

Vývoj a změny charakteristik vsakovacích a retenčních objektů pro čištění smyvů z dopravní infrastruktury a zpevněných ploch

Miloš Rozkošný¹, Michal Kriška², Tereza Hudcová³,

Radek Novotný¹, Danuše Beránková¹

1 milos_rozkosny@vuv.cz +420 541 126 311

2 kriska.m@fce.vutbr.cz +420 541 14 7778

3 hnatkova@dekonta.cz +420 235 522 252

Hospodaření s dešťovými vodami a smyvy z komunikací a parkovacích ploch

d^ekoⁿta

VÚV
TGM

1. Platná legislativa (vodní zákon) a normy (ČSN759010, TNV 759011, německé a rakouské směrnice)
2. Retence a vsakování vod
3. Členění vsakování dešťových vod podle následujících kategorií:
 - kvality dešťové vody (DV) - znečištěné a neznečištěné
 - původu (rodinné domky, plochy, obchodní centra, silnice, dálnice atd.)

Projekt VaV č. 1F54G/011/120 - Vliv srážkoodtokových poměrů dálnic a rychlostních komunikací a jejich dopad na vodní útvary ve smyslu Směrnice 2000/60/ES (2005 – 2007)

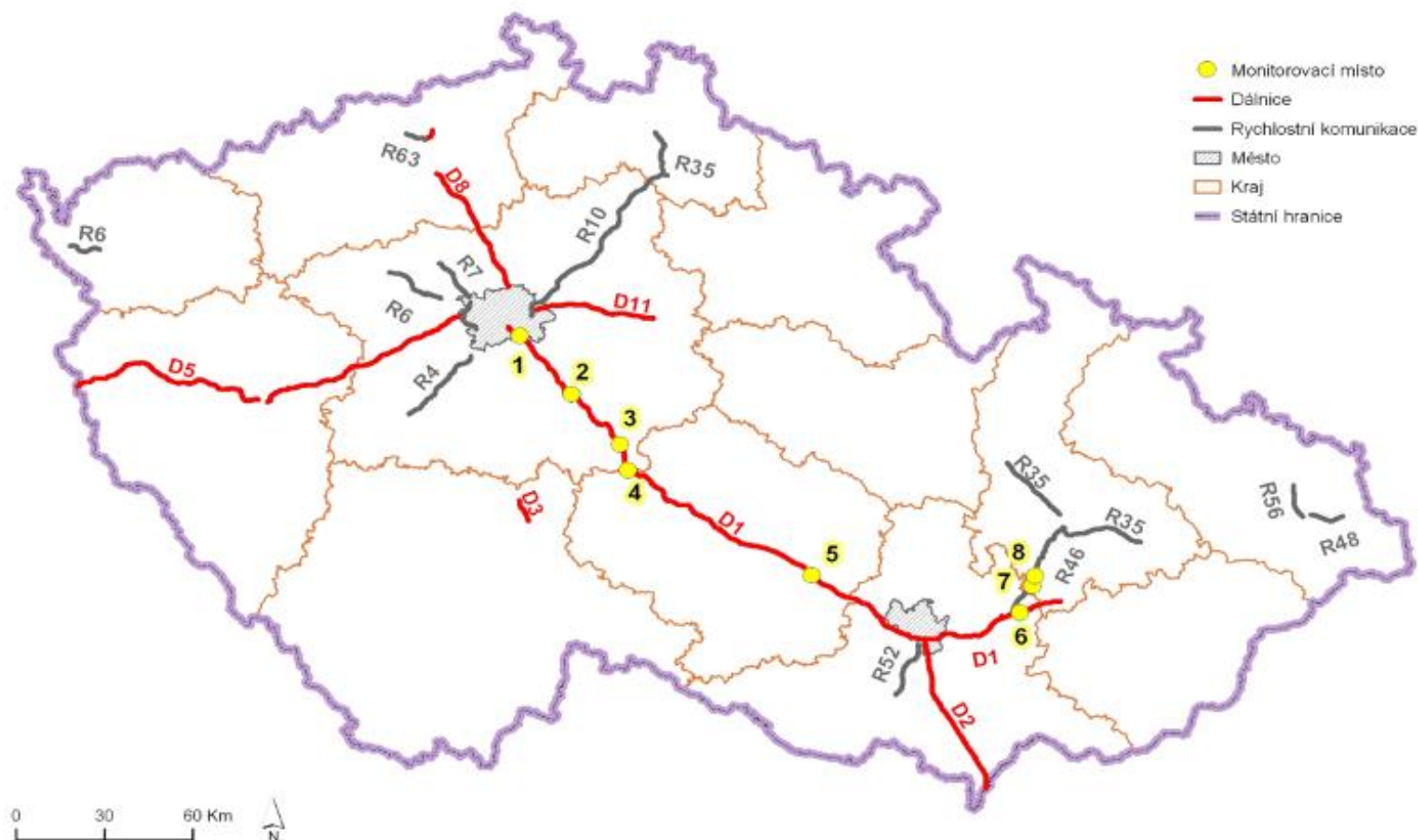
Projekt VaV č. 1F84C/031/910 – Kontrola jakosti dálničních splachů a hodnocení účinnosti jejich dočišťování při decentralizovaném systému odvodnění (2008 – 2009)



