

Vady kanalizace v různých evropských zemích

Dana Měšťanová, Malte Treckmann

Úvod

Problematikou existence různých typů trubních systémů, resp. různých materiálů potrubí pro kanalizační systémy, jejich vlivu na životní prostředí po dobu životnosti potrubí se zabývala externí Evropská odborná komise. Tato komise posuzovala specifický pohled na situaci kanalizačních sítí v různých evropských zemích. Zaměření bylo orientováno na používaný systém a stav kanalizace a byl zpracován k tomu účelu analytický rozbor.

Studie byla řešena v Německu. Splašková a dešťová kanalizace se např. v Německu systematicky budovala od roku 1842. Po více než jedno století se stoky stavěly převážně z pálených cihel. Na začátku 20. století našly z ekonomických důvodů uplatnění betonové stoky. Větší část kanalizačních systémů je nyní tvořena prefabrikovaným potrubím z různých materiálů. Až v posledních letech se začalo používat i plastové potrubí (PVC, PVC-U, PP, PE, se skleněnou výztuží) a také potrubí vyráběné z litiny, železobetonu a PVC.

V Německu převládá potrubí z kameniny, betonu a železobetonu. V průměru tvoří 45% veřejných kanalizací. To je dáno historicky a je to potvrzeno i v zemích jako je Anglie, která také začala velmi brzy s budováním kanalizací.

V zemích jako je Skandinávie nebo Austrálie, kde byla výstavba kanalizace zahájena později, se kvůli velkým vzdálenostem a vysokým pořizovacím nákladům, poměr trubních materiálů zcela jasně přesunul směrem k plastům.

V soukromém sektoru (domovní přípojky) se plastové potrubí používá nyní téměř výhradně. Už několik let se zvyšuje podíl plastového potrubí i v zemích jako je Anglie nebo Německo. Toto zvýšení je již v kanalizačních sítích patrné.

I když jsou plastové potrubní systémy normalizovány nebo certifikovány, stále ještě existují některé pochybnosti v otázce dlouhodobého hodnocení plastového potrubí při praktickém použití. Dřívější kontroly stavu kanalizací a potrubních materiálů byly v minulosti vždy omezeny jen na beton, železobeton a kameninu, protože tvořily většinu délky potrubí kanalizačních systémů. To vedlo německé Ministerstvo pro výzkum a vzdělání (BMBF) k vypsání výzkumného projektu, který poskytl cenné informace o typech a četnosti poruch plastových kanalizačních systémů v rámci Evropy a to včetně nasazení mechanizace a včetně postupu provádění a legislativní podpory. Předmětem zájmu bylo, jak stavební firmy v jednotlivých zemích řeší otázku potřebné dopravy a výstavby.

V rámci zemí Evropské unie je snaha eliminovat nedostatky na kanalizačních řadech. Eliminace je klíčová s ohledem na dopady do životního prostředí. K tomu účelu jsou výstupy ze zpracovaného projektu v Německu přínosné.

Z podkladů jednotlivých zemí vplynuly závěry o stavu potrubí a jeho ekologickém dopadu. Bez ohledu na rozdílnost materiálů (beton, železobeton, kamenina a plast) byly definovány odlišnosti v řadě oblastí, včetně např. netěsností potrubí.

Zjišťování stavu kanalizace v České republice je průběžně monitorováno řadou subjektů. Vhodné by bylo posouzení v intencích dále uvedeného zmapování ve vybraných zemích Evropské unie. K tomu účelu je systém a metoda zpracování následně uvedena.

Datová základna a analýza

Do zpracované analýzy v Německu byla zahrnuta inspekční data z různých evropských zemí. Data byla členěna v podrobnosti: země / region / všechna potrubí / pevná potrubí / pružná potrubí / podíl pružného potrubí.

Např. v Německu bylo v tomto členění prověřeno 1731,72 km / 1640,83 km / 90,89 km, což bylo 5,25% z celkové délky.

V Holandsku 46,69 km / 30,27 km / 16,42 km, 35,17%.

Další zemí bylo Švédsko 12,43 km / 3,07 km / 9,36 km, 75,30%.

