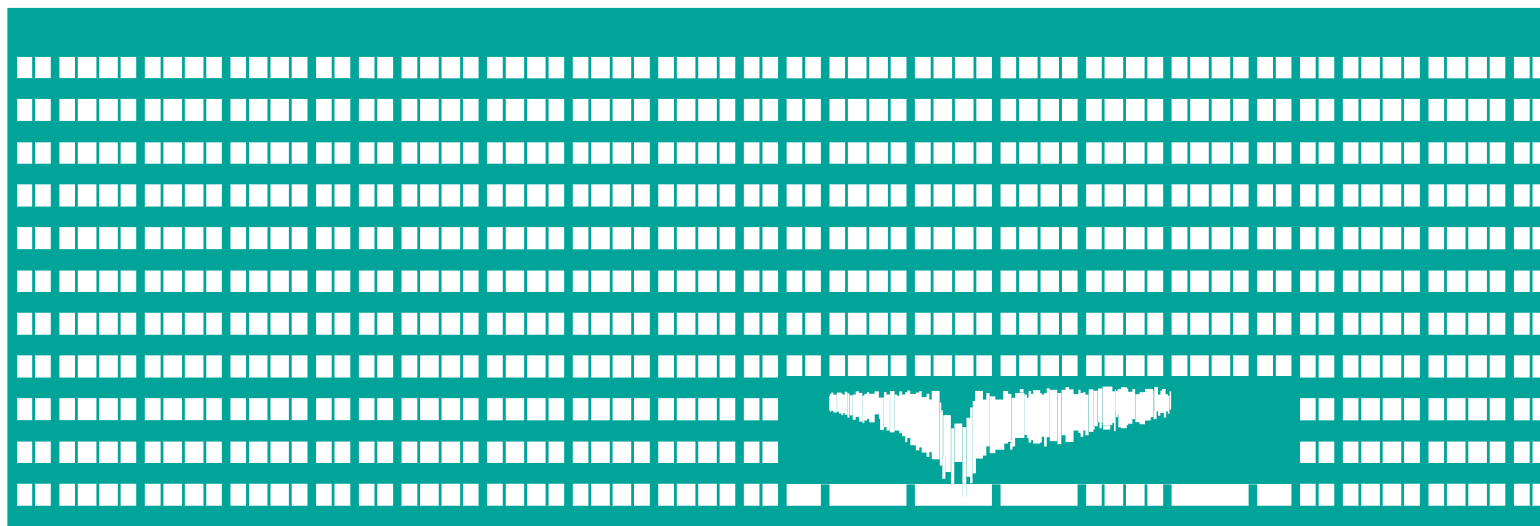


VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA

VSB TECHNICAL
UNIVERSITY
OF OSTRAVA



www.vsb.cz

Studie nakládání s dešťovými vodami v areálu Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava

Ing. Markéta Jalůvková
doc. Ing. Vojtěch Václavík, Ph.D.

Cíle studie

Cílem studie je zpracování racionálního návrhu nakládání s dešťovými vodami v **areálu Vysoké školy báňské - Technické univerzity v Ostravě Porubě** a v **areálu kolejí v Ostravě Porubě**.

Dílčí cíle:

1. Zpracovat přehled budov včetně rozměrů střech pro získání dešťové vody.
2. Zpracovat přehled zpevněných ploch (komunikace, parkoviště, chodníky) včetně jejich rozměrů pro získání srážkové vody.
3. Výpočet množství srážkových vod, získaných ze střech objektů v jednotlivých areálech.
4. Výpočet množství srážkových vod, získaných ze zpevněných ploch v jednotlivých areálech.
5. Návrh variant nakládání s dešťovou vodou zadržanou v jednotlivých areálech.

Popis současného stavu nakládání s dešťovými vodami

- Ze střech jednotlivých objektů** jsou dešťové vody odváděny dešťovými svody, které jsou napojeny přes kanalizační přípojky do jednotné stokové soustavy kanalizační sítě, která je ve správě společnosti Ostravských vodovodů a kanalizací, a.s.;
- Ze zpevněných ploch (komunikací a parkovišť)** jsou dešťové vody odváděny pomocí uličních vpustí do jednotné stokové soustavy kanalizační sítě, která je rovněž ve správě společnosti Ostravských vodovodů a kanalizací, a.s.;
- Ze zpevněných ploch (chodníků)** jsou dešťové vody převážně odváděny do přilehlých zatravněných ploch, kde plní závlahovou funkci a jsou přirozeně vsakovány.