Kvalita povrchového splachu z komunikací

Monitoring 2005 – 2009

Projekty VÚV TGM, v.v.i. - 1F54G/011/120 a 1F84C/031/910



Orientační hodnoty koncentrace vybraných polutantů v povrchových srážkových vodách – odtok z parkovišť:



Parkoviště s betonovým povr-
chem



Ukazatel	Jednotka	
pH	---	6,5 – 8,5
Chloridy (Cl ⁻)	mg.l ⁻¹	2 – 2000
Ropné látky (C10 – C40)	mg.l ⁻¹	< 0,02 – 1,5
Suma PAU	ng.l ⁻¹	4 – 200
Kadmium (Cd)	μg.l ⁻¹	< 0,1 – 1,5
Chrom (Cr)	μg.l ⁻¹	< 1 – 40
Měď (Cu)	μg.l ⁻¹	2 – 70
Rtuť (Hg)	μg.l ⁻¹	< 0,05 – 0,8
Nikl (Ni)	μg.l ⁻¹	< 1 – 30
Olovo (Pb)	μg.l ⁻¹	< 0,5 – 20
Zinek (Zn)	μg.l ⁻¹	2 – 300

Zaměření projektu TA03030400 „Vývoj technologií pro čištění srážkových smyvů z komunikací a jiných zpevněných ploch“.



Projekt je zaměřen na vývoj třístupňové technologie čištění splachových vod pocházejících z dopravní infrastruktury a zpevněných ploch v průmyslových areálech zahrnující mechanické předčištění, biologický stupeň a terciární stupeň představující variantně vsakovací zařízení či akumulaci.

V rámci projektu bude, díky počítačové simulaci a laboratorním testům, optimalizován design mechanického předčištění.

Na základě monitoringu exponovaných lokalit bude navrženo mokřadní pásmo zahrnující aerobní a anaerobní stupeň, jehož eliminační účinnost vůči kontaminantům bude navýšena aktivní inokulací vybranými bakteriálními kmeny a mokřadní vegetací.

Dále bude navrženo vsakovací zařízení s omezením kolmatace, včetně systému regulace hladiny vody v objektu a technologie umožňující retenci vody v krajině s cílem minimalizace negativních vlivů zastavěných ploch a s možností jejího dalšího využití in situ.

Koncentrace těžkých kovů
a rizikových prvků (v µg/l)
ve splachových vodách



Databáze výsledků řešeršních prací a měření:

http://www.dekonta.cz/files/File/Wetland_-_Database_lokalit-1.pdf

	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	Al	As
Souhrn zahraničí	ND-359	ND-146	ND-963	22-20800	ND-833	ND-1206	ND-1200	ND-5070	0,4-4900	ND-3,0
Souhrn ČR	ND-0,12	ND-18,1	ND-55,7	82-6440	ND-279	ND-34,3	ND-10	ND-1310	ND-4130	ND-4,4

	Nerozp. látky	BSK ₅	CHSK _{Cr} (*TOC)	Pcelk. (*ortho-P)	Ncelk. (*TKN)	Cl ⁻	NEL	C ₁₀ -C ₄₀
Souhrn zahraničí	2-23577	0,3-89	7,3-5001 (*2,9-393)	0,03-20,5	0,22-67	2-5590	0,03-4200	
Souhrn ČR	ND-762	ND-17,8	ND-147 (1,7-301*)	ND-8,14	0,62-27,4	ND-2230	ND-839	ND-0,58