Data z Holandska a Švédska byla analyzována s ohledem na stávající skupiny vad a porovnávána s německými údaji, které tvořily základ studie. Důvodem pro rozdílné skupiny dat mimo Německa byla skutečnost, že jen v Německu jsou požadovány a prováděny pravidelné kontroly. Toto je dáno zákonem. Ve všech dalších zemích se kontroly provádějí většinou pouze na žádost provozovatele nebo na základě iniciativy obce.

Byly definovány tři hlavní pohledy na údaje o kanalizačních sítích:

- četnost vadných sekcí stok v poměru k celkové délce stokové sítě,
- četnost vad na 1 km kanalizační sítě,
- četnost vad na 100 m v defektním úseku.

Generování modelových dat bylo zpracováno pomocí simulační metody Monte Carlo. V analýze ekologických dopadů většinou neexistovala vazba mezi konkrétní vadou potrubí objevenou inspekcí a místním sekundárním stavem.

Všechny vazby byly pro modelování ekologického dopadu podstatné a byly modifikovány tak, aby napomohly správnému výsledku analýzy. K tomu účelu byla metoda simulací Monte Carlo výhodná.

Za ekologické dopady byly do analýzy zařazeny tři hlavní skupiny proměnných:

charakteristika specifické vady potrubí získaná z inspekčních údajů (např. rozsah a poloha poruchy), charakteristika specifické vady potrubí získaná na základě odborných znalostí a hydraulického výpočtu (např. průměrný průsakový potenciál vady), místní sekundární podmínky (např. propustnost půdy) definované pro různé scénáře.

Výsledkem simulace bylo stanovení vazeb mezi místními sekundárními podmínkami a charakteristikou specifické vady potrubí.

Pro posuzování v rámci studie byla data modelu představena těmito faktory:

- úroveň kanalizace - potenciál infiltrace - druh vsakování - vliv na okolní vodu,
- místo poškození - potenciál průsaku ven - vzdálenost objektů - vliv na ČOV,
- průsakový potenciál - typ půdy - objekty - znečištění podzemních vod,
- propustnost půdy - typ kanalizace - vliv na hladinu podzemní vody - znečištění půdy,
- hladina podzemní vody - vliv na stabilitu stoky - ohrožení objektů.

