

PORADENSTVÍ PŘI KONCEPCI ŘEŠENÍ ODDÍLNÉ KANALIZACE V OBCI PSÁRY

PROBLEMATIKA BALASTNÍCH VOD



ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

ČERVNA 2015



Vodohospodářský rozvoj a výstavba
akciová společnost
Nábřežní 4, Praha 5, 150 56

VODOHOSPODÁŘSKÝ ROZVOJ A VÝSTAVBA
akciová společnost

150 56 Praha 5 - Smíchov, Nábřežní 4
DIVIZE 02

tel: 257 110 313 fax: 257 319 398

e-mail: krupicka@vrv.cz

PORADENSTVÍ PŘI KONCEPCI ŘEŠENÍ ODDÍLNÉ
KANALIZACE V OBCI PSÁRY – PROBLEMATIKA
BALASTNÍCH VOD

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Zpracoval: **Ing. Jan Krupička, Ph.D.**
 Ing. Filip Urban

Schválil: **Ing. Jan Cihlář**
 ředitel divize 02

V Praze, dne 22. června 2015

OBSAH:

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE	4
1.1 Identifikační údaje	4
1.2 Úvod a cíle.....	4
1.3 Výchozí podklady	5
2. CELKOVÁ KONCEPCE ŘEŠENÍ	5
3. MONITOROVACÍ KAMPAŇ	5
3.1 Návrh rozsahu.....	5
3.2 Průběh	Chyba! Záložka není definována.
3.3 Zhodnocení	Chyba! Záložka není definována.
4. NÁVRH DALŠÍHO POSTUPU	10
5. SHRUTÍ	13

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

1.1 Identifikační údaje

Název projektu:	Poradenství při koncepci řešení oddílné kanalizace v obci Psáry – problematika balastních vod
Kraj:	Středočeský
Investor projektu:	obec Psáry
Objednatel:	obec Psáry
Stupeň:	Studie
Odvětví stavby:	Vodní hospodářství
Zhotovitel:	Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s. Nábřeží 4, 150 56

1.2 Úvod a cíle

Při významnějších srážkových událostech dochází v Psárské a Pražské ulici v obci Psáry k opakovanému zahlcení splaškové kanalizace, jejímu natlakování a vytékání odpadní vody na terén. Zjevnou příčinou je pronikání dešťových a balastních vod do splaškové kanalizace obcí Psáry a Horní Jirčany, přičemž přesný zdroj těchto vod není znám.

Tato zpráva je závěrečným výstupem poradenské činnosti poskytované firmou Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s. (dále jen VRV) obci Psáry na základě příkazní smlouvy ze dne 22.09.2014 (č. příkazce 72/2014, číslo příkazníka 02-O-2724-4175/14).

Předmětem poradenské činnosti byl návrh řešení nevyhovujícího stavu kanalizace po stránce celkové koncepce, poradenství při návrhu rozsahu měrné kampaně a kritérií pro výběr jejího dodavatele, základní zhodnocení kampaně a návrh dalšího postupu.

1.3 Výchozí podklady

- Zákres splaškové kanalizace s uvedenými dimenzemi v elektronické formě (dxf).
- Kanalizační řád stokové sítě Psáry.
- Generel splaškové kanalizace v obci Psáry a Dolní Jirčany.
- Zprávy z průběhu měrné kampaně zpracovávané firmou Pražské vodovody a kanalizace a.s.
- Místní šetření a informace předané ústně při účasti na jednáních se zástupci obce, provozovatele kanalizace a realizátora měrné kampaně.

2. CELKOVÁ KONCEPCE ŘEŠENÍ

Pro detailní návrh opatření, která povedou k nápravě odtokových poměrů kanalizačního systému obce Psáry v lokalitě „Pražská“, je nezbytné vypracování matematického modelu (hydraulické analýzy) s nestacionárním výpočtem proudění.

