větší infiltrací balastních vod, které vnikly do kanalizace v důsledku nasycení zeminy kolem kanalizačního potrubí ze srážek. Monitoringem kanalizačního potrubí byla prokázána netěsnost kanalizačního potrubí video záznamem a na níže uvedených fotografiích č. 1, 2, 3, 4:

Fotografie netěsností kanalizačního potrubí v Blížkovicích.



Foto č. 1 – popraskané potrubí na dřívku trouby. Zdroj: z videozáznamu VAS.



Foto č. 2 – netěsný nedoražený spoj potrubí. Zdroj: z videozáznamu VAS.



Foto č. 3 – poškozené potrubí ve spoji.

Zdroj: z videozáznamu VAS.



Foto č. 4 – netěsný spoj.

Zdroj: z videozáznamu VAS.

Rozbory odpadních vod na ČOV Blížkovice v roce 2010								
Rozbory odpadních vod na ČOV Blížkovice v roce 2010 – přítok								
<i>datum</i>	<i>číslo</i>	<i>místo</i>	<i>typ vzorku</i>	<i>teplota</i>	<i>BSK5</i>	<i>CHSK</i>	<i>NL</i>	<i>N-NH₄</i>
	<i>protokolu</i>			[°C]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
06.01.		přítok	A - 2 hod.		510	1314	681	66,00
03.02.		přítok	A - 2 hod.		337	1347	1011	42,40
03.03.		přítok	A - 2 hod.		64	177	162	12,20
07.04.		přítok	A - 2 hod.		165	342	208	31,10
26.05.		přítok	A - 2 hod.		67	298	151	28,20
02.06.		přítok	A - 2 hod.		219	459	336	26,60
08.07.		přítok	A - 2 hod.		300	723	296	64,80
04.08.		přítok	A - 2 hod.		79	319	115	12,20
22.09.		přítok	A - 2 hod.		255	579	191	35,50
26.10.		přítok	A - 2 hod.		494	774	685	363,30
03.11.		přítok	A - 2 hod.		1086	2324	1620	45,90
02.12.		přítok	A - 2 hod.		323	691	246	57,00
		[mg/l]	průměr		324,92	778,92	475,17	65,433
		[t]	balance		10,48	25,1	15,32	2,110
			max.		1086	2324	1620	363,3

Tabulka č. 4 – rozbory odpadních vod na přítoku do ČOV.

Zdroj: laboratoř VAS.

4.1.2 Obec Citonice.

Nachází se cca 9 km západně od města Znojma. V obci je vybudována soustava oddílné splaškové kanalizace. První etapa výstavby splaškové kanalizace v obci Citonice byla zahájena v roce 2000. Pro výstavbu kanalizace bylo použito plastové potrubí PVC DN 300 a kameninové potrubí DN 250. Druhá etapa výstavby kanalizace byla zahájena v roce 2004. Materiál kanalizačního potrubí byla kamenina DN 250.

V současné době je na kanalizaci napojeno 520 obyvatel. Z průměrného denního průtoku splaškových vod $Q_{24} = Q_r : 365 = 17901 : 365 = 49 \text{ m}^3$ můžeme orientačně vypočítat potřebu vody q – pro jednoho obyvatele na den (l/den).

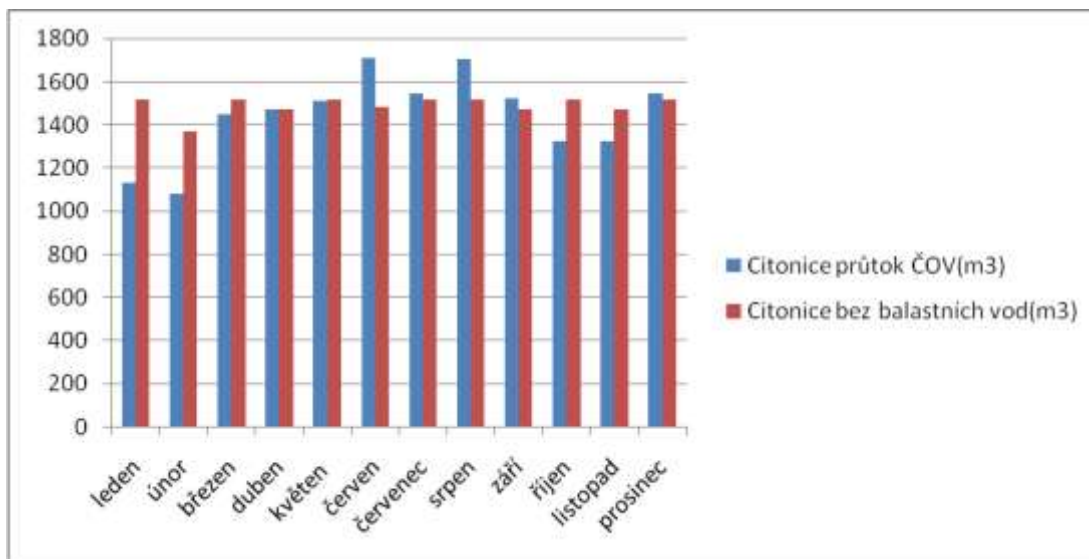
$$Q_{24} = O \cdot q / 1000, \quad q = Q_{24} \times 1000 / O \quad O \dots \text{počet obyvatel}$$

$q = 49 \times 1000 / 520 = 94,2 \text{ l/den}$. Potřeba vody v obci Citonice činí cca 94 l na jednoho obyvatele a den.

Citonice			
	průtok ČOV(m ³)	bez balastních vod(m ³)	% balastních vod
leden	1133	1519	-25,4
únor	1082	1372	-21,1
březen	1449	1519	-4,6
duben	1474	1470	0,3
květen	1512	1519	-0,5
červen	1708	1486	14,9
červenec	1546	1519	1,8
srpen	1703	1519	12,1
září	1521	1470	3,5
říjen	1323	1519	-12,9
listopad	1322	1470	-10,1
prosinec	1545	1519	1,7
celkem	17318	17901	průměr -3,4

Tabulka č. 5 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.

Zdroj: databáze VAS.



Graf č. 3 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.

Zdroj: z tabulky č. 5.

Z uvedené tabulky a grafu vidíme, že nátok balastních vod do soustavy oddílné splaškové kanalizace v obci Citonice je zanedbatelný. Mírné zvýšení nátok balastních vod v měsíci červen a srpen bylo způsobeno převážně netěsnostmi poklopů šachet při dešťových srážkách. V konečném vyhodnocení bylo na této kanalizaci vyčísleno více splaškových vod vypuštěných do kanalizace než odpadních vod naměřených na odtoku z ČOV.

Rozbory odpadních vod na ČOV Citonice v roce 2010								
Rozbory odpadních vod na ČOV Citonice v roce 2010 – přítok								
<i>datum</i>	<i>číslo</i>	<i>místo</i>	<i>typ vzorku</i>	<i>teplota</i>	<i>BSK5</i>	<i>CHSK</i>	<i>NL</i>	<i>N-NH₄</i>
	<i>protokolu</i>			<i>[°C]</i>	<i>[mg/l]</i>	<i>[mg/l]</i>	<i>[mg/l]</i>	<i>[mg/l]</i>
07.01.		přítok	A - 2 hod.		770	2182	1626	115,60
04.02.		přítok	A - 2 hod.		251	840	201	100,00
04.03.		přítok	A - 2 hod.		422	875	285	98,00
01.04.		přítok	A - 2 hod.		577	1020	354	54,00
05.05.		přítok	A - 2 hod.		330	636	317	61,80
22.06.		přítok	A - 2 hod.		368	688	268	100,40
01.07.		přítok	A - 2 hod.		309	605	240	78,00
31.08.		přítok	A - 2 hod.		280	686	313	41,40
22.09.		přítok	A - 2 hod.		574	1098	354	84,80
05.10.		přítok	A - 2 hod.		366	786	338	103,00
15.11.		přítok	A - 2 hod.		479	1008	398	92,8
22.12.		přítok	A - 2 hod.		491	994	314	70,6
		[mg/l]	průměr		434,75	951,5	417,33	83,367
		[t]	balance		7,53	16,5	7,23	1,444
			max.		770	2182	1626	115,6

Tabulka č. 6 - rozbory odpadních vod na přítoku do ČOV.

Zdroj: laboratoř VAS.

4.1.3 Obec Hevlín.

Nachází se cca 26 km východně od města Znojma. V obci je vybudována soustava oddílné splaškové kanalizace. První etapa výstavby splaškové kanalizace v obci Hevlín byla zahájena v roce 2000. Pro výstavbu kanalizace bylo použito plastové

potrubí PVC DN 300 a DN 250. Druhá etapa výstavby kanalizace byla zahájena v roce 2004. Materiál kanalizačního potrubí byl plast PVC DN 250.

V současné době je na kanalizaci napojeno 1380 obyvatel. Z průměrného denního průtoku splaškových vod $Q_{24} = Q_r : 365 = 42537 : 365 = 116,5 \text{ m}^3$ můžeme orientačně vypočítat potřebu vody q – pro jednoho obyvatele na den (l/den).

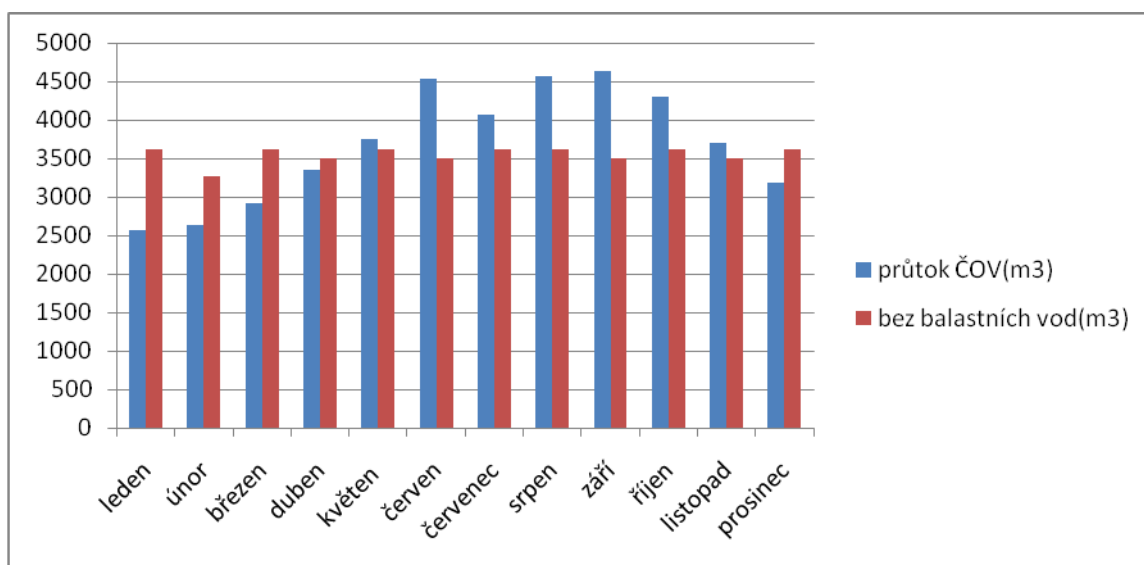
$$Q_{24} = O \cdot q / 1000, \quad q = Q_{24} \times 1000 / O \quad O \dots \text{počet obyvatel}$$

$q = 116,5 \times 1000 / 1380 = 84,4 \text{ l/den}$. Potřeba vody v obci Hevlín činí cca 84 l na jednoho obyvatele a den.