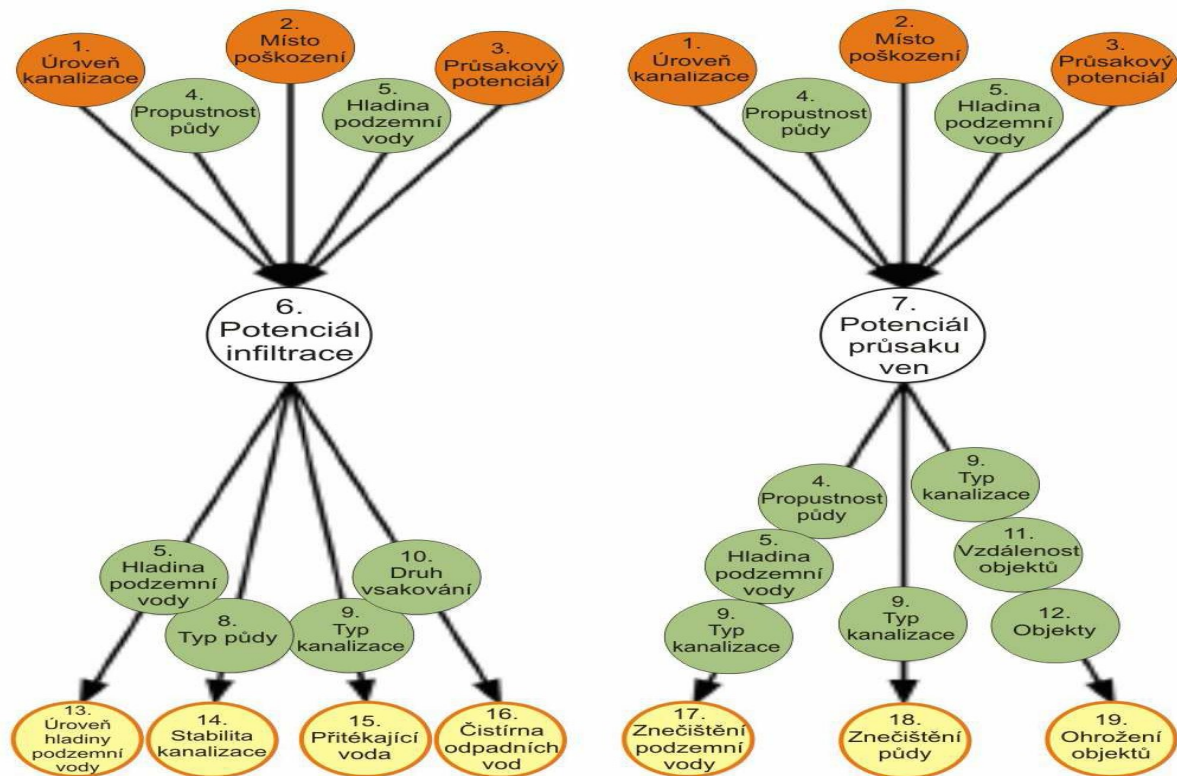
Rizika a vlivy na okolní prostředí

Vhodným způsobem modelování působení faktorů pro určení potenciálu ohrožení byly logické stromy, které spojovaly příčiny a důsledky jednotlivých faktorů. Strom poruch umožnil popis všech možných příčin, jejich hodnot, vztahů a typů vazeb. Tyto spojil do výsledné hlavní „top“ příčiny (potenciál infiltrace / průsaku). Strom důsledků identifikoval všechny možné důsledky vyplývající z určené hlavní příčiny.

Protože všechny typy vazeb a relace lze vyjádřit procesními pravidly a protože vazby nejsou ve většině případů jednoznačné, mohl být zpracován diagram příčin a důsledků. Tento vznikl spojením stromu poruch a stromu důsledků a byl zjednodušen vícerozměrným systémem. Důležité byly vazby proměnných v logice. Zpracování pomocí logiky probíhalo vždy stejně a to následujícím způsobem:

- sestavení vstupních proměnných podle vektorů a funkcí příslušnosti jednotlivých proměnných,
- sestavení matice vyjadřující pravidla vazeb mezi jednotlivými proměnnými,
- dvě vstupní proměnné matice s příslušnými vektory určují pravidla pro další zpracování,
- pomocí algebraického součinu a metody těžiště se určil výsledný vektor, který byl převeden do výsledné hodnoty na cílové stupnici.

Obrázek 1 Schéma příčin a důsledků



Zdroj: studie

Tento postup se prováděl pro každou skupinu dat vytvořenou simulací Monte-Carlo a pro každý uzel stromu. Z dvourozměrných matic byly určeny rozsáhlé soubory vícerozměrných pravidel, které v souhrnu tvořily několik stovek pravdivých tvrzení.

Další aspekty modelování ekologických dopadů byly definovány na základě životnosti potrubí. Protože celkový ekologický dopad analyzovaných problémů závisí na době expozice, narůstá průběžně v závislosti na době provozu kanalizačního systému. Proto se poměr, mezi těmito dopady a jinými ekologickými problémy během životního cyklu potrubí mění.

Průměrná doba životnosti byla v německých normách stanovena na 80 let pro všechny typy materiálů.

Kvalita dat byla získávána v objemu 20% dat z kanalizační sítě ve formě nekvalitních inspekčních dat. Díky nedokonalému kódovacímu systému, subjektivnímu hodnocení, logickým chybám, atd. je samozřejmě vypovídací schopnost dat nepřesná. Mnoho z těchto nepřesností zůstalo nezjištěno.

Velký objem práce byl proto věnován vývoji a prognózám vad. Jednotlivé vzorky potrubí byly různého stáří, některé inspekce byly starší než 10 let. V takovém časovém rozpětí se mohly defekty zaznamenané při prohlídkách zhoršit a nové vady vzniknout díky postupnému zhoršování kvality potrubí. Pro eliminaci těchto chyb dat bylo třeba všechna inspekční data zařadit do stejného časového

úseku pomocí modelu přiměřeného stárnutí potrubí. Další chyby byly vzniklé z neznalosti inspekční strategie na straně provozovatelů sítě. Jestliže provozovatel vybral pro inspekci pouze staré trubní kanalizace místo náhodného výběru vzorků, mohl se stav sítě jevit horší, než ve skutečnosti byl a i je. Ve studii ale byly tyto problémy zanedbány.