Koncentrace nerozpuštěných a organických látek, celkového fosforu a dusíku, chloridů (vše v mg/l), NEL (µg/l) a C₁₀-C₄₀ (mg/l)

	PAUs	NAF	ANT	FLU	PHE	PYR	CHRY	B-PYR	B-ANT	B_FLU	B-PER
Souhrn	<0,06-474	ND-2,0	ND-4,9	ND-8,5	ND-4,5	0,012-6,0	0,003-4	0,001-3,0	0,001-2,0	0,002-0,98	0,001-2,7
Souhrn ČR	ND-1,32	0,044-0,088	ND-0,06	0,096-0,184	ND-0,232	0,064-0,204	ND-0,124	ND-0,076	ND-0,092	ND-0,104	ND-0,092

NAF-naftalen, ANT-anthracen, FLU-fluoranthen, PHE-fenantrolin, PYR-pyren, CHRY-chrysem, B-PYR – benz(o)pyren, B-ANT-benz(o)anthracen, B-FLU-benz(o)fluoranthen, B-PER – benz(o)perylene

Koncentrace těžkých kovů (v mg/kg)
v sedimentech mokřadů a nádrží určených
pro čištění splachů



		Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	Σ PAU
Souhrn zahraničí		0,02-68	3-167	5,8-426	10 733 - 43 000	420-950	12-540	8-3 510	13 - 4 670	<1-80
		TA03030400			TA03030400					
Souhrn ČR		ND-0,97	7-211	11,5-496	605 - 60 000	315 - 1 010	11,2-119	1,4-85,2	36 - 1 520	ND-6,95

Další informace o výsledcích a lokalitách:

<http://www.dekonta.cz/sluzby-a-produkty/korenove-cisticky-odpadnich-vod2/>

http://www.dekonta.cz/files/File/Wetland_-_Databaze_lokalit-1.pdf

Sledovaná lokalita – parkoviště u univerzitního kampusu v Brně - Bohunicích



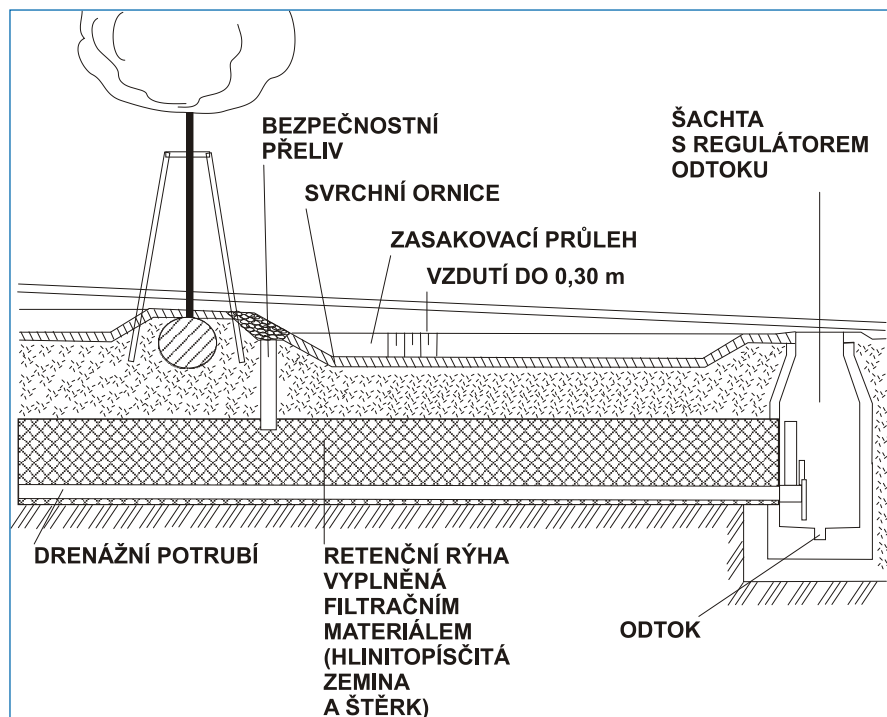
Sledovaná lokalita – parkoviště u univerzitního kampusu v Brně - Bohunicích

deko^{nta}



Schéma vsakovacího průlehu

deko^{nta}



Lokalita "Bohunice 1" - 121 m² a odpovídající odvodňovaná plocha 592 m².

Lokalita "Bohunice 2" - 195 m² a odpovídající odvodňovaná plocha 1040 m².