Podklady

- Situační schéma areálů - dodáno zadavatelem studie.
- Historická hydrologická data Českého hydrometeorologického ústavu dostupná z webových stránek.
- Údaje o obsazenosti jednotlivých budov kolejí
- ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod
- TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami

Zájmové plochy pro získání srážkových vod

Tab. 2 Přehled budov a jejich ploch v areálu kolejí v Porubě

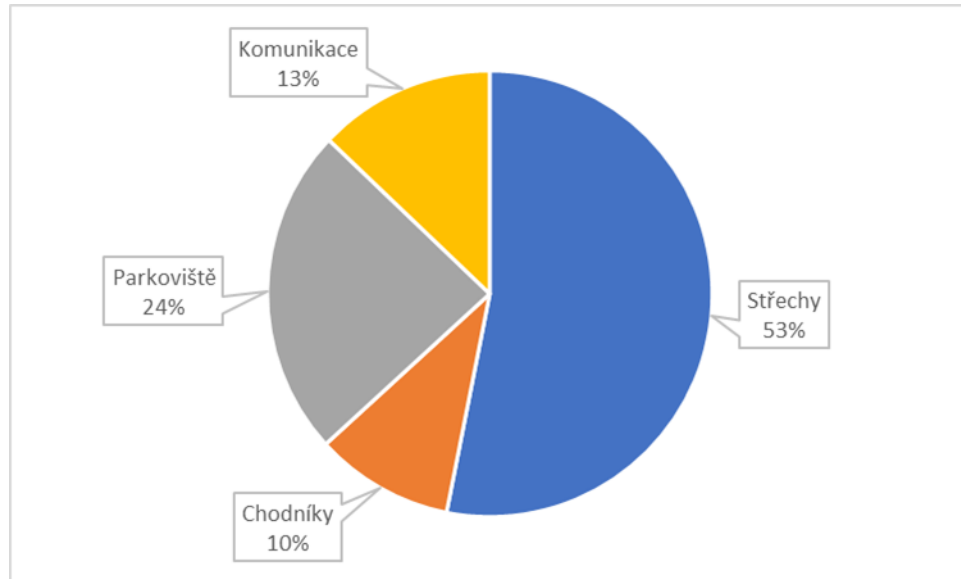
Označení budovy	Název budovy	Plocha [m ²]	Typ střechy	Materiál střechy
40	Koleje b. A	1245	Plochá	
41	Koleje b. B	1252	Plochá	
42	Koleje b. C	1253	Plochá	
43	Koleje b. D	1240	Plochá	
44	Koleje b. E	1244	Plochá	
45	Koleje b. F	872	Plochá	
46	Koleje b. G	678	Plochá	
47	Koleje b. J	2458	Plochá	
48	Koleje b. DS 1	3062	Plochá	
49	Koleje b. DS 2	659	Plochá	
50	Koleje b. DS 3	1942	Plochá	
51	Koleje spojovací chodba 1	272	Plochá	
52	Koleje spojovací chodba 2	312	Plochá	
53	IT4I	2127	Plochá	
Plocha celkem (m²)		18615		