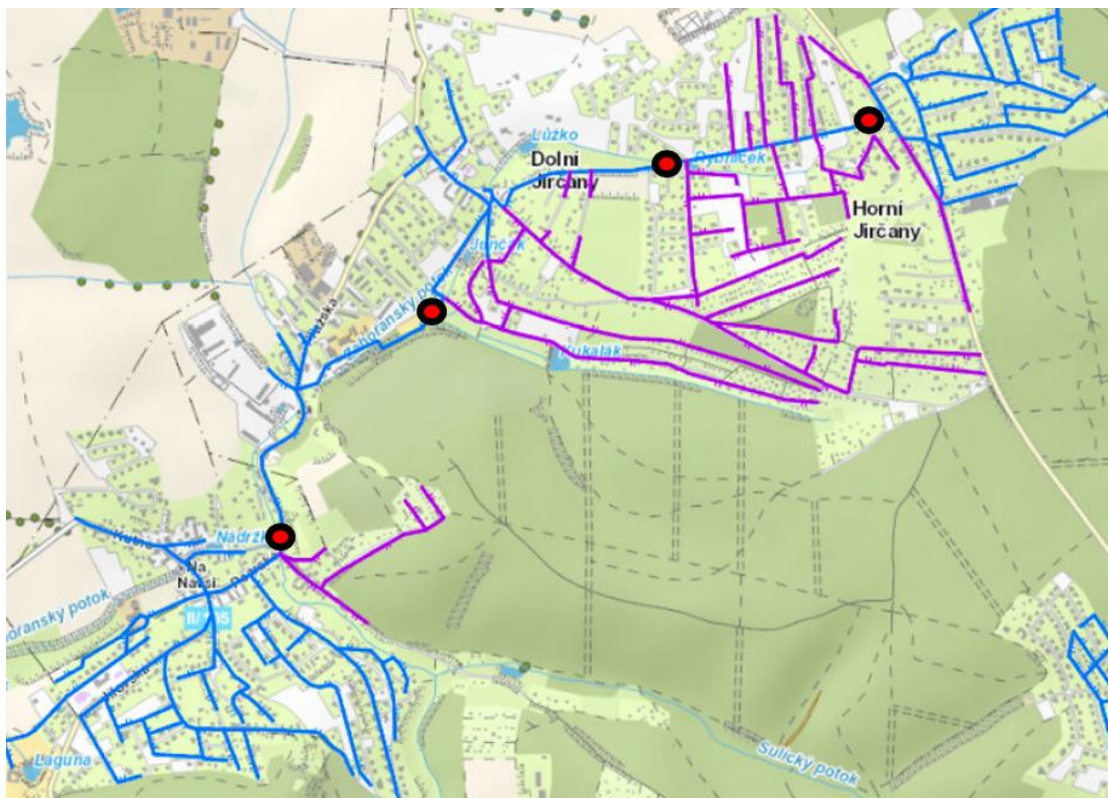
Cílem hydraulické analýzy bude vyhodnocení současného stavu kanalizační sítě pomocí matematického modelu z hlediska kapacitních průtoků (i bezdeštných) a rychlostí v potrubích, množství balastních vod v síti, detailní popis kritických úseků kanalizace s návrhem jednotlivých technických opatření. Dále je cílem navržení provozních a investičních opatření pro vyřešení problémů kanalizačního systému v lokalitě „Pražská“.

Základním předpokladem zhodnocení současného stavu a stavby matematického modelu je určení množství balastních vod a lokalizace míst jejich pronikání do stok. Tyto informace lze získat pouze realizací monitorovací kampaně, v jejímž průběhu bude proveden noční průzkum a po dobu několika týdnů budou sledovány průtoky a výšky hladiny ve vybraných profilech na stokové síti. Na základě výstupů měrné kampaně bude rozhodnuto o tom, v jakém rozsahu a podrobnosti realizovat hydraulický matematický model.

3. MONITOROVACÍ KAMPAŇ

3.1 Návrh rozsahu

Pro měrnou kampaň byla předběžně navrhována instalace 1 srážkoměru a osazení 4-5 profilů průtokoměrem se záznamem dat dle obrázku 1.



Obr. 1: Předběžný návrh rozsahu měrné kampaně.