Hevlín	průtok ČOV(m ³)	bez balastních vod(m ³)	% balastních vod
leden	2568	3612	-28,9
únor	2632	3262	-19,3
březen	2914	3612	-19,3
duben	3354	3495	-4,0
květen	3748	3612	3,8
červen	4535	3497	29,7
červenec	4068	3612	12,6
srpen	4571	3615	26,5
září	4635	3504	32,3
říjen	4302	3612	19,1
listopad	3704	3495	6,0
prosinec	3193	3612	-11,6
celkem	44224	42537	3,9

Tabulka č. 7 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.

Zdroj: databáze VAS.



Graf č. 4 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.

Zdroj: z tabulky č. 7.

Rozbory odpadních vod na ČOV Hevlín v roce 2010								
Rozbory odpadních vod na ČOV Hevlín v roce 2010 - přítok								
<i>datum</i>	<i>číslo</i>	<i>místo</i>	<i>typ vzorku</i>	<i>teplota</i>	<i>BSK5</i>	<i>CHSK</i>	<i>NL</i>	<i>N-NH₄</i>
	<i>protokolu</i>			[°C]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
19.01.		přítok	A - 2 hod.		460	1224	478	81,80
16.02.		přítok	A - 2 hod.		268	1140	239	84,20
16.03.		přítok	A - 2 hod.		398	1170	569	73,90
08.04.		přítok	A - 2 hod.		1025	2176	2181	65,30
18.05.		přítok	A - 2 hod.		567	1989	1228	15,80
15.06.		přítok	A - 2 hod.		674	1623	997	33,20
20.07.		přítok	A - 2 hod.		285	776	362	80,20
17.08.		přítok	A - 2 hod.		443	866	654	54,60
16.09.		přítok	A - 2 hod.		69,6	224	107	28,20
12.10.		přítok	A - 2 hod.		325	589	339	52,80
09.11.		přítok	A - 2 hod.		341	617	255	57,70
07.12.		přítok	A - 2 hod.		430	1084	439	68,70
		[mg/l]	průměr		440,47	1123,2	654	58,033
		[t]	balance		19,48	49,7	28,92	2,566
			max.		1025	2176	2181	84,2

Tabulka č. 8 - rozbory odpadních vod na přítoku do ČOV.

Zdroj: laboratoř VAS.

Z uvedené tabulky a grafu vidíme, že nátok balastních vod do soustavy oddílné splaškové kanalizace v obci Hevlín je mírně zvýšený. Nátok balastních vod v měsíci červen, červenec, srpen a září byl způsoben převážně netěsnostmi poklopů šachet při dešťových srážkách.

4.1.4 Obec Hodonice.

Nachází se cca 9 km východně od města Znojma. Na čistírnu odpadních vod v Hodonicích jsou odváděny i splaškové vody z obcí Tasovice a Krhovice. Výstavba kanalizace a čistírny odpadních vod byla zahájena v roce 2005 a uvedena do provozu v roce 2006. Na výstavbu kanalizace bylo použito kameninové potrubí DN 250 a plastové potrubí z polypropylenu DN 250 a DN 300.

V současné době je na kanalizaci napojeno 3364 obyvatel. Z průměrného denního průtoku splaškových vod $Q_{24} = Q_r : 365 = 119984 : 365 = 328,7 \text{ m}^3$

můžeme orientačně vypočítat potřebu vody q – pro jednoho obyvatele na den (l/den).

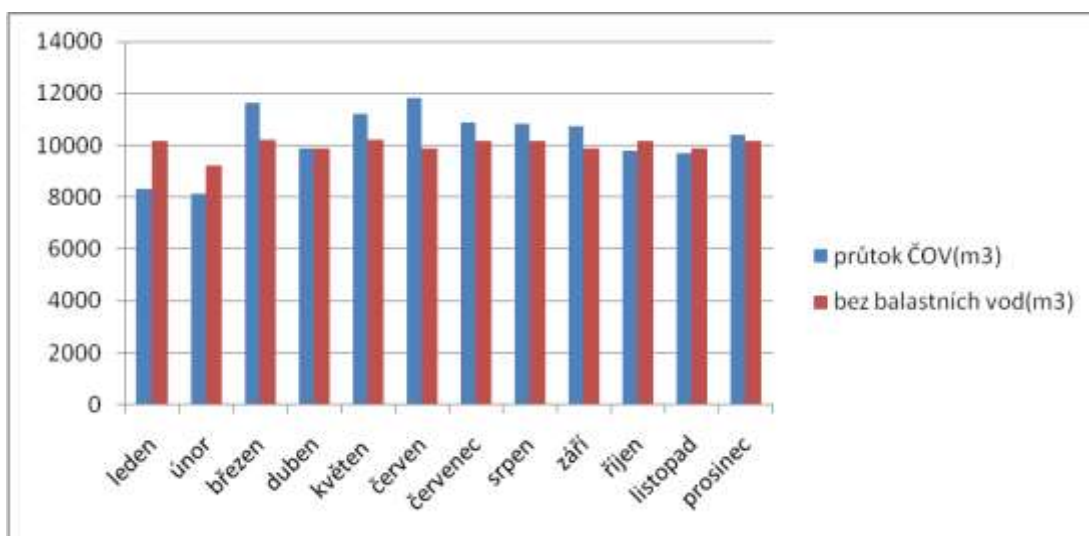
$$Q_{24} = O \cdot q / 1000, \quad q = Q_{24} \times 1000 / O \quad O \dots \text{počet obyvatel}$$

$q = 328,7 \times 1000 / 3364 = 97,7 \text{ l/den}$. Potřeba vody v obci Hodonice, Tasovice a Krhovice činí cca 98 l na jednoho obyvatele a den.

Hodonice	průtok ČOV(m ³)	bez balastních vod(m ³)	% balastních vod
leden	8322	10190	-18,3
únor	8118	9204	-11,8
březen	11620	10195	14,0
duben	9896	9861	0,4
květen	11221	10193	10,1
červen	11805	9861	19,7
červenec	10860	10190	6,6
srpen	10816	10190	6,1
září	10727	9861	8,8
říjen	9780	10190	-4,0
listopad	9673	9861	-1,9
prosinec	10411	10190	2,2
celkem	123249	119984	2,6

Tabulka č. 9 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.

Zdroj: databáze VAS.



Graf č. 5 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.

Zdroj: z tabulky č. 9.

Z uvedené tabulky a grafu vidíme, že nátok balastních vod do soustavy oddílné splaškové kanalizace v obci Hodonice je nepatrný. Mírné zvýšení nátoků balastních vod v měsíci květen a červen bylo způsobeno převážně netěsnostmi poklopů šachet při dešťových srážkách. V březnu se projevilo tání sněhu a zatékání těchto vod do kanalizace převážně také netěsnostmi poklopů.

Rozbory odpadních vod na ČOV Hodonice v roce 2010								
Rozbory odpadních vod na ČOV Hodonice v roce 2010 – přítok								
<i>datum</i>	<i>číslo</i>	<i>místo</i>	<i>typ vzorku</i>	<i>teplota</i>	<i>BSK5</i>	<i>CHSK</i>	<i>NL</i>	<i>N-NH₄</i>
	<i>protokolu</i>			<i>[°C]</i>	<i>[mg/l]</i>	<i>[mg/l]</i>	<i>[mg/l]</i>	<i>[mg/l]</i>
12.01.		přítok	B - 24 hod.		484	1912	597	19,6
09.02.		přítok	B - 24 hod.		91	440	202	4,2
09.03.		přítok	B - 24 hod.		146	364	212	45,1
12.04.		přítok	B - 24 hod.		264	611	316	37,6
11.05.		přítok	B - 24 hod.		304	1304	1113	22,8
08.06.		přítok	B - 24 hod.		107	859	739	3,5
13.07.		přítok	B - 24 hod.		110	471	256	23,9
17.08.		přítok	B - 24 hod.		139	405	235	30,8
07.09.		přítok	B - 24 hod.		92	190	106	25
06.10.		přítok	B - 24 hod.		76,1	329	249	6
23.11.		přítok	B - 24 hod.		479	1234	1114	18,30
14.12.		přítok	B - 24 hod.		234	725	367	45,20
		[mg/l]	průměr		210,51	737	458,83	23,5
		[t]	balance		25,94	90,8	56,55	2,896
			max.		484	1912	1114	45,2

Tabulka č. 10 - rozbory odpadních vod na přítoku do ČOV.

Zdroj: laboratoř VAS.

4.1.5 Obec Jevišovice.

Nachází se cca 28 km severně od města Znojma. V obci je vybudována soustava oddílné splaškové kanalizace. První etapa kanalizace v obci Jevišovice byla vybudována v letech 1990 – 1991. Pro stavbu kanalizace byly použity betonové

trouby TBR DN 300. Z protokolů kamerové prohlídky a z videozáznamu jsou patrné netěsnosti hlavně ve spojích betonových trub. Viz. foto č. 5, 6, 7.



Foto č. 5 – netěsný spoj kanalizace.

Zdroj: z videozáznamu VAS.



Foto č. 6 - netěsné dno šachty.

Zdroj: z videozáznamu VAS.



Foto č. 7 – přesazený a nedoražený spoj.

Zdroj: z videozáznamu VAS.



Foto č. 8 - Průtok splaškové a balastní vody spádlišťovou šachtou.

Zdroj: fotodokumentace VAS.

Snímek byl pořízen 15.6.2010 na kmenové stoce v Jevišovicích.

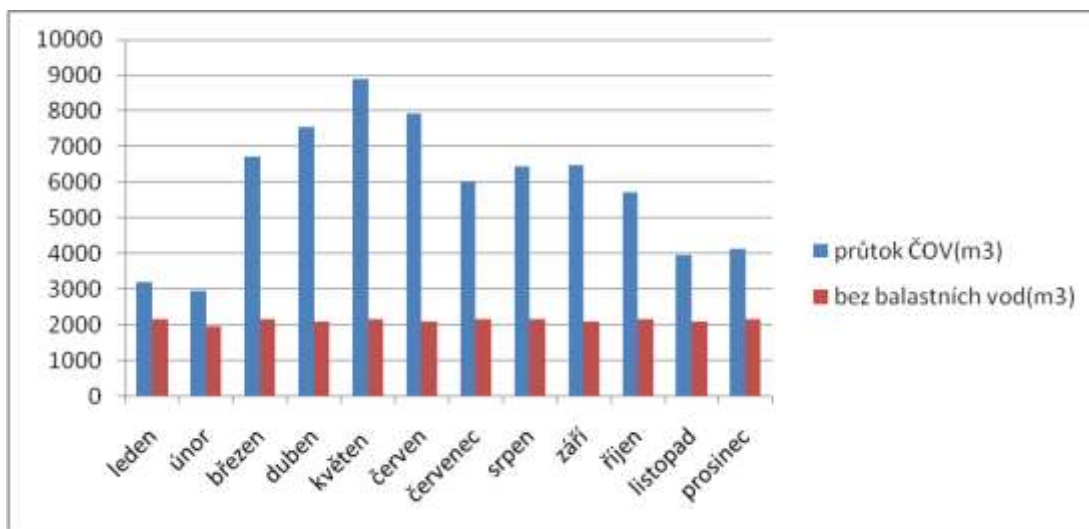
V současné době je na kanalizaci napojeno 797 obyvatel. Z průměrného denního průtoku splaškových vod $Q_{24} = Q_r : 365 = 25421 : 365 = 69,6 \text{ m}^3$ můžeme orientačně vypočítat potřebu vody q – pro jednoho obyvatele na den (l/den).

$$Q_{24} = O \cdot q / 1000, \quad q = Q_{24} \times 1000 / O \quad O \dots \text{počet obyvatel}$$

$q = 69,6 \times 1000 / 797 = 87,3 \text{ l/den}$. Potřeba vody v obci Jevišovice činí cca 87 l na jednoho obyvatele a den.