Zájmové plochy pro získání srážkových vod

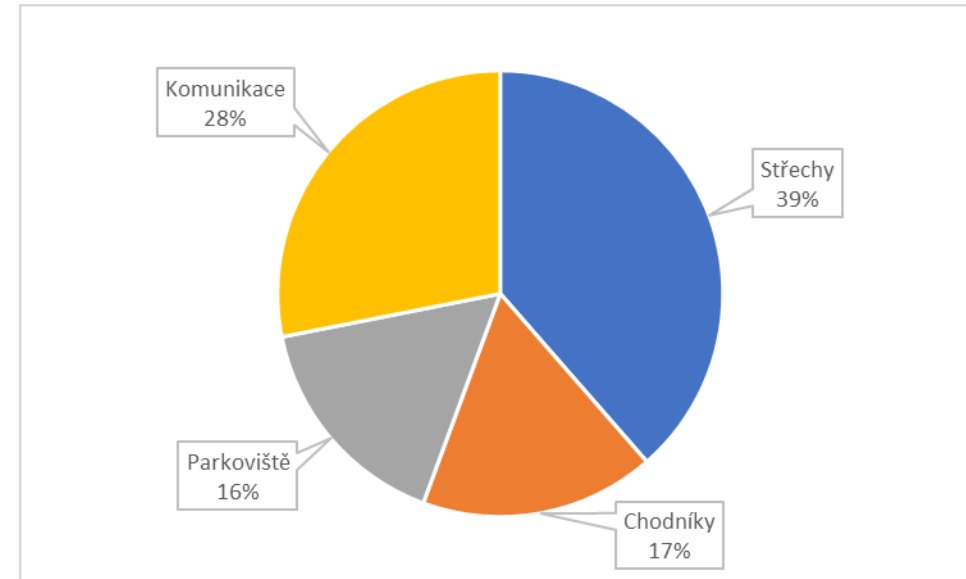
Tab. 4 Přehled zpevněných ploch v areálu kolejí v Porubě

Typ zpevněné plochy	Značka	Plocha (m ²)	Druh povrchu
Chodníky	CH1	1588	Asfalt
	CH2	1595	Asfalt
	CH3	1728	Asfalt
	CH4	2446	Asfalt
	CH5	666	Zámková dlažba
	CH6	210	Zámková dlažba
Celkem		8233	
Parkoviště	P1	883	Asfalt
	P2	1568	Asfalt
	P3	2564	Asfalt
	P4	2839	Asfalt
Celkem		7854	
Komunikace	K1	498	Asfalt
	K2	1006	Asfalt
Celkem		1504	

Zájmové plochy pro získání srážkových vod



Obr. 3 Procentuální zastoupení ploch v areálu VŠB-TUO v Porubě



Obr. 4 Procentuální zastoupení ploch v areálu kolejí v Porubě

Výpočet množství dostupných srážkových vod

Tab. 5 Průměrné roční úhrny srážek v Moravskoslezském kraji

Rok	úhrn srážek (mm)
2019	798
2018	641
2017	857
2016	833
2015	552
2014	814
2013	771
2012	755
2011	721
2010	1163
Ø	790,5

Tab. 8 Výpočet objemu dešťových vod ze střech za průměrný rok v areálu kolejí v Porubě

Areál kolejí				
Výpočet objemu dešťových vod za průměrný rok				
Úhrn srážek (mm = l/m ²)				790
Označení budovy	Název budovy	Plocha [m ²]	Součinitel odtoku	Množství dešťové vody (m ³)
40	Koleje b. A	1 245	0,9	885
41	Koleje b. B	1 252	0,9	890
42	Koleje b. C	1 253	0,9	891
43	Koleje b. D	1 240	0,9	882
44	Koleje b. E	1 244	0,9	885
45	Koleje b. F	872	0,9	620
46	Koleje b. G	678	0,9	482
47	Koleje b. J	2 458	0,9	1 748
48	Koleje b. DS 1	3 062	0,9	2 177
49	Koleje b. DS 2	659	0,9	469
50	Koleje b. DS 3	1 942	0,9	1 381
51	Koleje spojovací chodba 1	272	0,9	193
52	Koleje spojovací chodba 2	312	0,9	222
53	IT4I	2 127	0,9	1 512
celkem		18 615		13 235

Výpočet množství dostupných srážkových vod

Tab. 10 Celkový objem dešťových vod za průměrný rok

Výpočet objemu dešťových vod [m ³] za průměrný rok s úhrnem srážek 790 mm		
Areál kolejí	střechy	13 235
	zpev. plochy	6 654
Areál VŠB	střechy	39 761
	zpev. plochy	27 530
Celkem [m³]		87 180