Pro zahájení celého projektu je nutno shromáždit komplexní informace o povodí PČOV (druh zástavby, vodní toky, geologické poměry, hladina podzemní vody, apod.), o stokové síti (topologie sítě, materiál a dimenze stok, technologie výstavby, stávající stav – nánosové a hydraulické poměry) a vlastní ČOV (hydraulické a technologické parametry). Tyto jsou obvykle získány z projektů, provozních a kanalizačních řádů, mapové dokumentace (GIS) a doplněny na základě fyzického šetření v terénu.

Po shromáždění a předběžném zhodnocení výše uvedených podkladů a provedení místního šetření se přistoupí k naplánování a zahájení průzkumu. Navrhují se měrné profily na stokové síti pro osazení měřicí technikou za účelem kontinuálního měření ve vybraných profilech - uzávěrných profilech jednotlivých podpovodí tak, aby bylo možno stanovit průtokové poměry za bezdeštného stavu a za deště, především pak sledovat nárůst průtoku odpadních vod v nočních minimech a při dešťovém odtoku a provést tak rozbor dílčích úseků kanalizační sítě z hlediska míry vniku balastních a srážkových vod.

Nejkratší uvažovaná doba kontinuálního měření bude 4 týdny. V případě, že by v základní době měření nedošlo ke srážkové události, navrhuje se prodloužení měření.

Kromě komplexního popisu stávajícího stavu z hlediska určení míst vniku, důvodů vniku a množství balastních a dešťových vod tyto výsledky určují pořadí významnosti dílčích povodí a dalších úkonů pro odstranění balastních srážkových vod např. výměny ventilačních poklopů za poklopy bez ventilačních otvorů.

3.2 První fáze monitoringu

Pro realizaci měrné kampaně byla obcí Psáry vybrána firma Pražské vodovody a kanalizace a.s. (dále jen PVK). Dne 22. 10. 2014 se uskutečnil první výrobní výbor pro akci Měrná kampaň – sledování nárůstu průtoků odpadních vod v lokalitě Pražská – Psárská, kterého se zúčastnili zástupci obce Psáry, VHS Benešov (provozovatel), PVK a VRV. Na základě terénního průzkumu a zhodnocení podkladů byl upřesněn a výrobním výborem schválen konečný rozsah měrné kampaně dle přílohy č. 1, tj. osazení 6 měrných profilů senzory pro měření průtoku a polohy hladiny a jednoho srážkoměru. Zvýšení počtu měrných profilů umožní podrobnější rozbor stávajícího stavu zejména v dolní části obce. Při prohlídce šachet v ulicích Psárská a Pražská bylo konstatováno, že po předchozích srážkách jsou stoky v těchto ulicích stále ještě zahlcené. Bylo dohodnuto, že instalace měřícího zařízení proběhne po opadnutí hladiny v šachtách co nejdříve, aby bylo možno kampaň v co největším rozsahu realizovat ještě v podzimních měsících.

Dne 29. 10. 2014 osazovali technici PVK za účasti zástupce VRV snímače do kanalizačních šachet (obrázky 2). I přes to, že v týdnu před instalací zařízení byly stoky čištěny, byla v měrném profilu MP4 hladina vzdutá nánosem v potrubí na výtoku ze šachty (obr. 3). Stav měrných profilů při osazování je podrobně dokumentován ve zprávě PVK „Měrná kampaň – sledování nárůstu průtoků odpadních vod v lokalitě Pražská - Psárská – Zpráva z instalace“.

V nočních hodinách dne 21. Prováděli technici PVK průzkum výskytu balastních vod v horní části povodí (Horní a Dolní Jirčany). V noci na 27. 11. 2014 probíhal průzkum v dolní části povodí (Psáry) za účasti zástupce VRV. Při druhém průzkumu byly zjištěny dva bodové přítoky balastních vod. První z nich byl na přítoku z ulice Na Stráni ve spojně šachtě č. 537 s ulicí Psárská. Druhý, významnější (cca 0,15 l/s), přítok byl v šachtě č. 705 v oblasti nové zástavby v ulici V Zahradách. Zde se jednalo o výtok z potrubí, které není zaneseno v podkladech.



Obr. 2: Osazování měřící techniky v profilu MP5.