Jevišovice	průtok ČOV(m ³)	bez balastních vod(m ³)	% balastních vod
leden	3200	2158	48,3
únor	2939	1949	50,8
březen	6721	2158	211,5
duben	7557	2088	261,9
květen	8904	2158	312,7
červen	7942	2088	280,4
červenec	6017	2170	177,3
srpen	6443	2162	198,0
září	6480	2088	210,3
říjen	5721	2158	165,2
listopad	3960	2088	89,7
prosinec	4140	2158	91,9
celkem	70024	25421	174,8

Tabulka č. 11 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních
Zdroj: databáze VAS.



Graf č. 6 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.
Zdroj: z tabulky č. 11.

Na oddílné stokové soustavě splaškové kanalizace v Jevišovicích, je zřetelný nátok balastních vod. Z tabulky a grafu je evidentní, že stoková síť je velmi netěsná a projevuje se na ni nátok převážně srážkových vod zasakujících se do podloží, ve kterém je uloženo kanalizační potrubí. Kanalizační potrubí je na mnoha místech vedeno v nezpevněných zelených plochách.

Rozbory odpadních vod na ČOV Jevišovice v roce 2010								
Rozbory odpadních vod na ČOV Jevišovice v roce 2010 - přítok								
<i>datum</i>	<i>číslo</i>	<i>místo</i>	<i>typ vzorku</i>	<i>teplota</i>	<i>BSK5</i>	<i>CHSK</i>	<i>NL</i>	<i>N-NH₄</i>
	<i>protokolu</i>			[°C]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
27.01.		přítok	A - 2 hod.		279	827	350	31,3
24.02.		přítok	A - 2 hod.		159	484	153	17,3
24.03.		přítok	A - 2 hod.		225	493	131	28,6
22.04.		přítok	A - 2 hod.		89	229	71	13
20.05.		přítok	A - 2 hod.		81	196	60	8,5
17.06.		přítok	A - 2 hod.		18,6	100	34	5,5
28.07.		přítok	A - 2 hod.		62	115	62	14,1
26.08.		přítok	A - 2 hod.		73	195	88	16
23.09.		přítok	A - 2 hod.		242	594	205	52,8
14.10.		přítok	A - 2 hod.		113	328	108	22,2
11.11.		přítok	A - 2 hod.		177	467	182	52,5
16.12.		přítok	A - 2 hod.		74	236	66	14,8
		[mg/l]	průměr		132,72	355,33	125,83	23,05
		[t]	balance		9,29	24,9	8,81	1,614
			max.		279	827	350	52,8

Tabulka č. 12 - rozbory odpadních vod na přítoku do ČOV.

Zdroj: laboratoř VAS.

4.1.6 Obec Oleksovice.

Nachází se cca 23 km východně od města Znojma. V celé obci Oleksovice je vybudován systém tlakové kanalizace. Takže v daném případě je nátok balastních vod do tohoto systému kanalizace téměř vyloučen. Kanalizace je tvořena z domovních čerpacích stanic, z tlakového kanalizačního potrubí zaústěného na čistírnu odpadních vod.

V současné době je na kanalizaci napojeno 676 obyvatel. Z průměrného denního průtoku splaškových vod $Q_{24} = Q_r : 365 = 18612 : 365 = 51 \text{ m}^3$ můžeme orientačně vypočítat potřebu vody q – pro jednoho obyvatele na den (l/den).

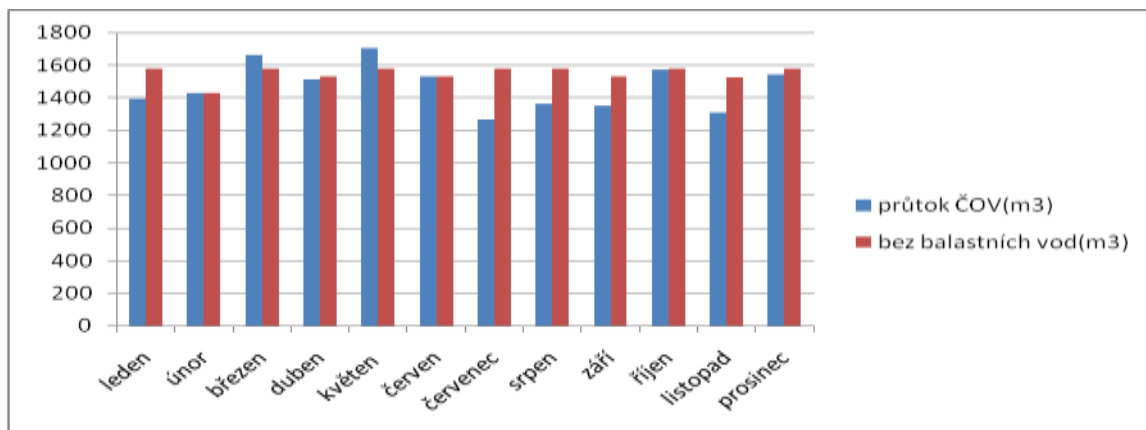
$$Q_{24} = O \cdot q / 1000, \quad q = Q_{24} \times 1000 / O \quad O \dots \text{počet obyvatel}$$

$q = 51 \times 1000 / 676 = 75,4 \text{ l/den}$. Potřeba vody v obci Oleksovice činí cca 75 l na jednoho obyvatele a den.

Oleksovice	průtok ČOV(m ³)	bez balastních vod(m ³)	% balastních vod
leden	1395	1581	-11,8
únor	1428	1428	0,0
březen	1662	1581	5,1
duben	1515	1530	-1,0
květen	1705	1581	7,8
červen	1528	1530	-0,1
červenec	1266	1581	-19,9
srpen	1364	1581	-13,7
září	1351	1530	-11,7
říjen	1570	1581	-0,7
listopad	1312	1527	-14,1
prosinec	1543	1581	-2,4
celkem	17639	18612	-5,2

Tabulka č. 13 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.

Zdroj: databáze VAS.



Graf č. 7 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních. Zdroj: tab.13.

Rozbory odpadních vod na ČOV Oleksovice v roce 2010								
Rozbory odpadních vod na ČOV Oleksovice v roce 2010 – přítok								
datum	číslo	místo	typ vzorku	teplota	BSK5	CHSK	NL	N-NH ₄
	protokolu			[°C]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
14.01.		přítok	A - 2 hod.		124	447	221	54,3
23.02.		přítok	A - 2 hod.		762	1301	416	112,0
23.03.		přítok	A - 2 hod.		602	1029	273	22,8
27.04.		přítok	A - 2 hod.		375	747	586	90,0
25.05.		přítok	A - 2 hod.		362	664	202	59,3
29.06.		přítok	A - 2 hod.		457	1228	697	78,7
22.07.		přítok	A - 2 hod.		545	1082	254	85,6
12.08.		přítok	A - 2 hod.		280	720	477	43,2
14.09.		přítok	A - 2 hod.		645	1122	335	126,2
13.10.		přítok	A - 2 hod.		546	1080	256	107,4
04.11.		přítok	A - 2 hod.		623	1005	254	90,4
21.12.		přítok	A - 2 hod.		651	1051	332	98,8
		[mg/l]	průměr		497,67	956,33	358,58	80,725
		[t]	bilance		8,78	16,9	6,33	1,424
			max.		762	1301	697	126,2

Tabulka č. 14 - rozbory odpadních vod na přítoku do ČOV.

Zdroj: laboratoř VAS.

4.1.7 Obec Prosiměřice.

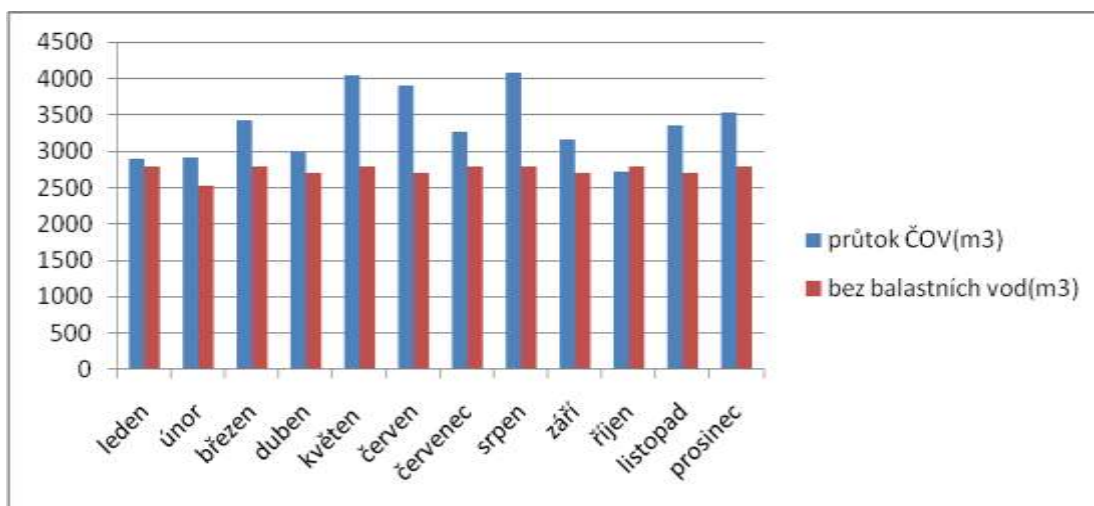
Nachází se cca 15 km severovýchodně od města Znojma. V obci je vybudována soustava oddílné splaškové kanalizace. 1. etapa kanalizace v obci Prosiměřice byla uvedena do provozu v roce 1988. Kanalizace byla budována ze železobetonových trub DN 300. V současné době je na kanalizaci napojeno 704 obyvatel. Z průměrného denního průtoku splaškových vod $m^3 Q_{24} = Q_r : 365 = 32876 : 365 = 90,1 m^3$ můžeme orientačně vypočítat potřebu vody q – pro jednoho obyvatele na den (l/den).

$Q_{24} = O \cdot q / 1000$, $q = Q_{24} \times 1000 / O$ O...počet obyvatel
 $q = 90,1 \times 1000 / 790 = 114$ l/den. Potřeba vody v obci Prosiměřice činí 114 l na jednoho obyvatele a den.