- ❑ Maximální dostupné množství srážkových vod, které je dáno průměrným ročním úhrnem srážek v Moravskoslezském kraji představuje pro řešený areál celkově **87 180 m³ za rok**.
- ❑ **S ohledem na fakt, že většina chodníků je odvodněna do blízké zeleně, a tudíž je již nyní vracena do půdního profilu, nebude s těmito plochami dále uvažováno jako s plochami, které by bylo možné využít pro sběr dešťové vody.**

Výpočet optimální velikosti retenčních nádrží (RN)

- ❑ **Velikost zásobníku dešťové vody** vychází z výpočtu, kterým se zásobník tzv. objemově optimalizuje. Objem zásobníku se řídí velikostí odvodňované plochy a předpokládanou spotřebou dešťových vod (vždy se volí menší z obou objemů).
- ❑ **Objem zásobníku se dimenzuje tak, aby zásoba dešťové vody, která zde bude akumulována, vystačila na dobu spotřeby 3 týdnů.**
- ❑ **Byly navrženy 2 modely výpočtu, kdy bylo vycházeno z ČSN 75 9010.**
 - ❑ **Varianta A** – návrhový úhrn srážek $h_d = 21,4$ mm, $p = 0,2$, doba trvání srážky $t_c = 30$ min.
 - ❑ **Varianta B** – návrhový úhrn srážek $h_d = 40,7$ mm, $p = 0,2$, doba trvání srážky $t_c = 6$ hod.

Výpočet optimální velikosti retenčních nádrží (RN)

Tab. 13 Výpočet velikosti RN pro jednotlivé objekty v areálu kolejí - varianta A

Areál kolejí - střechy				
Výpočet velikosti RN při návrhové srážce $p=0,2$ a $t=0,5$ hod				
Úhrn srážek ($\text{mm} = \text{l/m}^2$)				21,4
Označení budovy	Název budovy	Plocha [m^2]	Součinitel odtoku	Velikost RN (m^3)
40	Koleje b. A	1 245	0,9	24
41	Koleje b. B	1 252	0,9	24
42	Koleje b. C	1 253	0,9	24
43	Koleje b. D	1 240	0,9	24
44	Koleje b. E	1 244	0,9	24
45	Koleje b. F	872	0,9	17
46	Koleje b. G	678	0,9	13
47	Koleje b. J	2 458	0,9	47
48	Koleje b. DS 1	3 062	0,9	59
49	Koleje b. DS 2	659	0,9	13
50	Koleje b. DS 3	1 942	0,9	37
51	Koleje spojovací chodba 1	272	0,9	5
52	Koleje spojovací chodba 2	312	0,9	6
53	IT4I	2 127	0,9	41
celkem		18 615		359

Tab. 17 Výpočet velikosti RN pro jednotlivé objekty v areálu kolejí - varianta B

Areál kolejí - střechy				
Výpočet velikosti RN při návrhové srážce $p=0,2$ a $t=6$ hod				
Úhrn srážek ($\text{mm} = \text{l/m}^2$)				40,7
Označení budovy	Název budovy	Plocha [m^2]	Součinitel odtoku	Velikost RN (m^3)
40	Koleje b. A	1 245	0,9	46
41	Koleje b. B	1 252	0,9	46
42	Koleje b. C	1 253	0,9	46
43	Koleje b. D	1 240	0,9	45
44	Koleje b. E	1 244	0,9	46
45	Koleje b. F	872	0,9	32
46	Koleje b. G	678	0,9	25
47	Koleje b. J	2 458	0,9	90
48	Koleje b. DS 1	3 062	0,9	112
49	Koleje b. DS 2	659	0,9	24
50	Koleje b. DS 3	1 942	0,9	71
51	Koleje spojovací chodba 1	272	0,9	10
52	Koleje spojovací chodba 2	312	0,9	11
53	IT4I	2 127	0,9	78
celkem		18615		682