Prostor byl věnován posílení empirické znalosti, znalosti založené na zkušenosti. Je všeobecně známo, že správně instalované stoky mají minimum defektů a nezpůsobují žádné problémy. Nicméně k nesprávné instalaci docházelo z různých důvodů neustále. Navíc k defektům dochází daleko častěji a jsou podstatně závažnější v propustné půdě než v půdě méně propustné. Neexistuje však žádná metoda stanovení této vazby, protože tyto zkušenosti se nezaznamenávají. To je obecným problémem empirických zkušeností. Empirická data bylo proto možné integrovat do modelu stárnutí potrubí a do prognostického modelu.

Modelové výsledky

Do samotného modelu bylo vloženo několik tisíc datových souborů ze simulace Monte Carlo. Tyto vstupní proměnné byly zpracovány modelem, jehož výsledkem byl numerický výstup. Výstupní soubory dat představují různé kombinace vad a sekundárních podmínek podle pravděpodobnosti jejich výskytu, která je určena scénáři a analyzovanými inspekčními daty.

Aritmetický průměr všech těchto proměnných poskytl hodnotu průměrného ekologického dopadu způsobeného průměrným defektem konkrétního typu potrubí v rámci daného scénáře při zvážení rozsahu možných vlivů. Sekundární podmínky definované ve scénáři a rychlosti průsaků určené inspekční charakteristikou vady vedly k mírnému dopadu na životní prostředí u všech typů potrubí. Tento dopad je však mírný pouze proto, že rozsah možné závažnosti dopadu je velmi široký. Sekundární podmínky a jejich vliv na výsledky modelu ve skutečnosti snižují u určitých scénářů maximální možný dopad. Nejlepším příkladem většiny sekundárních podmínek je úplná absence infiltrace a tedy i absence ekologických vlivů způsobených infiltrací.

Hladina podzemní vody definovaná v daném scénáři byla vždy pod úrovní potrubí, což infiltraci zcela znemožnilo. Typy vad a charakteristiky potrubí byly vždy podřízeny sekundárním podmínkám, které rozhodovaly o rozsahu dopadu na životní prostředí.

Metoda vizualizace modelu a proměnných

Další metodou vizualizace modelu byla normalizace jednotlivých proměnných vzhledem k maximum v rámci dané kategorie. Pro každou kategorii (například riziko průsaku) bylo maximum nastaveno na 1 a všichni ostatní příslušníci této kategorie se seřadily podle toho. Tento způsob prezentace dat objasnil rozdíly mezi různými typy potrubí. Protože tyto rozdíly byly určeny pouze typem vady a charakteristikou stoky, neměly sekundární podmínky na rozdíly mezi typy potrubí vliv. Logicky tedy platilo, že odchylka mezi kategoriemi je téměř stejná. Pokud neexistoval žádný podnět, na rozdíl mezi typy trubních kanalizačních vedení to nezáleželo, a proto se vytratil. V některých konkrétních místních podmínkách nemusel výstup modelu odrážet skutečnou váhu proměnných různých kategorií. Takové situace, jakou byl například dominující význam jednoho nebo více faktorů, nemohly být zahrnuty do všeobecného modelu, ale musely být ošetřeny převodem výsledků modelu do individuální stupnice závažnosti, kterou musel stanovit místní úřad, provozovatel a odborníci.

Výsledky dat v Německu

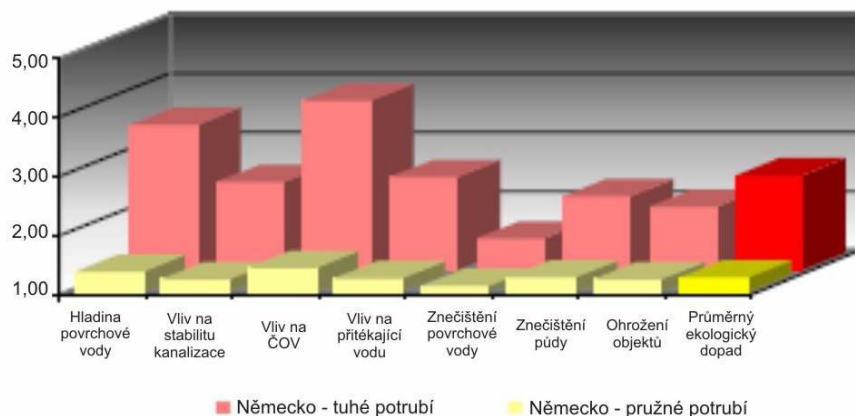
Následující data a hodnoty jsou výsledkem analýzy dat dané sítě (celkem 1732 km po provedení výběru) a znázorňují přehled dnešní situace s ohledem na materiálové skupiny potrubí. Německá i evropská kontrolní data byla převedena do kódového systému EN 13508 pomocí převodní normy, kterou stanovila německá asociace DWA (původně ATV-DVWK). Výsledky modelování vedly k různým výsledkům, a proto bylo nutné zvážit různé pomocné podmínky. Ke stanovení skutečného rozdílu dopadu sítí tuhých a flexibilních na životní prostředí bylo nutné uvést výsledky modelu, které byly založeny na průměrném defektu materiálové skupiny, do vztahu k průměrnému výskytu závad. Flexibilní potrubí vykazovalo lepší výsledky - pokud šlo o ekologický dopad.