Prosiměřice	průtok ČOV(m ³)	bez balastních vod(m ³)	% balastních vod
leden	2896	2788	3,9
únor	2910	2523	15,3
březen	3419	2793	22,4
duben	3000	2703	11,0
květen	4050	2793	45,0
červen	3896	2703	44,1
červenec	3269	2793	17,0
srpen	4080	2793	46,1
září	3156	2703	16,8
říjen	2725	2787	-2,2
listopad	3358	2703	24,2
prosinec	3526	2793	26,2
celkem	40285	32876	22,5

Tabulka č. 15 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.

Zdroj: databáze VAS.



Graf č. 8 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.

Zdroj: z tabulky č. 15.

Jako už u některých předcházejících soustav oddílné splaškové kanalizace je i kanalizace v obci Prosiměřice poměrně netěsná. Nátok balastních vod do kanalizace je možné pozorovat v období, kdy byly intenzivnější dešťové srážky a s nimi i zvýšená hladina podzemních vod. Při kontrole šachet na splaškové kanalizaci, byly zjištěny průsaky podzemních vod.

Rozbory odpadních vod na ČOV Prosiměřice v roce 2010								
Rozbory odpadních vod na ČOV Prosiměřice v roce 2010 - přítok								
<i>datum</i>	<i>číslo</i>	<i>místo</i>	<i>typ vzorku</i>	<i>teplota</i>	<i>BSK5</i>	<i>CHSK</i>	<i>NL</i>	<i>N-NH₄</i>
	<i>protokolu</i>			[°C]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
21.01.		přítok	A - 2 hod.		581	1338	358	95,60
18.02.		přítok	A - 2 hod.		608	1303	456	83,30
18.03.		přítok	A - 2 hod.		340	1145	479	66,70
08.04.		přítok	A - 2 hod.		365	643	244	64,70
06.05.		přítok	A - 2 hod.		276	721	247	58,80
03.06.		přítok	A - 2 hod.		130	401	220	20,10
27.07.		přítok	A - 2 hod.		277	516	122	89,40
05.08.		přítok	A - 2 hod.		350	714	224	101,40
21.09.		přítok	A - 2 hod.		430	1115	601	86,80
13.10.		přítok	A - 2 hod.		317	718	279	75,20
04.11.		přítok	A - 2 hod.		456	740	201	77,50
21.12.		přítok	A - 2 hod.		593	1292	322	58,20
		[mg/l]	průměr		393,58	887,17	312,75	73,142
		[t]	bilance		15,86	35,7	12,60	2,947
			max.		608	1338	601	101,4

Tabulka č. 16 - rozbory odpadních vod na přítoku do ČOV.

Zdroj: laboratoř VAS.

4.1.8 Obec Šanov.

Nachází se cca 29 km východně od města Znojma. Na čistírnu odpadních vod v Šanově jsou odváděny splaškové odpadní vody z obce Šanov a z obce Hrabětice. Výstavba kanalizace v obci Šanov byla zahájena v roce 2000 a v roce 2001 byla uvedena do provozu 1. etapa kanalizace společně s čistírnou odpadních vod. Postupně byly dobudovávány další etapy kanalizace v obci Šanov, kdy kompletní odkanalizování obce bylo dokončeno v roce 2008. Od roku 2002 do roku 2007 byly postupně budovány stoky splaškové kanalizace v obci Hrabětice. V současné době

je na kanalizaci napojeno 2222 obyvatel. Z průměrného denního průtoku splaškových vod $Q_{24} = Q_r : 365 = 60364 : 365 = 165,4 \text{ m}^3$ můžeme orientačně vypočítat potřebu vody q – pro jednoho obyvatele na den (l/den).

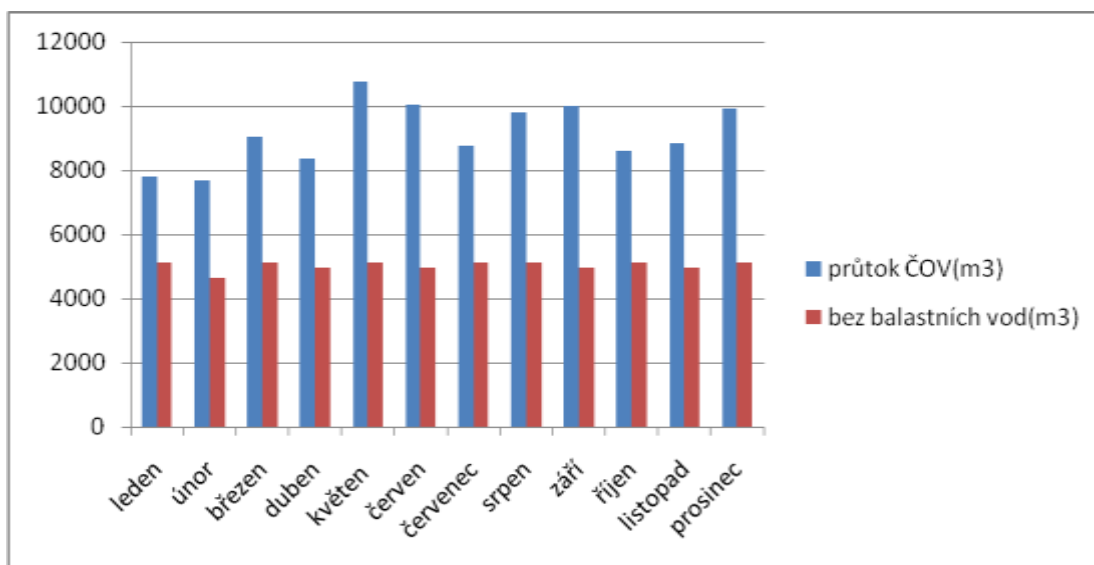
$$Q_{24} = O \cdot q / 1000, \quad q = Q_{24} \times 1000 / O \quad O \dots \text{počet obyvatel}$$

$q = 165,4 \times 1000 / 2222 = 74,4 \text{ l/den}$. Potřeba vody v obcích Šanov a Hrabětice činí cca 74 l na jednoho obyvatele a den.

Šanov	průtok ČOV(m ³)	bez balastních vod(m ³)	% balastních vod
leden	7790	5127	51,9
únor	7696	4631	66,2
březen	9030	5127	76,1
duben	8385	4962	69,0
květen	10759	5127	109,8
červen	10062	4962	102,8
červenec	8753	5121	70,9
srpen	9811	5127	91,4
září	10020	4962	101,9
říjen	8617	5127	68,1
listopad	8828	4962	77,9
prosinec	9934	5127	93,7
celkem	109685	60364	81,6

Tabulka č. 17 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.

Zdroj: databáze VAS.



Graf č. 9 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.

Zdroj: z tabulky č. 17.

Soustavy obou oddílných splaškových kanalizací jsou relativně nové, přesto se na těchto kanalizacích objevuje velké množství balastních vod, jak je zřejmé z uvedené tabulky a grafu. Na výstavbu kanalizace v obou obcích bylo použito plastové potrubí z PVC DN 300 a DN 250. V současné době se připravuje monitoring celé kanalizační soustavy televizní kamerou.

Rozbory odpadních vod na ČOV Šanov v roce 2010								
Rozbory odpadních vod na ČOV Šanov v roce 2010 - přítok								
<i>datum</i>	<i>číslo</i>	<i>místo</i>	<i>typ vzorku</i>	<i>teplota</i>	<i>BSK5</i>	<i>CHSK</i>	<i>NL</i>	<i>N-NH₄</i>
	<i>protokolu</i>			[°C]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
19.01.		přítok	B - 24 hod.		118	686	374	69,3
16.02.		přítok	B - 24 hod.		429	954	451	68,6
16.03.		přítok	B - 24 hod.		179	658	304	48,5
12.04.		přítok	B - 24 hod.		293	653	302	51,5
18.05.		přítok	B - 24 hod.		195	527	240	37,8
15.06.		přítok	B - 24 hod.		371	686	506	36,2
20.07.		přítok	B - 24 hod.		322	618	294	58,1
11.08.		přítok	B - 24 hod.		98	297	138	42,4
16.09.		přítok	B - 24 hod.		163	751	764	4,5
11.10.		přítok	B - 24 hod.		178	623	284	59,4
09.11.		přítok	B - 24 hod.		258	716	230	51,3
08.12.		přítok	B - 24 hod.		505	1017	455	55,8
		[mg/l]	průměr		259	682	362	48,6
		[t]	balance		28,43	74,9	39,71	5,335
			max.		505	1017	764	69,3

Tabulka č. 18 - rozbory odpadních vod na přítoku do ČOV.

Zdroj: laboratoř VAS.

4.1.9 Obec Těšetice.

Nachází se cca 11 km severovýchodně od města Znojma.

V současné době je na kanalizaci napojeno 489 obyvatel. Z průměrného denního průtoku splaškových vod $Q_{24} = Q_r : 365 = 17380 : 365 = 47,6 \text{ m}^3$ můžeme orientačně vypočítat potřebu vody q – pro jednoho obyvatele na den (l/den).

$$Q_{24} = O \cdot q / 1000,$$

$$q = Q_{24} \times 1000 / O$$

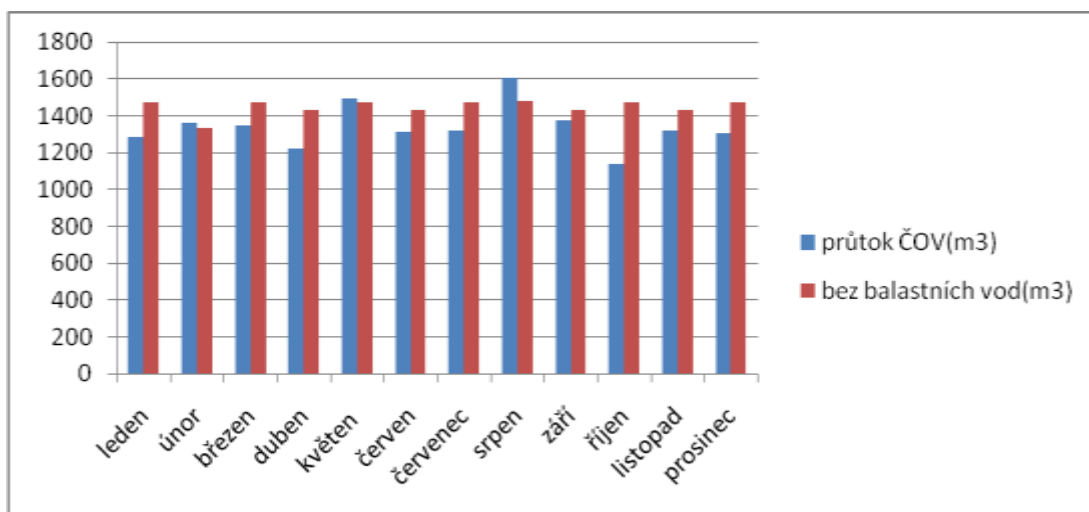
O...počet obyvatel

$q = 47,6 \times 1000 / 489 = 97,3$ l/den. Potřeba vody v obci Těšetice činí cca 97 l na jednoho obyvatele a den.

Těšetice	průtok ČOV(m ³)	bez balastních vod(m ³)	% balastních vod
leden	1288	1476	-12,7
únor	1364	1333	2,3
březen	1344	1476	-8,9
duben	1219	1428	-14,6
květen	1496	1476	1,4
červen	1312	1428	-8,1
červenec	1320	1476	-10,5
srpen	1606	1482	8,4
září	1373	1428	-3,9
říjen	1139	1476	-22,8
listopad	1319	1428	-7,6
prosinec	1308	1476	-11,4
celkem	16088	17380	-7,4

Tabulka č. 19 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.