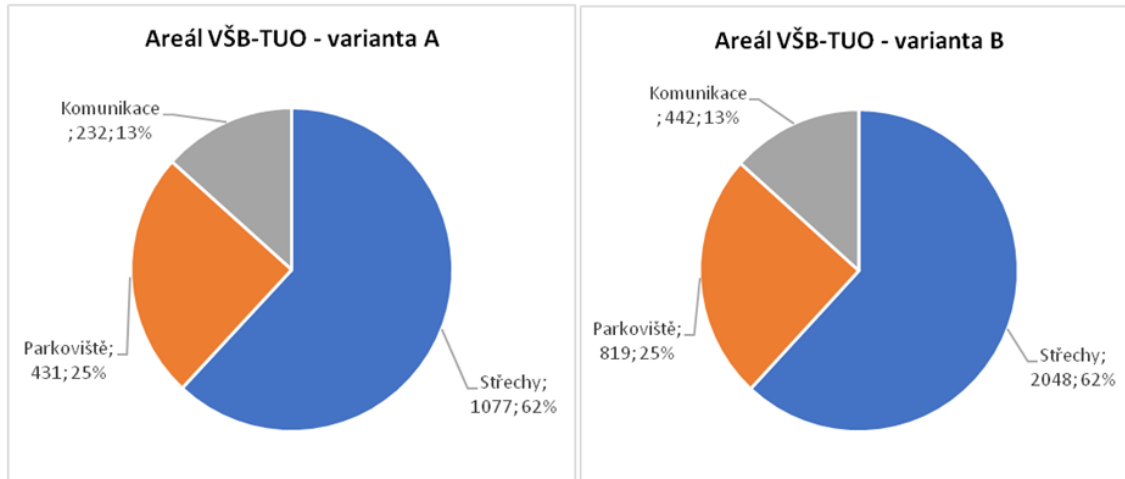
Výpočet optimální velikosti retenčních nádrží (RN)

Tab. 19 Souhrnná tabulka velikostí RN v (m³) pro zájmové areály

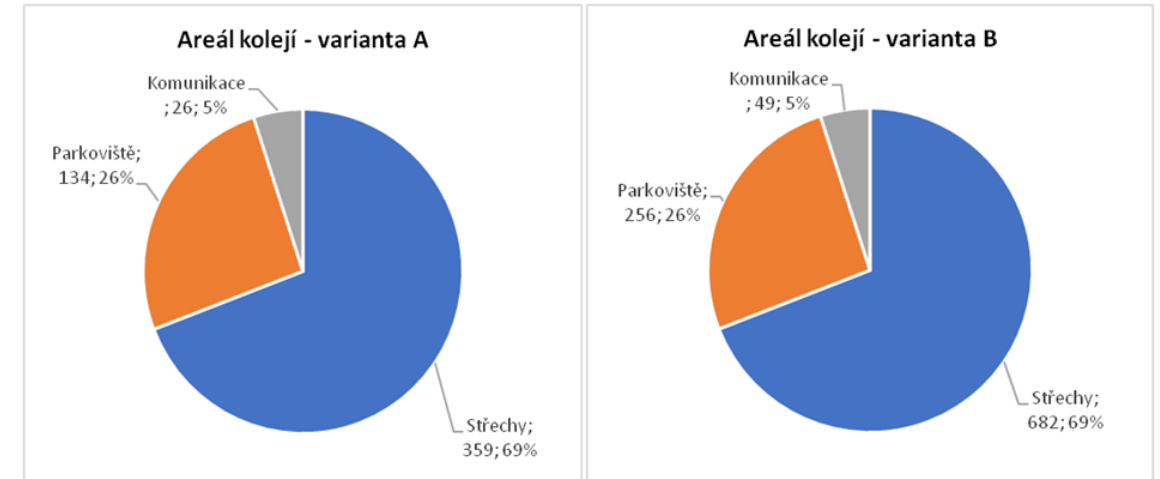
		návrhový úhrn srážek [mm]	
		Varianta A	Varianta B
		21,4	40,7
Areál kolejí	střechy	359	682
	<u>zpev.</u> plochy	160	305
Areál VŠB	střechy	1077	2048
	<u>zpev.</u> plochy	663	1261

- Bez ohledu na požadavky na odběr není možné optimálně navrhnout velikosti retenční nádrže.
- Pro variantu B lze předpokládat, že uváděné velikosti retenčních objemů jsou ve vztahu k nákladům teoreticky největší možné.