1. Měření přítoku a odtoku do vsakovacího průlehu a hodnocení eliminace vybraných polutantů
2. Hodnocení změn vlastností filtračního prostředí průlehu po zahájení provozu parkoviště a po 5 až 6 letech provozu
3. Sledování retenční nádrže – přítok, odtok / posouzení po 5 letech
4. Odběr vzorků zemin a sedimentů
5. Pro ověření pozadových koncentrací – odběr vzorků srážek (déšť, sníh)



Sledovaná lokalita – retenční nádrž

dekonta



Výsledky analýz vzorků vod ze smyvů a průsakových vod - parkoviště



Období sledování		2008-09	2013-14	2008-09	2013-14
Profil		Bohunice 1	Bohunice 1	Bohunice 2	Bohunice 2
pH	—	7,3–8,4	8,2-8,5	6,4–8,7	8,2-8,4
El. kondukt.	mS/m	36–70	43-76	24–891	58-91
Chloridy	mg/l	2–118	61-81	4–1570	65-241
C10 – C40	mg/l	< 0,02–0,58	<0,1-0,14	< 0,02–0,23	<0,1-0,16
Σ PAU	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cd	µg/l	< 0,1–0,57	<0,1	< 0,1–1,04	<0,1
Cr	µg/l	8,7–39,5	5,1-10,6	4,7–24,9	8,1-9,6
Cu	µg/l	2,7–7,5	6,1-25,9	9,7–36,5	2,4-4,8
Hg	µg/l	< 0,05–0,22	<0,1-0,24	< 0,05–0,74	0,1-0,14
Ni	µg/l	4,9–25,1	<2-15,3	6,5–23,7	<2
Pb	µg/l	0,9–4,9	<0,5-1,4	0,5–6,7	<0,5-0,6
Zn	µg/l	6–22	19-51	23–92	11-15

Emisní standardy pro povrchové vody podle n.vl. Č. 229/2007 Sb.	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
	µg.l ⁻¹	µg.l ⁻¹	µg.l ⁻¹	µg.l ⁻¹	µg.l ⁻¹	µg.l ⁻¹	µg.l ⁻¹
	0,7	35	25	0,1	40	14,4	160

Výsledky – retenční nádrž



	pH	EC	Cl	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Suma PAU	C10-C40
	-	mS/ m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l

2008 -09

Min	7,6	174	372	<0,1	1,6	8,2	<0,1	3,4	<0,5	58	<0,03	<0,1
Max	8,2	430	1280	<0,1	7,3	9,3	0,11	6,7	<0,5	283	<0,03	<0,1

2013 -14

Min	7,0	19	27	<0,1	<1	4,4	<0,1	<2	<0,5	21	<0,03	<0,1
Max	8,4	83	396	0,31	8	30,9	0,13	12,5	5	291	0,18	41,1

Emisní limity	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
µg/l	0,7	35	25	0,1	40	14,4	160

Výsledky – srážky



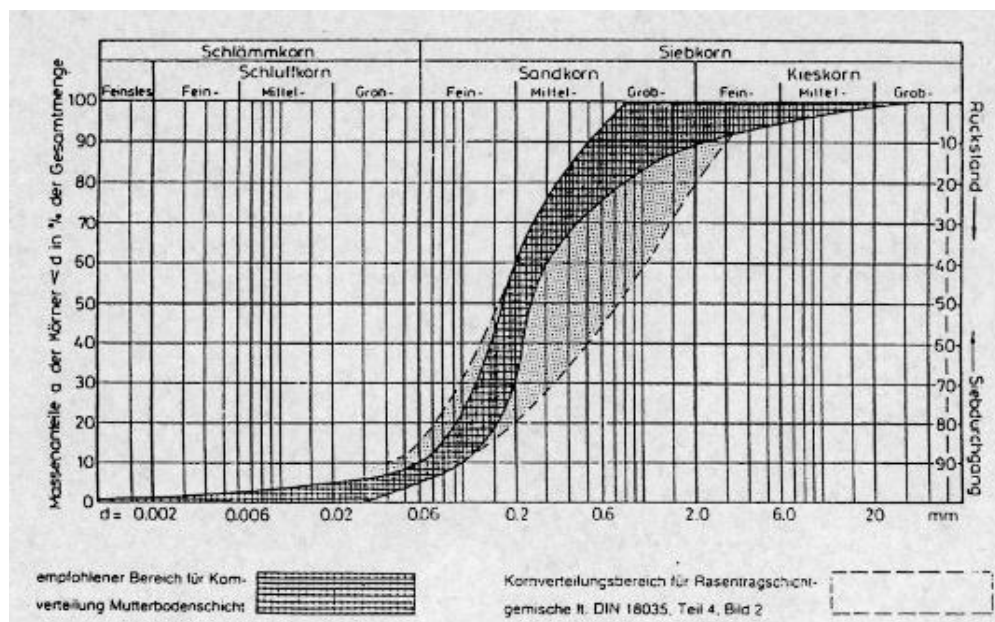
Ukazatel		Al	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Fe	Mn	C10-C40
Jednotky		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Děšť	Min	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Max	5620	0,33	65,8	121	0,33	15,1	35,9	409	3380	451	ND
Sníh	Min	ND	ND	ND	2,2	0,15	ND	0,8	31	115	ND	ND
	Max	20000	1,27	48,6	311	0,45	31,8	26,6	1770	27500	1210	8,12