Zdroj: databáze VAS.



Graf č. 10 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.

Zdroj: z tabulky č. 19.

V obci Těšetice byla soustava oddílné splaškové kanalizace spolu s čistírnou odpadních vod uvedena do provozu v roce 1998. Na výstavbu kanalizace bylo použito kameninové porubí DN 300. Z tabulky a grafu je patrné, že na této soustavě oddílné splaškové kanalizace není s nátokem balastních vod problém.

Rozbory odpadních vod na ČOV Těšetice v roce 2010								
Rozbory odpadních vod na ČOV Těšetice v roce 2010 - přítok								
<i>datum</i>	<i>číslo</i>	<i>místo</i>	<i>typ vzorku</i>	<i>teplota</i>	<i>BSK5</i>	<i>CHSK</i>	<i>NL</i>	<i>N-NH₄</i>
	<i>protokolu</i>			[°C]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
07.01.		přítok	A - 2 hod.		555	899	328	91,8
04.02.		přítok	A - 2 hod.		392	591	333	98,4
04.03.		přítok	A - 2 hod.		412	977	296	88,8
01.04.		přítok	A - 2 hod.		491	790	226	59,5
06.05.		přítok	A - 2 hod.		605	1199	438	65,7
10.06.		přítok	A - 2 hod.		616	1616	809	69,9
01.07.		přítok	A - 2 hod.		467	1203	407	60
19.08.		přítok	A - 2 hod.		632	1158	486	95,8
14.09.		přítok	A - 2 hod.		716	1436	605	91,8
26.10.		přítok	A - 2 hod.		494	1028	326	79
18.11.		přítok	A - 2 hod.		667	1506	471	76,3
22.12.		přítok	A - 2 hod.		788	1610	693	70,3
		[mg/l]	průměr		569,58	1167,8	451,5	78,942
		[t]	balance		9,16	18,8	7,26	1,270
			max.		788	1616	809	98,4

Tabulka č. 20 - rozbory odpadních vod na přítoku do ČOV.

Zdroj: laboratoř VAS.

4.1.10 Obec Únanov.

Leží cca 8 km severně od města Znojma. Je zde vybudována oddílná kanalizace splašková i dešťová. Výstavba kanalizace a čistírny odpadních vod byla zahájena v roce 1994 a uvedena do zkušebního provozu v roce 1996.

Na výstavbu splaškové stokové sítě v obci Únanov byly použity železobetonové trouby DN 300 o délce 2 m.

V současné době je na kanalizaci napojeno 1135 obyvatel. Z průměrného denního průtoku splaškových vod $Q_{24} = Q_r : 365 = 36443 : 365 = 99,8 \text{ m}^3$ můžeme orientačně vypočítat potřebu vody q – pro jednoho obyvatele na den (l/den).

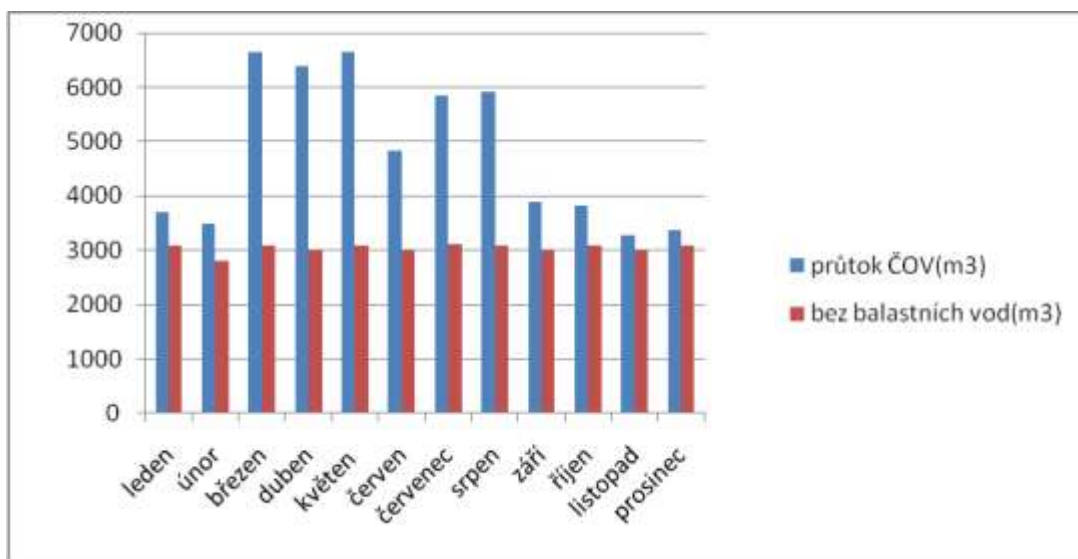
$$Q_{24} = O \cdot q / 1000, \quad q = Q_{24} \times 1000 / O \quad O \dots \text{počet obyvatel}$$

$q = 99,8 \times 1000 / 1135 = 87,9 \text{ l/den}$. Potřeba vody v obci Únanov činí cca 88 l na jednoho obyvatele a den.

Únanov	průtok ČOV(m3)	bez balastních vod(m ³)	% balastních vod
leden	3701	3094	19,6
únor	3477	2794	24,4
březen	6644	3094	114,8
duben	6393	2994	113,5
květen	6642	3094	114,7
červen	4825	2994	61,2
červenec	5860	3100	89,0
srpen	5926	3094	91,5
září	3886	3004	29,4
říjen	3828	3094	23,7
listopad	3285	2994	9,7
prosinec	3364	3094	8,7
celkem	57831	36443	58,4

Tabulka č. 21 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.

Zdroj: databáze VAS.



Graf č. 11 - průtok celkového množství odpadních vod a splaškových vod bez balastních.

Zdroj: z tabulky č. 21

Z uvedené tabulky a grafu je patrné, že splašková kanalizace je velmi netěsná a projevuje se zde velký nátok balastních vod, hlavně při intenzivních a dlouhotrvajících deštích. Z videozáznamu a protokolů kamerové prohlídky je patrné, že jsou netěsné spoje potrubí, na několika místech jsou špatně zaústěny odbočky kanalizačních přípojek, kterými natéká balastní voda do stok. Dále jsou zde velmi netěsné šachty, viz. foto č. 9



Foto č. 9 – průsak stěnou šachty.

Zdroj: fotodokumentace VAS.

Rozbory odpadních vod na ČOV Únanov v roce 2010								
Rozbory odpadních vod na ČOV Únanov v roce 2010 - přítok								
<i>datum</i>	<i>číslo</i>	<i>místo</i>	<i>typ vzorku</i>	<i>teplota</i>	<i>BSK5</i>	<i>CHSK</i>	<i>NL</i>	<i>N-NH₄</i>
	<i>protokolu</i>			[°C]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
26.01.		přítok	A - 2 hod.		665	1474	164	68,8
25.02.		přítok	A - 2 hod.		345	858	412	55,7
18.03.		přítok	A - 2 hod.		160	607	2380	44,2
28.04.		přítok	A - 2 hod.		362	1148	553	51,8
27.05.		přítok	A - 2 hod.		330	739	481	45,6
30.06.		přítok	A - 2 hod.		522	1200	626	57,4
29.07.		přítok	A - 2 hod.		276	537	283	41,7
24.08.		přítok	A - 2 hod.		134	306	125	60,6
29.09.		přítok	A - 2 hod.		149	327	175	45,3
26.10.		přítok	A - 2 hod.		350	1309	300	82,2
15.11.		přítok	A - 2 hod.		283	763	330	78,7
21.12.		přítok	A - 2 hod.		331	615	232	51,8
		[mg/l]	průměr		325,58	823,58	505,08	56,983
		[t]	balance		18,83	47,6	29,21	3,295
			max.		665	1474	2380	82,2

Tabulka č. 22 - rozbory odpadních vod na přítoku do ČOV.

4.2 Měření průtoků v profilu stok.

Jinou možností měření průtoku odpadních vod na stokových sítích je měření průtoku přímo v profilu stoky.

Pro měření průtoku se používají systémy pro měření výšky hladiny (tlakové čidlo, probublávání, ultrazvuk) ve spojení s měrným profilem (žlabem nebo přelivem – foto č. 11), anebo systémy, které měří jak výšku hladiny, tak i rychlost proudění a tudíž žádný měrný profil nepotřebují – foto č. 10.

Pro měření v terénu, kde je problematické budovat měrný profil, se využívají měřicí systémy se sondami, které pro měření rychlosti využívají tzv. Dopplerův efekt. Ultrazvukové paprsky jsou vysílány do toku a průtokoměr měří odražený signál. Tlakovým nebo probublávacím senzorem měří výšku hladiny. Přímo v průtokoměru je zadán tvar profilu, ve kterém měření probíhá. Pokud je průtokoměr vybaven i možností zadávat profil pomocí bodů, může se nastavit opravdu jakýkoliv nepravidelný tvar.



Foto č. 10 – rychlostní sondy ve zkušebním úseku stoky.

Zdroj:(www.technoaqua.cz)



Foto č. 10 – rychlostní sondy ve zkušebním úseku stoky.

Zdroj:(www.technoaqua.cz)

Takové měření je však náročnější na instalaci měrných profilů a zařízení.

5. Popis biologického čištění odpadních vod.

Všechny výše uvedené čistírny odpadních vod jsou typu mechanicko - biologického s nízkozatěžovanou aktivací. Cílem biologického čištění je koagulovat a odbourat neusaditelné koloidní látky a stabilizovat organické látky. U komunálních odpadních vod je to redukce organických látek a v mnoha případech také nutrietů (dusíku a fosforu). Téměř všechny odpadní vody mohou být čištěny biologicky. Odbourání znečištění je prováděno biologicky – vznikají různé plyny, voda a buněčná hmota se specifickou hmotností vyšší než voda. Může být tedy oddělena gravitačně sedimentací. Tato hmota je organická vyjádřena BSK₅, musí být tedy oddělena od čištěné vody, aby BSK₅ bylo opravdu výrazně sníženo.

Pro čištění odpadních vod na těchto čistírnách se používají technologie aktivovaného kalu. Aktivovaným kalem se nazývá směsná kultura

mikroorganismů. V aktivovaném kalu se vyskytují bakterie, houby, plísně, kvasinky, nitrifikační bakterie, vláknité organismy vyšší organismy a prvoci.

Kvalitativní a kvantitativní složení aktivovaného kalu závisí hlavně na složení substrátu, na němž byl kal vypěstován a na hodnotách technologických parametrů během kultivace (doba zdržení, zatížení, stáří kalu.).

Aktivovaný kal se liší od většiny čistých kultur mikroorganismů také tím, že je schopen prosté sedimentace. Dobrá flokulace a sedimentace vloček je jednou z nejcennějších vlastností směsné kultury.

Hlavním znakem a současně základní podmínkou aktivačního procesu se společnou aerobní stabilizací kalu v aktivační nádrži je nízké specifické zatížení kalu. Z toho následně vyplývá nízké specifické látkové zatížení aktivace, delší doba zdržení a vysoké stáří kalu.