Obr. 3: Vzduťatá hladina v šachtě při osazování měrného profilu MP4.



Obr. 4: Šachta 705 s bodovým přítokem balastních vod. Vlevo umístění v ulici V zahradách, vpravo detail (převzato ze zprávy PVK).

Průběžné výsledky měrné kampaně byly ze strany PVK předávány v termínech 18. 11., 27.

11. a 8. 12. 2014. Výsledky dosavadní měrné kampaně byly prezentovány na druhém výrobním výboru dne 8. 12. 2014. Dne 9. 12. 2014 byla monitorovací kampaň ukončena a probíhala demontáž měřící techniky. Dosavadní výsledky monitoringu byly shrnuty ve zprávě PVK z prosince roku 2014.

Monitoring probíhal v období 29.10. – 9.12.2014., tedy 6 týdnů. Na základě měření bylo možné spolehlivě stanovit parametry bezdeštných průtoků.

V průběhu měření byly zaznamenány bohužel jen nevýrazné srážky s úhrny okolo 1 mm. Výraznější výjimkou byla srážka ze dne 18. 11. 2014, kdy srážkový úhrn dosáhl hodnoty 11 mm za dobu cca 6 hodin, což odpovídá průměrné intenzitě 5 l/(s.ha). Maximální intenzita nepřesáhla hodnotu 16 l/(s.ha). Jedná se o poměrně nevýraznou srážkovou událost o nízké intenzitě, která však vyvolala ve stokové síti rychlou odezvu. Oproti bezdeštnému průtoku v dané denní době se průtoky již v průběhu první hodiny deště zvýšily na 3-4 násobnou hodnotu. V ulici Psárská (profil MP3) bylo dosaženo přibližně jedné třetiny kapacitního plnění stanoveného stacionárním výpočtem v Generelu splaškové kanalizace. Po konci srážky se průtoky rychle vrátily k normálním hodnotám, i když malé zvýšení bylo patrné ještě přibližně jeden den.

Noční průzkumy probíhaly ve dnech s bezdeštnými průtoky, přináší tedy informaci pouze o dlouhodobém pronikání balastních vod. Zjištěné hloubky v potrubích stok byly vesměs malé, místy potenciálně ovlivněné čerpáním, a proto na jejich základě nelze bez použití matematického modelu činit závěry o množství a místě pronikání těchto vod do systému. Výjimkou jsou výše zmíněné šachty č. 537 a 705 s bodovými přítoky v množství okolo 0,1 l/s a přítok okolo 1 l/s v úseku potrubí pod šachtou č. 430. Dle průzkumu PVK v této šachtě výluhy ukazují na možné pronikání balastních vod z blízkého rybníčka.

Protože se v průběhu monitorovací kampaně vyskytly pouze nevýrazné srážky, bylo navrženo a druhým výrobním výborem (8. 12. 2014) schváleno pokračování v monitorovací kampani v jarních měsících roku 2015 (v II. kvartále), přičemž délka kampaně bude do 4 týdnů a rozsah monitoringu bude zachován.