Stanovení hydraulické vodivosti, měření infiltrace

deko^{nta}

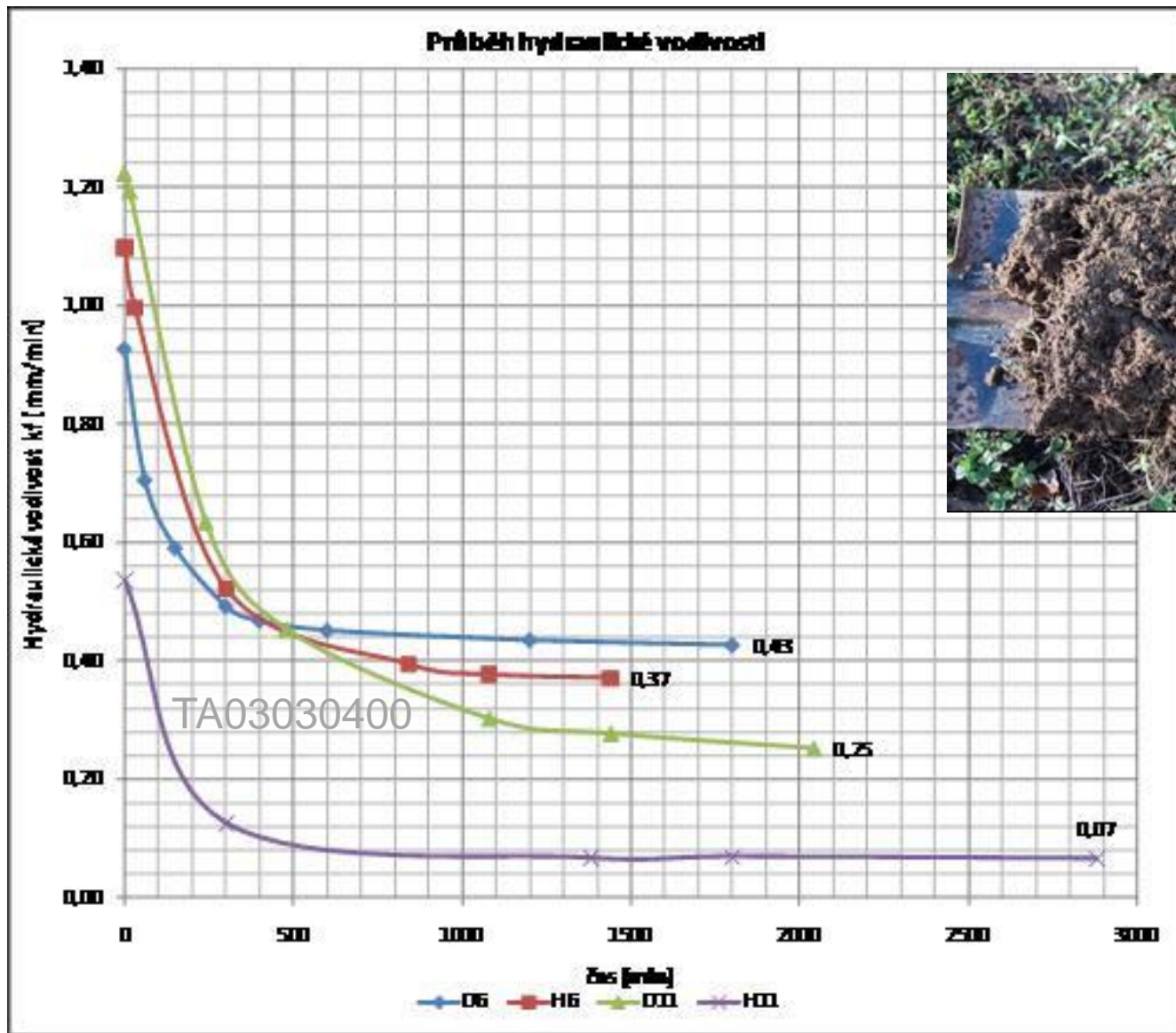


- Vrstva ornice zasakovacích průlehů je jedním z nejdůležitějších prvků systému. Musí mít vlastnosti zabezpečující vývoj vegetace a zabezpečující vsakovací a čistící funkci průlehu.
- Zemina nesmí být zhutněna. Musí mít odpovídající filtrační vlastnosti – jako příznivé se jeví, když určená