Přednostmi této technologie jsou: velká vyrovnávací schopnost aktivačního systému pokud jde o nárazy hydraulického a látkového zatížení, vysoká provozní bezpečnost a vyrovnanost účinnosti čištění, jednoduchý způsob stabilizace kalu. Výše uvedené přednosti na druhé straně vyžadují relativně velké objemy aktivačních a dosazovacích nádrží. Proto je popsána technologie vhodná především pro menší čistírny odpadních vod.

Hlavní předností čistíren s popsanou technologií však je, že i při značném nárůstu produkce odpadních vod a jejich znečištění je možné, aniž by došlo k výraznému ovlivnění účinnosti čištění, prakticky okamžitě přejít na modifikaci běžného nízkozatěžovaného aktivačního procesu a úplným biologickým čištěním, avšak bez současné aerobní stabilizace kalu v aktivaci. To ovšem předpokládá bezpečné dimenzování hlavních objektů čistírny a z těchto zejména dosazovacích nádrží a uskladňovací nádrže stabilizovaného kalu, která by po zvýšeném zatížení čistírny měla plnit funkci tzv. studeného anaerobního vyhnívání přebytečného kalu. Za těchto předpokladů budou nároky nerozšíření, případně na intenzifikaci čistírny ve výhledu, především z hlediska potřeby zvětšení kapacit a budování nových objektů minimální.

Pro průběh čištění, jeho účinnosti a docílený stupeň stabilizace kalu je rozhodujícím parametrem specifické zatížení kalu v aktivaci přiváděným znečištěním. Horní mez zatížení kalu by neměla přestoupit hodnotu $0,05 \text{ kg BSK}_5 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, dolní hranice nemá klesnout pod hodnotu $0,02 \text{ kg BSK}_5 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ z důvodu zhoršené tvorby vloček a jejich separace v dosazovací nádrži.

Aktivační směs v celém prostoru aktivační nádrže musí být nepřetržitě dostatečně promíchávána a zásobena kyslíkem. Kromě splnění podmínky dostatečného přívodu kyslíku je nutno zajistit i potřebný výkon míchání objemu nádrže.

Při návrhu aeračního zařízení je potřeba zajistit kromě cirkulačního výkonu agregátů i splnění podmínky minimální koncentrace rozpuštěného kyslíku (nad $1 \text{ mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$). Při tom je nutné zohlednit faktor přestupu kyslíku, který je kromě zatěžovacích parametrů aktivace výrazně ovlivněn zejména provozní koncentrací kalové sušiny v nádrži. Provozně postačující přínos kyslíku, tj. oxigenační kapacita aeračního agregátu (OCp) pro maximální letní teplotu 20°C a koncentraci kalové sušiny v nádrži $4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ bude zajištěna při hodnotě $\text{OCp} = 2,5 \text{ kg O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \text{ BSK}_5$. Za bezpečnou návrhovou hodnotu lze tedy považovat $\text{OCv} = 3,5 \text{ kg O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \text{ BSK}_5$.

Jako bezpečnou hodnotu produkce přebytečného kalu lze uvažovat $0,8 \text{ kg kalové sušiny} \cdot \text{kg}^{-1}$ odbouraného BSK_5 .

Pokud jsou navrženy dvě, případně i více jednotek, musí být pečlivě hydraulicky a provozně vyřešeno rovnoměrné rozdělení přítoku s možností regulace nebo úplného odstavení. I malé rozdíly v množství přítoku nepříznivě ovlivňují technologické a provozní parametry aktivace.

Z obdobných důvodů je nezbytné pečlivé a současně provozně ovladatelné uspořádání rovnoměrného rozdělení přítoku vratného kalu.

V návrhu a zvláště v provozu je nutno se vyvarovat nadměrné pracovní koncentraci kalové sušiny, respektive udržování vysokých objemů kalu v aktivaci. U těchto malých čistíren s často řídkými odpadními vodami a s minimálními nočními průtoky může při vysokých hodnotách koncentrace kalu X snadno nebo často docházet k tzv. podtížení, tj. k poklesu zatížení kalu pod $0,02 \text{ kg BSK}_5 \cdot \text{kg}^{-1} \text{ kalové sušiny} \cdot \text{d}^{-1}$, důsledkem je autolýza kalu a rozpad vloček, s tím související špatné usazovací vlastnosti, respektive špatná separace vloček v dosazovací nádrži, jejich zvýšený únik do odtoku projevující se mj. zákalem odtékající vyčištěné vody a zvýšením hodnoty BSK_5 . Náprava těchto závad, které někdy vyvolávají prakticky úplné zhroucení celého biologického systému čištění na dobu několika týdnů, je velmi obtížná a zdlouhavá.

Přebytečný kal je vhodné odstraňovat z aktivačního systému v intervalech 1 – 2 dny, neboť při dlouhé době provozu bez odtahu přebytečného kalu se postupně výrazně sníží látkové zatížení kalu B_x a zvýší se nebezpečí podtížení, autolýzy kalu atd., což neumožňuje udržování optimálního technologického režimu, vyrovnané účinnosti čistírny a vytvoření podmínek pro docílení vyhovujícího stupně aerobní stabilizace kalu. Navíc je znemožněno stanovení relativně jednoduchých pokynů pro obsluhu v provozním řádu čistírny odpadních vod. Kratší časový interval naproti tomu umožňuje udržení relativně stabilních parametrů v aktivačním systému, poskytuje obsluze potřebný časový prostor pro předzahuštění přebytečného kalu a odtah kalové vody před čerpáním kalu do uskladňovací nádrže. Ta pak není přetěžována

hydraulickými a látkovými nárazy, které vždy ruší průběh zahušťování kalu a zhoršují kvalitu kalové vody vrácené do aktivační nádrže. (HLAVÍNEK a HLAVÁČEK 1996)

5.1 Porovnání čistícího procesu.

Pro porovnání čistícího procesu běžně zatěžované čistírny odpadních vod oproti přetěžované čistírně balastními vodami, byly vybrány a porovnány 2 vzorky z ČOV Jevišovice. U těchto vzorků bylo provedeno vyhodnocení účinnosti čistícího procesu a některých vybraných parametrů. Byly použity vzorky ze dne 27.1.2010 a ze dne 17.6.2010.

Vzorek č. 1 ze dne **27.1.2010**

přítok vody bez balastu $Q_d = 103,2 \text{ m}^3/\text{d}$ (2-hodinový vzorek typu "A")

BSK ₅	279 mg/l	28,8 kg/d
CHSK	827 mg/l	85,3 kg/d
NL	350 mg/l	36,1 kg/d
N-NH ₄	31,3 mg/l	3,2 kg/d
N _{celk.}	96,0 mg/l	9,9 kg/d
P _{celk.}	10,4 mg/l	1,1 kg/d

odtok vyčištěné vody (2-hodinový vzorek typu "A")

účinnost čištění

BSK ₅	7,8 mg/l	0,8 kg/d	97,2%
CHSK	52 mg/l	5,37 kg/d	93,7%
NL	8 mg/l	0,83 kg/d	99,0%
N-NH ₄	9,75 mg/l	1,01 kg/d	68,4%
N _{celk.}	19,7 mg/l	2,03 kg/d	79,5%
P _{celk.}	3,37 mg/l	0,35 kg/d	68,2%

technologické parametry ČOV

aktivace:

koncentrace aktivovaného kalu: 1,5 g/l

doba zdržení: $t = 251,5/103,2 = 2,44 \text{ hod.}$

objemové látkové zatížení $B_v = 28,8/251,5 = 0,114 \text{ kg BSK}_5/\text{m}^3 \cdot \text{d}$

zatížení kalu $B_x = 28,8/251,5 * 1,5 = 0,08 \text{ kg BSK}_5/\text{kg} \cdot \text{d}$

vzorek č. 2 ze dne **17.6.2010**

přítok balastní vody $Q_d = 264,7 \text{ m}^3/\text{d}$ (2-hodinový vzorek typu "A")

BSK ₅	18,6 mg/l	4,9 kg/d
CHSK	100 mg/l	26,5 kg/d

NL	34 mg/l	9,0 kg/d
N-NH ₄	5,50 mg/l	1,5 kg/d
N _{celk.}	16,1 mg/l	4,3 kg/d
P _{celk.}	1,6 mg/l	0,4 kg/d

odtok vyčištěné vody

(2-hodinový vzorek typu "A")

účinnost čištění

BSK ₅	4,1 mg/l	1,09 kg/d	77,8%
CHSK	35 mg/l	9,26 kg/d	62,5%
NL	7 mg/l	1,85 kg/d	79,4%
N-NH ₄	0,61 mg/l	0,16 kg/d	89,2%
N _{celk.}	20,2 mg/l	5,35 kg/d	-24,3%
P _{celk.}	1,0 mg/l	0,26 kg/d	35,0%

technologické parametry ČOV

aktivace:

koncentrace aktivovaného kalu: 1,3 g/l

doba zdržení: $t = 251,5/264,7 = 0,95$ hod.

objemové látkové zatížení $B_v = 4,9/251,5 = 0,019$ kg BSK₅/m³.d

zatížení kalu $B_x = 4,9/251,5 * 1,3 = 0,015$ kg BSK₅/kg.d

projektované parametry ČOV

kapacita ČOV $Q_d = 134$ m³/d; $Q_{d,max} = 175$ m³/d

vstupní zatížení:

BSK ₅	309 mg/l	54,1 kg/d
CHSK	618 mg/l	108,2 kg/d
NL	283 mg/l	49,5 kg/d
N _{celk.}	57 mg/l	10 kg/d
P _{celk.}	13 mg/l	2,3 kg/d

projektované technologické parametry ČOV:

aktivace:

koncentrace aktivovaného kalu: 4,0 g/l

doba zdržení: $t = 251,5/134 = 1,88$ hod.

objemové látkové zatížení $B_v = 54,1/251,5 = 0,215$ kg BSK₅/m³.d

zatížení kalu $B_x = 54,1/251,5 * 4 = 0,054$ kg BSK₅/kg.d

Vzorek č. 1 nejvíce odpovídá projektovanému zatížení ČOV a má nejlepší dosahovanou účinnost.

U vzorku č. 2 je patrné veliké naředění odpadních vod balastní vodou a nedostatečné zatížení ČOV, zejména organickými látkami pro dobře fungující biologické čištění.

Z výsledků je patrná ještě velmi dobrá nitrifikace, ale díky chybějícím organickým látkám, nefunkční denitrifikace a vysoké hodnoty celkového dusíku na odtoku.

Negativní účinnost čištění u celkového dusíku vzorku č. 2 je způsobena dobou zdržení v systému v době odběru vzorku.

Dlouhodobé vysoké hydraulické a nízké látkové zatížení ČOV, jak je tomu u vzorku č. 2, by znamenalo postupné vyplavení biomasy z dosazovací nádrže a zároveň její rozpad – autolýzu.

6. Zvýšené provozní náklady při čerpání balastních vod.

Dalším negativním jevem nátok balastních vod do stokové sítě je hydraulické zatěžování stávajících objektů na stokové síti. Převážně pak čerpacích stanic. Čerpací technika je nátokem balastních vod více přetěžována a dochází k dřívějšímu opotřebení hlavně rotujících částí čerpadel. Zvýšené množství balastních vod má ale vliv i na vyšší spotřebu elektrické energie. Oba tyto aspekty mají významný vliv na zvýšené provozní náklady spojené s opravami čerpací techniky a za odběr elektrické energie.