3.3 Druhá fáze monitoringu

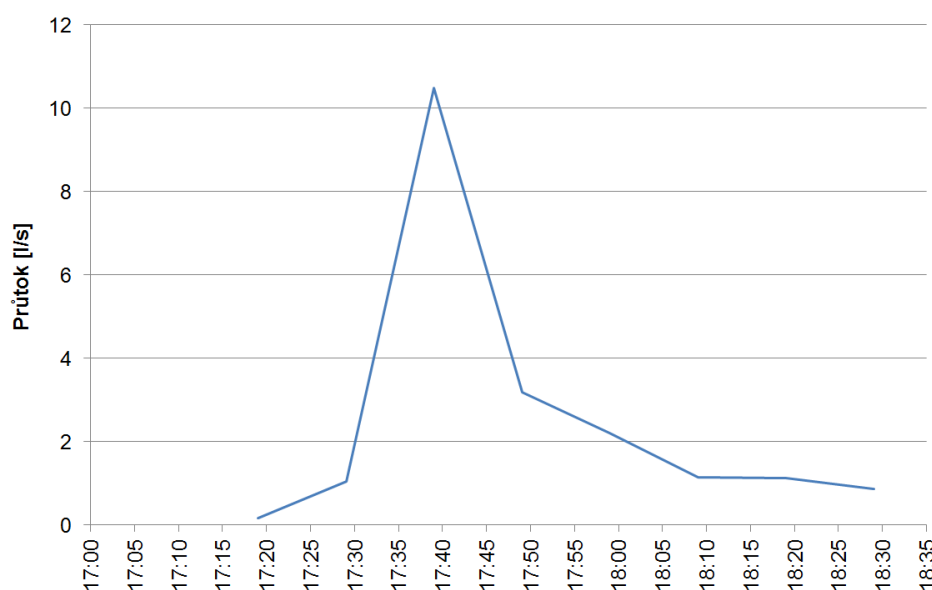
Druhá část monitoringu proběhla na jaře roku 2015. Měřící zařízení bylo instalováno 16. 4., demontáž proběhla 14. 5. Monitoring v druhé fázi tedy probíhal po dobu 4 týdnů. V tomto období se vyskytlo hned několik srážek významnějších než nevydatnější srážka zachycená

v podzimní části monitoringu, takže druhá fáze kampaně jednoznačně splnila svůj účel.

Nejvyšší zaznamenaná okamžitá intenzita byla 23,3 um/s při srážce ze dne 5. 5. Srážkový úhrn byl 8,2 mm během 15 minut, což odpovídá průměrné intenzitě 33 mm/hod. Dle statistického zpracování délky a intenzity dešťů a s využitím průměrných hodnot ze stanic Benešov a Praha Uhřetěves vychází periodicita 15-ti minutového deště zachyceného 5. 5. na 1,1, (doba opakování 0,92 roku) mělo by tedy jít o přibližně jednoletý déšť. V profilech MP1 a MP3 došlo k výraznému vzestupu hladiny a tlakovému proudění. K vystoupení hladiny nad úroveň terénu však v žádném z měrných nedošlo, takže měření průtoků nejsou zkreslená únikem vody mimo stokový systém a srážka je vhodná pro kalibraci matematického modelu. Časové záznamy průtoků opět ukázaly velice rychlou odezvu stokové sítě na srážku a tím na přímé pronikání dešťových vod do kanalizace. Vzestupná větev hydrogramů ve všech profilech následovala přibližně do pěti minut po začátku srážky, sestupná větev po konci srážky poklesla na hodnoty řádově odpovídající bezdeštným průtokům přibližně během jedné hodiny.

3.4 Přítok z obce Horní Jirčany

Mimo rámec monitoringu realizovaného firmou PVK probíhal v režii provozovatele kanalizace kontinuální záznam průtoků odpadních vod měřeného měrným žlabem na přítoku z obce Horní Jirčany. Protože výsledky měření v tomto profilu nejsou ve zprávě PVK reportovány, uvádíme je pro srážku ze dne 5. 5. 2015 v obrázku 5. I zde je patrná rychlý nárůst průtoků po začátku srážky.



Obr. 5: Časový záznam přítoku z Horních Jirčan v průběhu srážky ze dne 5. 5. 2015.

3.5 Zhodnocení monitoringu

Srážky zachycené v druhé fázi monitoringu jsou vhodné pro kalibraci a validaci matematického modelu stokové sítě.

Rychlost odezvy stokové sítě po počátku srážky i při nízké intenzitě deště ukazuje na bezprostřední pronikání dešťových vod do kanalizace přímo z terénu. Mírné zvýšení průtoků trvající řadu hodin po konci srážky svědčí o infiltraci balastních vod z okolního půdního prostředí. Tyto balastní vody však nejsou příčinou akutních problémů s tlakováním stok a vývěrem odpadní vody na terén při přivalových deštích.