míra zasakování vrstvy ornice má hodnotu koeficientu hydraulické vodivosti $k_f \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s.

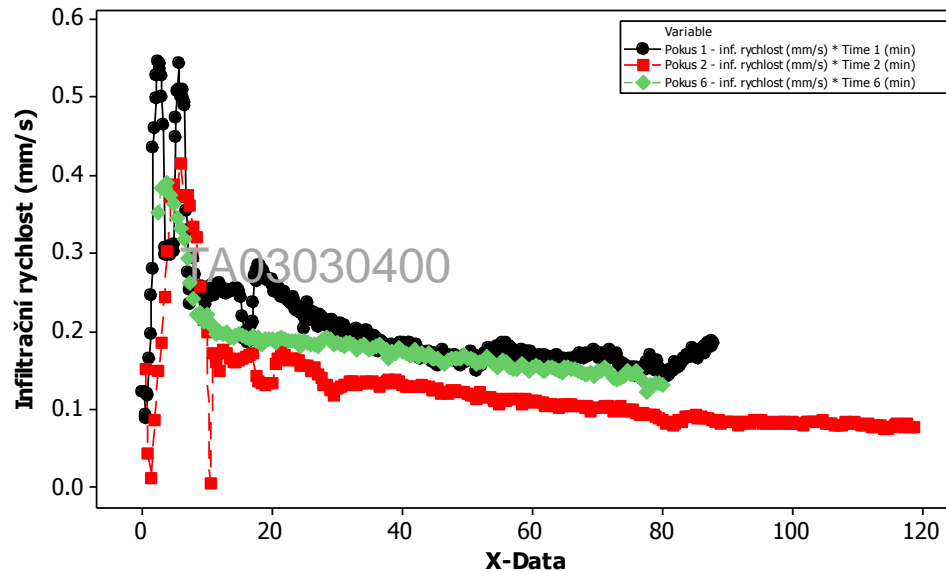


- Během výzkumu byly v letech 2008/09 a 2013/14 2x odebrány pokaždé dva vzorky (ze spodního a horního parkoviště).
- Neporušený materiál byl odebrán vpravením kovového válce o výšce 25cm do dna infiltračního průlehu.