6.1 Výpočet nákladů na spotřebu elektrické energie N_{el} na čerpání balastních vod na ČOV Šanov:

Pro ilustraci je uveden výpočet zvýšené spotřeby elektrické energie na čerpání balastních vod z vyrovnávací nádrže na ČOV Šanov v roce 2010.

K čerpání vod z vyrovnávací nádrže jsou používána čerpadla o výkonu 3 l.s^{-1} , to je $p_c = 10,8 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$, s elektrickým příkonem $P_c = 1,5 \text{ kW}$. Množství balastních vod na ČOV Šanov za rok 2010 bylo $Q_r = 49321 \text{ m}^3$. Průměrná cena C_e za kWh je 4 Kč.

Výpočet nákladů na spotřebu elektrické energie N_{el}

$$N_{el} = (Q_r/p_c) \cdot P_c \cdot C_e = (49321/10,8) \cdot 1,5 \cdot 4 = 27400 \text{ Kč,-}$$

Náklady na čerpání balastních vod za rok 2010 na ČOV Šanov byly 27400 Kč,-

7. Návrh způsobu omezení nátok balastních vod do kanalizačních stok.

7.1 Související opatření s opravou stok.

7.1.1 Zjišťování stavu stok.

Vlastní opravě kanalizace předchází zjišťování stavu potrubí. Na začátku je vždy otázka, zda při opravě nebo obnově kanalizace zvolit jako vhodnou metodu bezvýkopové technologie oproti výkopu v otevřené rýze. Pro dobré rozhodnutí je nezbytné shromáždit a pečlivě vyhodnotit řadu podkladů. Diagnostika potrubí vychází z vyhodnocení dat získaných při výstavbě, během provozu sítě a

z preventivní vizuální inspekce potrubí. V neprůlezných profilech provedených většinou TV kamerou.

Fotografie z kamerového průzkumu kanalizační stoky:



Foto č. 12 – dno kanalizační šachty.

Zdroj: z videozáznamu VAS.



Foto č. 13 – záběr z pojízdné kamery.

Zdroj: z videozáznamu VAS.

O potrubí se shromažďují tyto informace: stáří, druh materiálu, profil, způsob a druh uložení potrubí, druh dopravovaného média a druh hydraulického režimu.

Hydrogeologické poměry jsou charakterizovány: druhem povrchu terénu nad sítí, velikostí zatížení, úrovní a druhem podzemních vod, druhem zeminy a případně

poruchami v místě uložení potrubí. Dále se sledují údaje o průběhu výstavby a provozu sítí jako např. bylo-li použito rýhové či bezrýhové uložení, problémy při výstavbě, výskyt závad na síti a způsob jejich oprav v minulosti.

Vizuální kontrola trubních vedení a stavebních objektů na těchto vedeních se provádí za účelem zjištění technického stavu a zhodnocení celkového stavu celého trubního systému nebo jeho části. Např. u kanalizací se kvalifikují zejména odbočky, odtokové překážky, polohové změny, mechanické opotřebení, vnitřní koroze, deformace, trhliny, trubní spoje a spáry, infiltrace a exfiltrace.

Tuto kontrolu lze provádět přímo či nepřímou. Přímá prohlídka znamená fyzickou pochůzku nebo průchod potrubím technikem, který pořizuje videozáznam nebo fotodokumentaci přímo. Nepřímá prohlídka se provádí pomocí kamerového systému. Tento systém se skládá z:

- vlastního kamerového systému (nejlépe barevná kamera, osvětlení, dopravní a vodící zařízení tvořící podvozek s pohonnou jednotkou
- popřípadě flexibilní postrkávací tyče (viz. foto č.14), kabel a zařízení k měření vzdáleností.)



Foto č. 14 – přenosná kamera.

Zdroj: fotodokumentace VAS.

- Kontrolního stanoviště
- Ovládacích elementů kamerového systému
- Zdroje elektrické energie

Výstupem z provedené prohlídky je zpráva o provedené prohlídce, videozáznam a závěrečná zpráva s komentářem.

7.1.2 Čištění stok.

Vlastnímu kamerovému průzkumu předchází obvykle čištění kanalizačních stok. V současné době se čištění stok provádí převážně pomocí kombinovaných tlakových vozů.



Foto č. 15 – speciální kombinovaný čistící vůz s recyklací.

Zdroj: fotodokumentace VAS.

Jako nadstandardní metody lokalizace závad na potrubí i na zděných stokách a odhalování nehomogenit, zlomů a kaveren za potrubím či zdívkou, slouží georadar, laserový a sonarový scanner.

Po takto provedené prohlídce kanalizace a vyhodnocení stavu rozhodne investor, respektive provozovatel, zda uvažovaný záměr opravy kanalizace se bude

realizovat klasickou metodou v otevřeném výkopu nebo použitím některou z metod bezvýkopových technologií. Přitom je možná i kombinace obou způsobů oprav nebo sanace potrubí.

7.2 Klasická sanace kanalizačních sítí.

Klasická sanace kanalizační sítě v otevřeném výkopu bude zpravidla nejefektivnější při realizaci sanace v extravilánech a lokalitách s nezpevněným povrchem tam, kde dochází ke konfliktu se stávajícími inženýrskými sítěmi a provozem na komunikacích. Přesto i v těchto případech může použití některé metody bezvýkopových technologií připadat v úvahu. Jedná se především o následující vlivy:

- Opravovaná kanalizace se nachází ve zvláště chráněném území z hlediska ochrany přírody a krajiny. Příslušné úřady ochrany přírody a krajiny mohou požadovat omezení otevřených výkopů tam, kde se jedná o vzácné přírodní biotopy, případně mohou vyžadovat takové podmínky realizace sanace, které klasickou metodu otevřeného výkopu prakticky eliminují, respektive výrazně zdraží.
- Záměr sanace se dostává do konfliktu s vlastníky pozemků, případně jejich uživateli a náhrady škod, případně i výkupy, by neúměrně zvýšily náklady sanace.

Při rozhodování o použití metody sanace je třeba vzít v úvahu, že i v extravilánech má provádění otevřených výkopů některé negativní účinky ve srovnání s metodami bezvýkopových technologií. Jedná se především o:

- Vyšší rozsah zemních prací a případné problémy s uložením přebytečné zeminy.
- Narušení kulturní vrstvy zemědělské půdy . nakládání s orníci.
- Vyšší nároky na zábory pozemků a především ovlivnění povrchové i hlubší struktury geologické vrstvy, případně i podzemních vod.

Jiná situace nastává při posuzování projektu sanace v intravilánech měst, zejména tam, kde:

- Je významný souběh a křížení s ostatními inženýrskými sítěmi,
- Lze očekávat přísné požadavky správců komunikací nejen na obnovu povrchu, ale zejména na dopravní opatření, respektive zachování provozu na veřejném prostranství obce a zábor komunikací,

- Lze očekávat přísné požadavky obce na dodržování hygienických kritérií (např. prašnost, hlučnost) a zdravé životní prostředí při provádění sanačních prací (např. ochrana zeleně).

V procesu rozhodování o použití metody sanace nebo opravy stok hrají roli aspekty ekonomické i mimoekonomické.

Aspekty ekonomickými se rozumí přímé náklady, které vznikají investorovi při přípravě a realizaci sanace či opravě kanalizačních stok.

Aspekty mimoekonomickými se rozumí nepřímé náklady, mající charakter celospolečenských nákladů. Jedná se o vyjádření negativních účinků prací, kterými jsou např.:

- Vícenáklady vznikající účastníkům silničního provozu
- Náklady vyplývající ze znečištění životního prostředí a dalších negativních vlivů na životní prostředí
- Náklady z jiných omezení provozu a funkcí obydlených zón.

7.3 Bezvýkopové technologie (dále jen BT) pro sanace a opravy stok.

BT vyvinuté a nabízející se dnes v mnoha variantách, umožňují prodloužení životnosti již existujících inženýrských sítí, které jsou v ne příliš dobrém technickém stavu. To ostatně dokladují i záběry z některých posuzovaných stokových sítí uvedené v této bakalářské práci.

BT umožňují také instalaci nových inženýrských sítí bez výraznějšího narušení životního prostředí a bez většího narušení provozu stávajících inženýrských sítí, provozu na pozemních komunikacích i provozu ve veřejném prostoru měst a obcí.

V současné době se BT použitelné pro sanaci a opravu kanalizací rozdělují podle následující klasifikace:

7.3.1 BT pro opravu či obnovu při zachování konstrukce původního potrubí a jeho dalšího spolupůsobení.

A. BT pro opravu či obnovu při odstraňování lokálních poruch vytvořením nových vnitřních povrchů trub:

- Aplikací vrstvy na vnitřní povrch trub strojním nástřikem
- Aplikací vrstvy cementové malty
- Aplikací vrstvy z pryskyřice či jiné vhodné hmoty

- Aplikací vrstvy na vnitřní povrch trub nanášením nátěru, omítáním, obkládáním obezdíváním apod.

B. BT s užitím nových speciálních konstrukčních prvků aplikovaných do původních potrubních řadů:

- volným kontinuálním zatahováním nových potrubí do původních (např. technologie Relining)
- volným přerušovaným zatahováním jednotlivých trub normativních délek do původního potrubí
- vyložkováním těsně přiléhajícími troubami s průmyslově deformovaným tvarem příčného profilu (např. technologie U-Liner, Compact Pipe)
- vyložkováním těsně přiléhajícími troubami s deformovaným tvarem příčného profilu na stavbě (např. technologie Swagelining, Rolldown)
- užitím spirálově vinutých prvků (např. technologie Rotaloc, Ribsteel, Ribline)
- vyložkováním troubami vytvrzovanými na místě s využitím speciálních, pryskyřicí nasycených rukávců (např. technologie Insituform, , KM-inliner, Copeflex)



Foto č. 16 – vyložkování pryskyřicí nasyceným rukávcem.

Zdroj: z videozáznamu VAS.