Výpočet optimální velikosti retenčních nádrží (RN)



Obr. 5 Dostupné množství srážkových vod z jednotlivých povrchů v areálu VŠB-TUO v Porubě
(popis grafu – plocha, množství srážkové vody v m³, %)



Obr. 6 Dostupné množství srážkových vod z jednotlivých povrchů v areálu kolejí v Porubě
(popis grafu - plocha, množství srážkové vody v m³, %)

Návrh variant nakládání se srážkovými vodami

Varianta - centralizovaná

- ❑ V současné době jsou dešťové vody ze zájmových areálů odváděny jednotnou stokovou sítí do kanalizace, která je ve správě společnosti Ostravské vodárny a kanalizace, a.s.
- ❑ V rámci centralizované varianty je uvažováno s oddělením vod srážkových od vod splaškových komplexně v celém areálu a kumulace dešťových vod v jednom místě.
- ❑ Pro realizaci tohoto opatření bude nutné vybudovat novou kanalizační síť tak, aby bylo možné dešťové vody oddělit od splaškových. Existují dvě možnosti jak toho docílit:
 - ❑ **Návrh nové splaškové kanalizace** – V rámci tohoto řešení by došlo k oddělení stávajících dešťových vod od splaškových tak, že by byla realizována celá nová splašková areálová kanalizace. Stávající jednotná kanalizace by pak byla provozována čistě jako dešťová.
 - ❑ **Návrh nové dešťové kanalizace** – V rámci tohoto řešení by došlo k oddělení stávajících dešťových vod od splaškových tak, že by byla realizována celá nová dešťová areálová kanalizace. Stávající jednotná kanalizace by pak byla provozována čistě jako splašková.

Návrh variant nakládání se srážkovými vodami

Varianta – centralizovaná – pozitiva a negativa

- Obecně lze říci, že z hlediska nákladů na realizaci je ekonomičtější variantou návrh nové splaškové kanalizace a to s ohledem na menší navrhované dimenze jednotlivých stok než u kanalizace dešťové.
- Nevýhodou centralizovaného řešení** je kumulace veškerých dešťových vod v jednom místě. Možnost jejího využití ve větší ploše klade požadavky na zbudování dalších inženýrských sítí pro rozvod této vody ať už k zálivce, či k jakémukoliv jinému využití.
- Další nevýhodou** je obrovský zásah do stávající technické infrastruktury, včetně zásahu do zpevněných ploch a tím i značné finanční náklady.
- Realizovat toto řešení po etapách by bylo velice obtížné a kladlo by vysoké požadavky na koordinaci jednotlivých částí staveb a postupné přepojování jednotlivých objektů na novou kanalizaci.

Návrh variant nakládání se srážkovými vodami

Varianta - lokální

- Tato varianta řešení **navrhuje využít srážkové vody poblíž místa, kde byly srážky zachyceny**. Jedná se tedy o návrh realizovat akumulční objekty decentralizovaně, v rámci jednotlivých objektů v zájmových areálech.
- Výhodou tohoto řešení je možnost realizace jednotlivých nádrží etapovitě, bez vazby na velkou investici v podobě nově navržené centrální kanalizace.**
- Nádrže tak mohou být umístěny tam, kde je konkrétní poptávka po dešťové vodě, a tudíž jsou mnohem nižší i náklady na budování infrastruktury pro rozvod této vody ať už k zálivce, či k jakémukoliv jinému využití.
- Umístění těchto nádrží musí zohledňovat možnost napojení bezpečnostního přepadu z nádrže do stávající kanalizace.

Využití dešťových vod

Obecně se nabízí tři základní principy využití akumulovaných dešťových vod:

- okrasný vodní prvek,
- zálivka,
- splachování WC.

Využití dešťových vod

Zálivka

- ❑ Využití dešťové vody pro zálivku zeleně představuje přírodě blízké řešení nakládání s dešťovými vodami, kde ovšem **převládá „ekologické“ hledisko nad hlediskem ekonomickým.**
- ❑ **Přínosem tohoto řešení není jen „pěkný trávník“, ale i zvlhčování půdního profilu, zvyšování vlhkosti ovzduší v blízkém okolí – příjemnější mikroklima, omezení množství vod vypouštěných do veřejné kanalizace.**
- ❑ Nejběžnější plochou, která se využívá k zálivce, jsou **trávníky**. Jako **závlahová dávka pro trávník se uvádí průměrná hodnota 25 - 42 mm/m²/týden**. Z této hodnoty se vypočítává roční bilance spotřeby vody. **Při průměrných 120 suchých dnech během závlahové sezóny činí roční spotřeba vody na závlahu 1 m² trávníku cca 350-650 litrů vody.**
- ❑ **Ekonomický dopad** na změnu hospodaření s dešťovými vodami v podobě zálivky představuje **úsporu v množství vypouštěné vody do veřejné kanalizace a snížení množství vody, ze kterého je placeno stočné provozovateli veřejné kanalizace.**