V členění: Typ potrubí / Průměrný výskyt poruch / Normový výskyt poruch bylo zjištěno:

- pružné potrubí / 8,45 poruch na 1 km / 0,17,
- tuhé potrubí / 50,26 poruch na 1 km / 1.

Byla tak pro Německo vytvořena suma průměrných ekologických dopadů, dále dopadů na čistírny odpadních vod, na stabilitu kanalizací podle provozovatelů. Byly definovány dopady na hladinu podzemních vod a dopady způsobené infiltrací/průsakem ven.

Obrázek 2 Ekologický dopad průměrné německé závady



Obrázek ukazuje ekologický dopad průměrné německé závady způsobující infiltraci/průsak ven v rámci relativního rozsahu závažnosti dopadu a to při četnosti výskytu závad.

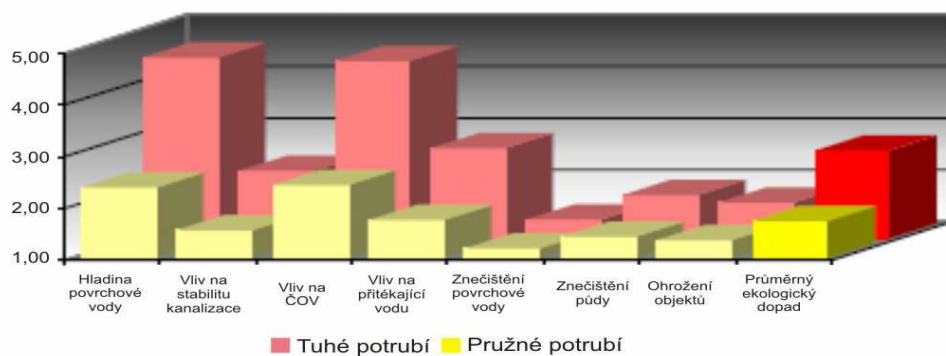
Výsledky dat v Holandsku

Holandská kontrolní data byla dodatečně revidována kvůli stanovení rozdílu ve vyhodnocení defektů. Existovala významná úroveň shody, rozdílů v indikacích aj. Podle techniků byly rozdíly způsobeny malým interpretačním rozlišením nebo chybějícím popisem defektů. Např. kód pro vadné napojení nebyl zaznamenán v protokolech, i když byl uveden na TV záznamu. Protože byla holandská databáze příliš malá pro modelování, byla německá data přizpůsobena pro Nizozemí. Ze srovnání výsledků analýz z Německa a Nizozemí bylo zřejmé, že výskyt závad v rámci vadných sekcí byl podobný až na posunuté spoje a infiltraci. Poslední problém byl většinou výsledkem nesprávných indikací nebo byl instalačním problémem z důvodu chybějícího dozoru. Předpokládá se podobný dozor, údržba a opravy jako v Německu. Rozdíly v charakteristikách závad se významně změnily a posunuly směrem k německým hodnotám. Proto bylo možné provést adaptaci německých dat. Z toho důvodu bylo možné přímé srovnání citlivosti pomocných podmínek pro tři holandské scénáře s ostatními evropskými scénáři.

Z výsledků vyplynul následující přehled výsledků v členění: Typ potrubí / Průměrný výskyt poruch / Normový výskyt poruch:

- pružné potrubí 95,91 poruch na 1 km 0,41,
- tuhé potrubí 234,56 poruch na 1 km 1.