- vyvločkováním s využitím speciálních rukávců, kdy po jejich volném zatažení do stávajícího potrubí a po jejich vytvarování dojde k vyplnění meziprostoru speciální injektáží (např. technologie Trolining, Slipline)

7.3.2 BT pro opravu či obnovu s odstraněním původních potrubí:

- ❖ Jejich roztrháváním
- ❖ Jejich roztlačováním
- ❖ Jejich vytahováním
- ❖ Jejich vytlačováním
- ❖ Formou kombinace předcházejících postupů

7.3.3 BT pro stavbu nových stok:

- Metodou bez odběru zeminy (např. propichovacím kladivem, protlačováním)
- Metodou s odběrem zeminy (např. vodorovným beraněním, vrtáním)
- Mikrotunelováním
- Směrovým vrtáním
- Pluhováním

(PYTL et al. 2008)

8. Diskuse.

Z uvedených výsledků měření a sledování průtoku odpadních vod na jednotlivých ČOV vyplývá, že některé stokové soustavy oddílné splaškové kanalizace jsou zatěžovány balastními vodami. Byly porovnány výpočty v tabulce č. 2 – netěsnost stoky v $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-1}$ s uvedenými hodnotami dle ČSN 75 6909. Z těchto výsledků je patrné, že stoky v obci Blížkovice, Jevišovice, Šanov a Únanov nevyhovují normě na vodotěsnost stok. V této fázi je nutné se zamyslet nad tím, proč k takovému stavu kanalizačních stok dochází. Jedním z faktorů dlouhodobé vodotěsnosti stok je výběr a vhodnost použitých materiálů kanalizačních trub. Podle mého názoru, je použití betonových nebo železobetonových trub bez ochrany vnitřních stěn potrubí, na výstavbu soustav oddílných splaškových kanalizací nevhodné. U těchto trub dochází v kontaktu se splaškovou vodou ke korozi potrubí. Problém těsnosti je i ve spojích, neboť u některých starších staveb se používalo těsnění trub temováním pomocí těsnícího provazce a zálivkou. Pokud takto provedený spoj nebyl proveden pečlivě, tak ve velmi krátké době ztrácel svoji vodotěsnost. Dalším typem

kanalizačních trub, které se dnes používají k výstavbě stok, jsou plastové trouby. Na trhu jsou k dostání trouby různého materiálového provedení. Nejběžnějšími materiály jsou PVC, polyetylen a polypropylen. Tyto materiály mají všeobecně lepší hydraulické vlastnosti, což se týče drsnosti vnitřního povrchu trub. Jsou však méně houževnaté a může u nich docházet k deformaci a ovalitě příčného profilu. Tradičním materiálem na výstavbu stok splaškové kanalizace, je použití kameninového potrubí. Kameninové trouby jsou vyráběny z přírodního materiálu. Na úpravu vnitřního povrchu trub je použita glazura, která zajišťuje ochranu trub proti agresivním látkám ve stokách a zajišťuje také hladkost ostění potrubí. V současné době se k čištění kanalizačního potrubí používají převážně vysokotlaké čisticí vozy. Tlak paprsku vody vycházející z trysky čisticí hlavy se pohybuje v rozmezí cca. 100 až 180 barů. Při volbě materiálu kanalizačního potrubí je nutné brát v úvahu i tuto skutečnost. Důležitým faktorem jsou také objekty na kanalizační síti. Hlavně pak vstupní šachty. Ty se dodávají jako prefabrikovaný výrobek nebo se budují na místě stavby jako monolitické. Nedílnou součástí vodotěsné kanalizace je kvalita prováděné výstavby a její kontrola před uvedením stok do provozu. To, že balastní vody způsobují problém v soustavě oddílné splaškové kanalizace, je nepochybné. Způsobují problémy v technologii čištění odpadních vod, zvyšují provozní náklady ve formě oprav a spotřeby elektrické energie. Mohou být i nebezpečím pro překročení povoleného množství vypouštěných vod, které stanovil vodoprávní úřad v povolení s nakládáním s vodami. Otázkou je, do jaké míry lze nátok balastních vod tolerovat. Jaký podíl balastních vod způsobuje technické a technologické problémy na kanalizační síti a v technologii ČOV. Samotný způsob oprav stokových sítí je nutné pečlivě zvážit s ohledem na veškeré okolnosti s tím spojené. Možnosti oprav stokových sítí jsou uvedeny v kapitole č. 7. I jednotlivé typy oprav mají svoje kvalitativní parametry. Hlavně pak při provádění těchto oprav. Z praktických zkušeností VAS, se v některých případech neosvědčily opravy trhlin a spojů krátkými pryskyřičnými vložkami, které se cca. po 7 letech provozu kanalizace odtrhly od opravovaných stěn potrubí. Odstraňování takovýchto netěsností bude pravděpodobně značně finančně náročné. Vedle ekonomických ukazatelů se ale musí vyhodnotit i ukazatele ekologické na ochranu životního prostředí. Protože tak, jak se jednoznačně prokázal nátok balastních vod do soustavy oddílné splaškové kanalizace, tak může jít i o opačný efekt, kdy odpadní vody mohou unikat z kanalizace a znečišťovat složky životního prostředí. Toto ale není již předmětem této bakalářské práce. To je již poněkud složitější problematika, na kterou je potřeba mnohem více informací, materiálu a času.

9. Závěr.

Výsledky z jednotlivých měření a sledování ukázaly, že soustavy oddílných splaškových stok obcí Citonice, Oleksovice, Těšetice, co se týče vodotěsnosti stok, jsou ve velmi dobrém stavu. V obci Hevlín, Hodonice, Prosiměřice jsou stoky v dobrém stavu, v obci Šanov a Únanov jsou ve špatném stavu a v obcích Blížkovice a Jevišovice ve velmi špatném stavu.

Z těchto výsledků by měly vycházet další kroky k odstranění těch nejméně příznivých stavů.

Domnívám se, že tato bakalářská práce splnila stanovené cíle. Z měření průtoků a rozborů odpadních vod jsou patrné a jednoznačné výsledky, se kterými lze dále pracovat a připravovat podklady pro odstranění nebo alespoň zmírnění problému s nátokem balastních vod.

10. Seznam použité literatury.

ČÁBELKA J., 1959: Využitie vodnej energie II. SVTL, Bratislava.

ČÍŽEK P., HEREL F. et KOŇÍČEK Z., 1970: Stokování a čištění odpadních vod. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.

ČSN EN 1295-1, 1997: Statický návrh potrubí uloženého v zemi pro různé zatěžovací podmínky – všeobecné požadavky. Evropská komise pro normalizaci, Brussels.

ČSN 1610, 1999: Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení. Český normalizační institut, Praha.

ČSN 75 6101, 1995: Stokové sítě a kanalizační přípojky. Český normalizační institut, Praha.

ČSN 75 6401, 1994: Čistírny městských odpadních vod. Český normalizační institut, Praha.

ČSN 75 6909, 1999: Zkoušky vodotěsnosti stok. Český normalizační institut, Praha.

ČVTVHS, 2003: Stavební materiály pro výstavbu stokových sítí. Česká vědeckotechnická společnost, Praha.

GEIGER W. et DREISEITL H., 2001: Neue Wege für das Regenwasser.

GRAY N.F., 1990: Activated sludge - Theory and Practice, Oxford University Press.

HERLE J. et BAREŠ P., 1990: Čištění odpadních vod z malých zdrojů znečištění. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.

HERLE J., BOUCHAL A., DUROŇ R., NEORAL A. et PODHORSKÝ J., 1983: Vodovodní a kanalizační tabulky. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.

- HERLE J., ŠTEFAN J. et TURI NAGY J., 1971: Hydraulické tabulky stok. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.
- HLAVÍNEK P. et HLAVÁČEK J., 1996: Čištění odpadních vod – praktické příklady výpočtů. NOEL 2000 s.r.o., Brno.
- HLAVÍNEK P., MIČÍN J. et PRAX P., 2001: Příručka stokování a čištění. NOEL 2000 s.r.o., Brno.
- HODAŇ V., 2007: Čerpací stanice na síti – provozní zkušenosti. In: ZBOŘILOVÁ J., HLAVÍNEK P. et PRAX P. (eds): Optimalizace návrhu a provozu stokových sítí a ČOV. ARDEC s.r.o., Brno: 217-222.
- HORAN N.J., 1990: Biological Wastewater Treatment Systems – Theory and Operation, New York.
- HRÁDEK F., KOVÁŘ P., OČENÁŠEK V., ANTAL J. et JOHANOVSKÝ Z., 1988: Hydrologie. Vysoká škola zemědělská, Praha.
- JANDORA J. et HLAVÍNEK P., 1996: Hydraulika čistíren odpadních vod. NOEL 2000 s.r.o., Brno.
- KAŠPAREC J. et HLADKÝ O., 2007: Systém řízení stokové sítě a jeho integrace do řízení ČOV. In: ZBOŘILOVÁ J., HLAVÍNEK P. et PRAX P. (eds): Optimalizace návrhu a provozu stokových sítí a ČOV. ARDEC s.r.o., Brno: 65-72.
- KOSTOLÁNY R., 2007: Zkušenosti s protlačováním čedičových trub. In: ZBOŘILOVÁ J., HLAVÍNEK P. et PRAX P. (eds): Optimalizace návrhu a provozu stokových sítí a ČOV. ARDEC s.r.o., Brno: 91-95.
- KREJČÍ V. et al., 2002: Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup. NOEL 2000 s.r.o., Brno.
- MÄSIAR E. et KAMENSKÝ J., 1986: Hydraulika pre stavebných inžinierov. ALFA, Bratislava.
- MIFEK R., KYNCL M., MIČÍN J., POLLERT J. et RACLAVSKÝ J., 2007: Monitoring a vyhodnocování poruch na stokových sítích na poddolovaném území. In: ZBOŘILOVÁ J., HLAVÍNEK P. et PRAX P. (eds): Optimalizace návrhu a provozu stokových sítí a ČOV. ARDEC s.r.o., Brno: 285-288.
- NYPL V. et SYNÁČKOVÁ M., 2002: Zdravotně inženýrské stavby 30 – stokování. České vysoké učení technické, Praha.
- NOVÁK J., 2003: Příručka provozovatele stokové sítě. Medim, spol. s r.o., Praha.
- PETRŮ A., 1958: Údržba a provoz čistíren odpadních vod. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.
- PFLEGER M., 2007: Gravitační kanalizace Gravital. In: ZBOŘILOVÁ J., HLAVÍNEK P. et PRAX P. (eds): Optimalizace návrhu a provozu stokových sítí a ČOV. ARDEC s.r.o., Brno: 87-90.

- PIVODA B. et ŠÁLEK J., 1982: Čerpací stanice. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.
- PYTL V., 2004: Příručka provozovatele čistírny odpadních vod. Medim, spol. s r.o., Praha.
- PYTL V. et al., 2008: Zásady pro využití bezvýkopových technologií v oboru vodovodu a kanalizací. Medim, spol. s r.o., Praha.
- SNIP 2.04.03-85, 1986: Kanalizacija, naružnyje seti i sooruženija. Moskva.
- TECHNOAQUA s.r.o., 2010: <http://www.technoaqua.cz>, Dolní Břežany.
- TNV 75 6925, 2008: Obsluha a údržba stok. HYDROPROJEKT CZ a.s., Praha.
- TNV 75 6930, 2009: Obsluha a údržba čistíren odpadních vod. HYDROPROJEKT CZ a.s., Praha.
- ÚPLNÉ ZNĚNÍ ZÁKONA č. 274/2001 Sb., O vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, ve znění pozdějších předpisů.
- WEISMANN D. et GUTZEIT T., 2006: Kommunale Abwasserpumpwerke. Vulkan – Verlag GmbH.
- ZÁKON č. 254/2001 Sb., o vodách, v platném znění
- ZAPLETAL J., 2007: Audit čerpadla a optimalizace jeho provozu. In: ZBOŘILOVÁ J., HLAVÍNEK P. et PRAX P. (eds): Optimalizace návrhu a provozu stokových sítí a ČOV. ARDEC s.r.o., Brno: 43-48.

11. Seznam příloh.

Příloha č. 1	Databáze stokových sítí	tabulka K1a
Příloha č. 2	Databáze stokových sítí	tabulka K1b
Příloha č. 3	Databáze stokových sítí	tabulka K2
Příloha č. 4	Databáze stokových sítí	tabulka K3b