Využití dešťových vod

Splachování WC

- Vybudování samostatného rozvodu dešťové vody.
- Ekonomický dopad na změnu hospodaření s dešťovými vodami v podobě využití této vody pro splachování WC představuje úsporu v množství odebírané pitné vody z veřejného vodovodu. **Je ovšem nutné si uvědomit, že se jedná pouze o úsporu na straně vodného.** Stočné z vypouštěné odpadní vody je placeno nadále a jeho vyčíslení je dáno platnými předpisy správcem veřejné kanalizace.
- Je zpracován příklad využití dešťové vody pro splachování WC pro budovu E na kolejích.

Využití dešťových vod

Tab. 21 Potřeba vody za rok pro budovu E v letech 2018 a 2019

A	potřeba vody	100	l/os/den
B	potřeba vody dle Vyhlášky č. 120/2011	68	l/lůžko den

rok 2019		Budova E		A	B
Měsíc	Lůžek	Obsazenost	Podíl %	(m3/měsíc)	(m3/měsíc)
Leden	440	270	61,36	810	898
Únor	440	253	57,5	759	898
Březen	440	251	57,05	753	898
Duben	440	249	56,59	747	898
Květen	440	248	56,36	744	898
Červen	440	220	50	660	898
Červenec	440	0	0	0	898
Srpen	440	0	0	0	898
Září	440	59	13,41	177	898
Říjen	440	268	60,91	804	898
Listopad	440	278	63,18	834	898
Prosinec	440	277	62,95	831	898
Potřeba vody celkem za rok [m3]				7119	10771

rok 2018		Budova E		A	B
Měsíc	Lůžek	Obsazenost	Podíl %	(m3/měsíc)	(m3/měsíc)
Leden	440	280	63,64	840	898
Únor	440	257	58,41	771	898
Březen	440	267	60,68	801	898
Duben	440	261	59,32	783	898
Květen	440	257	58,41	771	898
Červen	440	245	55,68	735	898
Červenec	440	82	18,64	246	898
Srpen	440	88	20	264	898
Září	440	91	20,68	273	898
Říjen	440	275	62,5	825	898
Listopad	440	283	64,32	849	898
Prosinec	440	285	64,77	855	898
Potřeba vody celkem za rok [m3]				8013	10771

PZN:	1 lůžko = 1 osoba		
	1 měsíc = 30 dní		

Splachování WC – příklad budova E koleje

Tab. 22 Předpokládaná reálná spotřeba vody na základě průměrné obsazenosti 66%, resp 25%

A	potřeba vody	100	l/os/den		
obecně		Budova E		A	WC - 35 %
Měsíc	Lůžek	Obsazenost	Podíl %	(m3/měsíc)	(m3/měsíc)
Leden	440	290	66	871	305
Únor	440	290	66	871	305
Březen	440	290	66	871	305
Duben	440	290	66	871	305
Květen	440	290	66	871	305
Červen	440	290	66	871	305
Červenec	440	110	25	330	116
Srpen	440	110	25	330	116
Září	440	110	25	330	116
Říjen	440	290	66	871	305
Listopad	440	290	66	871	305
Prosinec	440	290	66	871	305
Potřeba vody celkem za rok [m3]				8831	3091

Využití dešťových vod

Tab. 23 Dostupné množství vody za rok ze střechy budovy E

Plocha střechy - koleje E	1244	m2
koeficient odtoku	0,9	
redukována odvod. Plocha	1120	m2
	srážkový úhrn	dostupné množství vody
	mm	m3
Leden	41	51
Únor	40	50
Březen	50	62
Duben	53	66
Květen	88	109
Červen	101	126
Červenec	106	132
Srpen	89	111
Září	75	93
Říjen	49	61
Listopad	55	68
Prosinec	53	66
celkem	800	995,2