Průtoky balastních vod a přítoky balastních vod mezi jednotlivými měrnými profily jsou shrnuty v tabulce 1. Průtok balastních vod je pro každý profil odhadnut jako minimální hodinový průtok uvedený ve zprávě PVK. Tyto průtoky se vyskytují přibližně mezi 4. a 5. hodinnou ránní. V předposledním řádku tabulky 1 jsou uvedeny přítoky balastních z mezipovodí, v posledním pak jejich podíl k průměrnému dennímu přítoku z mezipovodí. Velké přítoky vychází nad profilem MP1, zde je však postup vyhodnocení zřejmě zatížen chybou v důsledku přítoku odpadních vod přečerpávaných z lokality severně od ulice Kutná ($Q_{h,min}$ zde neodpovídá průtoku balastních vod). V ostatních lokalitách je rozdělení přítoků balastních vod rovnoměrné, podíl balastních vod je přibližně 50%. Za nežádoucí je dle literatury¹ považován již podíl nad 25%.

Tabulka 1: Průtoky balastních vod (l/s).

profil	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	H. Jirč.
průměrný bezdeštný průtok (Q_{24})	9,6	0,5	7,7	4,6	3,9	2,7	0,8
přítok mezi profily (ΔQ_{24})	1,4	0,5	3,1	0,7	1,2	1,93	0,77
balast ($Q_b=Q_{h,min}$)	5,3	0,2	3,8	2,1	1,7	1,2	0,3
přítok balastu mezi profily (ΔQ_b)	1,3	0,2	1,7	0,4	0,5	0,9	0,3
relativní přítok balastu ($\Delta Q_b/\Delta Q_{24}$)	0,93	0,40	0,55	0,57	0,42	0,47	0,39

V tabulce 2 je uveden výpočet přítoků dešťových vod z mezipovodí pro srážku ze dne 5. 5. 2015. Přítoky z mezipovodí (předposlední řádek tabulky) jsou vypočteny na základě bilance bezdeštných průtoků a maximální průtoku během deště. Významné přítoky jsou nad profilem MP2 a MP5, nejvýznamnější přítok vychází pro mezipovodí mezi profily MP6 a přítokem

¹ Posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí, metodická příručka
(http://www.opzp.cz/soubor-ke-stazeni/17/5237-metodicka_prirucka_stokovy_system_090604.pdf)

z Horních Jirčan. Přítok z Horních Jirčan není dle měření provozovatele (poslední sloupec tabulky 2) pro vznik havarijních stavů v ulici Psárská nijak zásadní. Z hlediska relativního přírůstku vzhledem k bezdeštnému průtoku je nejhorší situace nad profilem MP2 (poslední řádek tabulky 2). Je třeba poznamenat, že výpočet založená na bilanci maximálních průtoků zaznamenaných během srážky je zatížený chybou, která vzniká v důsledku transformace povodňové vlny ve stokové síti. V dolní části sítě (nad MP1), kde jsou velmi malé podélné sklony, je tato transformace natolik významná, že bilanci vylučuje (vychází záporný přítok z mezipovodí). Přesnější bilanci lze získat pouze nestacionárním výpočtem na hydrodynamickém modelu.

Tabulka 2: Vyhodnocení průtoků při dešti ze dne 5. 5. 2015 (l/s).

profil	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	H. Jirč.
průměrný bezdeštný průtok (Q_{24})	9,6	0,5	7,7	4,6	3,9	2,7	0,8
přítok mezi profily (ΔQ_{24})	1,4	0,5	3,1	0,7	1,2	1,93	0,77
maximální průtok 5.5.2015 ($Q_{5.5.}$)	71	19	82	76	71	50	11
dešťové vody ($Q_{dešt}=Q_{5.5.}-Q_{24}$)	62	18	74	72	67	47	10
přítok dešť. vod mezi profily ($\Delta Q_{dešt}$)	transf.	18	5	5	21	39	10
relativní přítok dešť. vod ($\Delta Q_{dešt}/\Delta Q_{24}$)	transf.	36	2	8	18	20	13

4. NÁVRH DALŠÍHO POSTUPU

Na základě dosavadních informací se jednoznačně doporučuje stavba matematického modelu a simulace srážkoodtokové události nestacionárním výpočtem. V Generelu splaškové kanalizace je provedeno předběžné posouzení pomocí stacionárního výpočtu při zatížení stok průtokem vyvozeným z měření na ČOV při reálné srážce z roku 2013. Stacionární výpočet jasně identifikoval kritické úseky a jejich kapacitní plnění, nemůže však odpovědět na otázky frekvence výskytu nežádoucích provozních stavů a detailně popsat průběh jejich vzniku. Nelze na jeho základě dostatečně spolehlivě navrhovat a testovat účinnost nápravných opatření v případě reálného průběhu srážky.