Obrázek 3 Ekologický dopad průměrné holandské závady



Zdroj: studie

Výsledky dat ve Švédsku

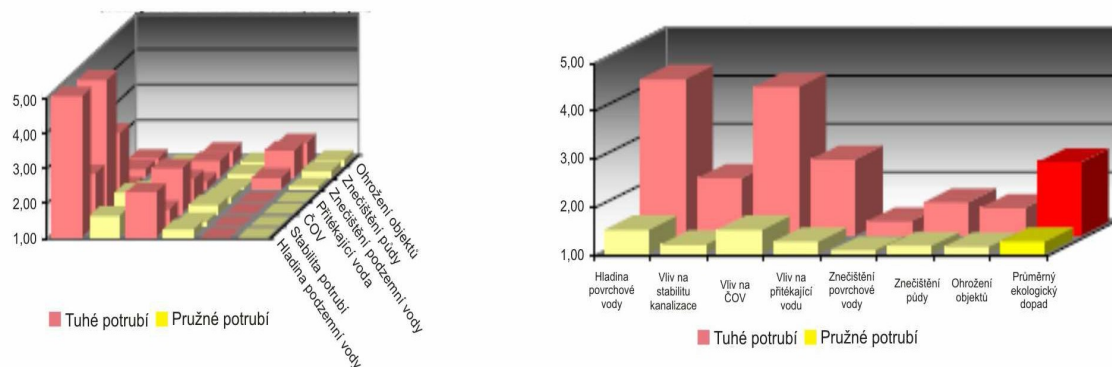
Indikacemi švédských defektů v rámci protokolů byly především čistě textové popisy místo kódového systému, který usnadnil převod do kódu EN. Protože švédská databáze byla pro modelování nedostatečná, byla pro Švédsko uzpůsobena německá data. Z toho důvodu bylo možné přímé srovnání citlivosti pomocných podmínek pro tři švédské scénáře s ostatními evropskými scénáři.

Výsledky ve stupnici výsledků - Typ potrubí / Průměrný výskyt poruch / Normový výskyt poruch:

- pružné potrubí 13,46 poruch na 1 km 0,19,
- tuhé potrubí 71,74 poruch na 1 km 1.

Švédské analýzy přinesly podobné výsledky pro flexibilní potrubí, jako německé analýzy.

Obrázek 4 Ekologický dopad průměrné závady ve Švédsku v alternativním zobrazení



Zdroj: studie

Závěr

I když bylo obtížné stanovit ekologické dopady kanalizačních systémů obecně, byl specifický model pro otázky životního prostředí jednou z cest posouzení. To se týkalo kanalizačních systémů a jejich ekologických dopadů. Posouzeny byly flexibilní a tuhá potrubní vedení a způsoby infiltračí. Bylo konstatováno, že potrubní systémy obecně neodrážejí výsledky situace místní kanalizační sítě. Přesto zjištění lze považovat za přijatelný ukazatel ekologického dopadu. Všechny systémy vykázaly průsaky. Otázkou je, který potrubní systém je vhodnější, pokud jde o problémy s průsakem. Tyto problémy jsou hlavní ekologickou otázkou během životnosti potrubí. Analýza během životnosti potrubí byla cílem projektu, a proto bylo zaměřeno na dominantní otázky infiltrace a průsaků. Ekologické efekty způsobené během provozu místními vlivy musí řešit provozovatel sítě. V závěrečném shrnutí bylo zjištěno, že lze nadále počítat s hranicí životnosti 30 let při vnitřním průměru max. 800 mm, že dopad na životní prostředí způsobený infiltračí je 15 %. Ukázalo se, že flexibilní potrubí má lepší působení na životní prostředí, než tuhé potrubní systémy. Vezme-li se v úvahu počet závad vzhledem k délce položených kanalizací, mají flexibilní systémy v průměru pouze 20% výskyt závad v porovnání s tuhými systémy. Ze studie vyplynulo, že kanalizační systémy flexibilní mají lepší ekologické výsledky, že je nutný důraz na kvalitu instalaci, na monitorování a kontrolu kvality

Literatura:

<http://www.adpp.cz/UserFiles/soubory/Studie.pdf>