Splachování WC – příklad budova E koleje

Tab. 24 Dostupnost množství vody za rok ze střechy budovy E pro využití ke splachování v budově E

	požadavek	dostupné množství	pokrytí požadavku
	WC - 35 %		
Měsíc	(m3/měsíc)	(m3/měsíc)	%
Leden	305	51	17
Únor	305	50	16
Březen	305	62	20
Duben	305	66	22
Květen	305	109	36
Červen	305	126	41
Červenec	116	132	114
Srpen	116	111	96
Září	116	93	81
Říjen	305	61	20
Listopad	305	68	22
Prosinec	305	66	22
rok	3091	995	

- ❑ Náklady na provoz budovy E s ohledem na ceny vodného a stočného společnosti OVAK a.s. (41,08 Kč a 43,26 Kč) 84,34 Kč, při spočítané spotřebě 8 831 m³/rok (viz tabulka 22), činí 8 831 x 84,34 Kč = **744 806,54 Kč/ rok**.
- ❑ V případě, že by bylo využito ke splachování 995 m³ dešťové vody, které je možné získat ze střechy Budovy E, je možné očekávat úsporu 995 x 41,08 Kč = **40 874,60 Kč / rok**.
- ❑ V případě, že by byla retenční nádrž pro splachování zásobena ještě dešťovou vodou z jiných budov a byla by pokryta kompletně celá potřeba vody, může být roční úspora **3091 x 41,08 = 126 978,28 Kč/rok** (bez vazby na provozní náklady).

Dotace pro VŠB-TUO pro nakládání se srážkovou vodou

- ❑ Pro realizaci navržených variant řešení pro nakládání se srážkovou vodou v zájmových areálech je možno využít **dotičního titulu v rámci „Operačního programu Životní prostředí 2014 – 2020“ v rámci prioritní osy 1: Zlepšování kvality vod a snižování rizika povodní.**
- ❑ Podrobné informace k výzvě č. 144 je možno najít na webovém odkazu <https://www.opzp.cz/nabidka-dotaci/detail-vyzvy/?id=151>
- ❑ Nými navrhovaná opatření spadají do podporované „**aktivity 1.3.2: Hospodaření se srážkovými vodami v intravilánu a jejich další využití namísto jejich urychleného odvádění kanalizací do toků**“ – „**akumulační podzemní nádrže na zachytávání srážkových vod a jejich opětovné využití (např. na zálivku či splachování WC),**“
- ❑ Pravidla pro žadatele a příjemce podpory je možno najít na webovém odkazu: <https://www.opzp.cz/dokumenty/detail/?id=674>
- ❑ Podání žádosti o dotaci je možné **do 11. 1. 2021.**
- ❑ **Max. výše podpory činí 85% celkových způsobilých výdajů.**

Ekonomické zhodnocení

- Bez vazby na konkrétní návrhy řešení není možné vyčíslit předpokládané nutné investice na realizaci možných opatření.
- Obecně lze konstatovat, že z hlediska volby varianty řešení bude vždy levnější **varianta s lokálním využitím dešťové vody**.
- Náklady na realizaci **1 m³ nádrže** včetně výkopových prací činí **10 - 20 tis. Kč**.
- V případě lokální varianty budou minimalizovány náklady na přidružené inženýrské sítě, kde lze očekávat náklady na **1m inženýrských sítí** dle dimenze, hloubky a stávajícího povrchu cenu **od 5 do 10 tis. Kč**.

Děkuji za pozornost

Ing. Markéta Jalůvková
autorizovaný inženýr pro obor Stavby
vodního hospodářství a krajinného
inženýrství
Chalupníkova 1975/68
700 30 Ostrava - Zábřeh
IČ: 87304091
DIČ: 7755123244

doc. Ing. Vojtěch Václavík, Ph.D.
VŠB – Technická univerzita Ostrava
17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba
Email: vojtech.vaclavik@vsb.cz
Telefon: +420 597 323 377
Mobil: +420 775 150 180