Stanovení hydraulické vodivosti, měření infiltrace

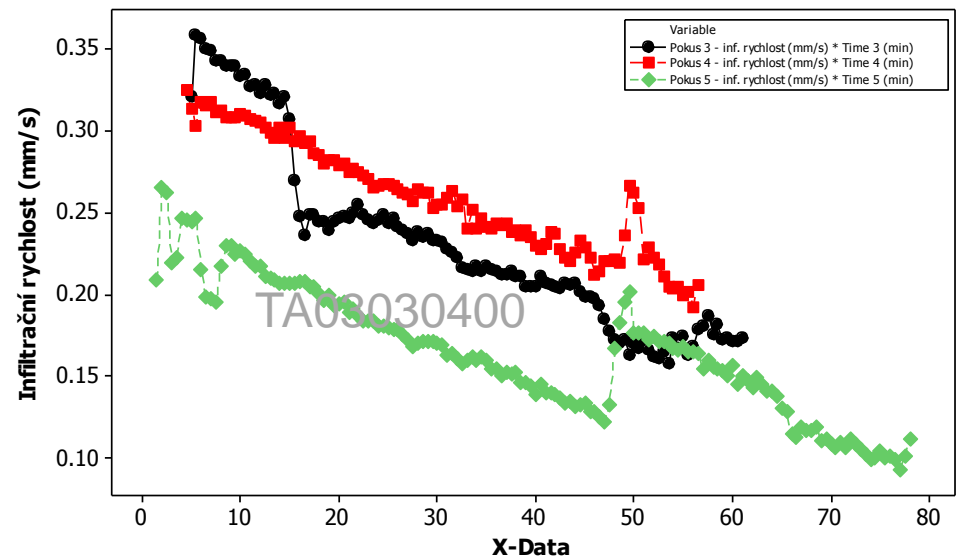


Scatterplot of Horní parkoviště



Stanovení hydraulické vodivosti, měření infiltrace

Scatterplot of Dolní parkoviště



Stanovení hydraulické vodivosti, měření infiltrace



Výsledky provedených pokusů s materiálem ze zasakovacích průlehů z parkoviště po roce provozu ukazují, že propustnost je dostatečná pouze na začátku pokusu, dokud se celý materiál dokonale nenasytí vodou. Nasycení přitom probíhá v rozsahu 4–7 hodin.

Při vytrvalejších deštích - dojde k nasycení celého filtračního prostředí infiltračních průlehů - nutné při návrhu a realizaci obdobných zařízení počítat s vybudováním bezpečnostních přelivů, jak bylo provedeno na sledovaných průlezích.

V roce 2013 byly zjištěny následující hodnoty infiltrační rychlosti pro oba sledované průlehy:

Bohunice-1 – 6,6 – 10,8 mm/min v závislosti na aktuální vlhkosti filtračního prostředí.

Bohunice-2 – 9,6 – 15,6 mm/min v závislosti na aktuální vlhkosti filtračního prostředí.

Zjištěné hodnoty infiltrace jsou tak i po několika letech provozu průlehů stále dostatečné a pohybují se v rozpětí zjištěném při měřeních v roce 2009.

- **Kontaminace zeminy z obou průlehů je velmi nízká**, odpovídá prakticky pozadovým hodnotám. Srovnání bylo provedeno s limitními hodnotami pro lehké půdy, které jsou uvedeny ve vyhlášce č. 13/1994 Sb. **Po 5 letech – prakticky stejné výsledky.**
- Ve filtračním prostředí průlehů se potvrdila poměrně vysoká činnost eliminace **kadmia, mědi, olova, zinku, ropných látek (ukazatel C10-C40) a polutantů ze skupiny PAU**. I když s ohledem na oxidačně-redukční podmínky bylo také zaznamenáno při některých odběrech vzorků vod uvolňování kovů do vodního prostředí (zejména v případě výskytu nízkých koncentrací v povrchovém smyvu, tzn. I. až II. třída čistoty vod podle ČSN 75 7221). **Platí i pro retenční nádrž.**
- **Hodnoty pH** byly prakticky u všech vzorků povrchového smyvu, průsakových vod **v oblasti 6,4 až 8,6**, tedy převážně v neutrální až mírně alkalické oblasti.
- **Polutanty jsou vázány a akumulovány v nerozpuštěných látkách a dochází k jejich usazování v retenčních i odvodňovacích objektech, platí pro průlehy i pro retenční nádrž.**

- Z hlediska případných požadavků na stabilní čistící účinek hraje důležitou úlohu skladba filtračního materiálu.
- Zatížení sledovaných objektů na přítoku (obsah sledovaných polutantů ve smyvu) je vyšší než měřené obsahy ve srážkách, což i podle údajů uvedených v literatuře indikuje určitý vliv dopravy na povrchový smyv.
- Zatížení povrchového smyvu polutanty na sledovaných lokalitách v obou obdobích je srovnatelné, rozdíly, zejména v maximálních měřených koncentracích, odpovídají zejména aktuálním klimatickým podmínkám a vyskytují se u ukazatelů chloridy, elektrická konduktivita vody.
- Také odtokové koncentrace se v obou obdobích pohybují ve srovnatelném rozpětí.
- Sledované objekty si i po 5 letech provozu od prvního monitoringu udržují srovnatelnou účinnost čištění a retence polutantů. Infiltrační charakteristiky obou průlehů se po 5 letech od uvedení provozu prakticky nezměnily.

Prezentace byla vytvořena za podpory projektu TA03030400 „Vývoj technologií pro čištění srážkových smyvů z komunikací a jiných zpevněných ploch“.



DĚKUJI ZA POZORNOST