Vstupními daty pro stavbu modelu budou informace o způsobu využití ploch a morfologii povodí (digitální model terénu), topologie stokové sítě, materiál a dimenze stok, technologie výstavby a stávající stav sítě. Povrchový odtok a koncentrace průtoku se navrhuje simulovat na základě cca 15-20 povodíček, jejichž hranice budou respektovat topologii kanalizační sítě, morfologii povodí a umístění měrných profilů realizované monitorovací kampaně. Do modelu budou zahrnuty všechny hlavní stoky (stoka A – I) a vybrané stoky vedlejší. Sít' bude dle

potřeby zpodrobněna v případě bližší lokalizace míst vnikání balastních vod do kanalizace. Kalibraci a validaci modelu lze provést na základě srážkových a průtokových dat získaných monitoringem na jaře roku 2015. Stoková síť bude v kalibrovaném modelu zatěžována srážkami o známé periodicitě výskytu. Hotový model umožní zodpovězení otázek o způsobu vzniku a četnosti výskytu nežádoucích stavů kanalizace, návrh opatření eliminujících tyto stavy, dimenzování nových konstrukcí (průměry potrubí, retenční objemy), a kvantifikaci přínosu opatření.

Dle jednání se zástupci obce a provozovatele jsou mezi realizovatelnými variantami posílení kanalizace paralelní stokou v ulici Sportovní a realizace retenční nádrže a případného odlehčení do Zahořanského potoka v ulici Psárská v blízkosti obecního úřadu. Realizovatelnost odlehčení z oddílné kanalizace, které však při dešti funguje v podstatě jako jednotná, je podmíněna souhlasným stanoviskem vodoprávního úřadu. Významnější zásahy do komunikace II. třídy v ulici Psárská nejsou z důvodu finanční náročnosti prakticky realizovatelné.

Náklady na stavbu modelu, návrh, testování a zhodnocení opatření se očekávají v rozmezí 185 – 210 tis. Kč bez DPH.

5. SHRNU TÍ

Poradenská činnost směřovala ke koncepčnímu řešení problémů spojených s pronikáním balastních vod do splaškové kanalizace obce Psáry. Byl doporučen rozsah monitorovací kampaně, jejíž první část proběhla na podzim roku 2014. Na základě výsledků první fáze byl ve zprávě z února 2015 navržen další postup a prodloužen termín poskytování poradenské činnosti. Druhá fáze monitoringu proběhla v jarních měsících 2015. Na základě informací získaných při osobních prohlídkách a jednáních v průběhu poradenské činnosti a výsledků monitoringu je možné konstatovat:

- 1) Rychlost odezvy průtokových poměrů ve stokové síti prokazuje, že **havarijní stavy** při přívalových deštích **vznikají v důsledku přímého zaústění dešťových vod** do splaškové kanalizace.
- 2) Do kanalizace zároveň dlouhodobě infiltruje poměrně **velké množství balastních vod** (tvoří cca 50%). Tyto vody způsobují hydraulické zatížení ČOV, **nesouvisí však se vznikem havarijních stavů** při přívalových deštích.
- 3) **Přítoky balastních vod** jsou v síti **distribuovány rovnoměrně**. Zdroje pronikání

balastních vod do kanalizace by měly být dle možností průběžně hledány a ostiňovány. Při monitoringu byly jistěny dva významné bodové přítoky.

- 4) **Dešťové vody přitékají** především z **lokality jižně od Jílovské ulice** a dále z **horní části Dolních Jirčan**.
- 5) Posouzení stávajícího stavu a návrh opatření k odstranění nevyhovujícího stavu splaškové kanalizace se doporučuje **řešit s využitím hydraulického modelu** simulujícího nestacionární srážkoodtokový proces.

Příloha č. 1 – osazení měrných profilů

