

Dešťové zahrady – management vody ve městě

Seminář Ústavu biotechniky zeleně LS 2022

Vedoucí práce
Ing. Jana Šimečková

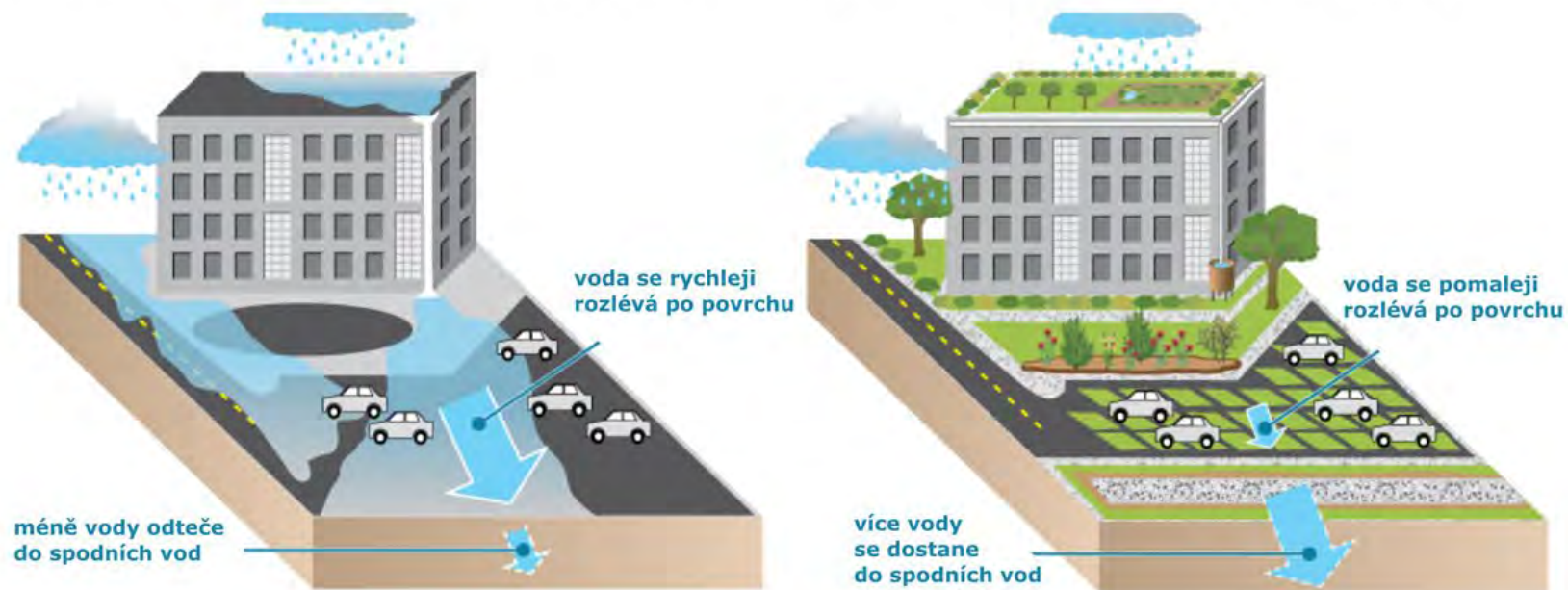
Autoři
Bc. Václava Těšitelová, Bc. Marek Vrabec, Bc. Andrea Zámečnicková

Modrozelená infrastruktura (MZI)

- síť obnovující vodní bilanci měst složená z vegetačních a vodních prvků
- promyšlený systém zvyšující biodiverzitu a ekologickou hodnotu měst
- adaptivní opatření pro klimaticky odolnější města (Pötz 2012, s. 7).

CIVILIZACE VS. PŘÍRODA

MODRO-ZELENÁ INFRASTRUKTURA ŠETŘÍ KRAJINU I ROZPOČET



Hospodaření s dešťovou vodou (HDV)

- souhrn technických řešení, která kladou důraz na zachování přirozené bilance vody v urbanizovaném území
- Vítek et al. definuje termín hospodaření se srážkovými vodami jako:
„způsob odvodnění urbanizovaných území, který napodobuje přirozený hydrologický režim povodí zejména prostřednictvím decentrálních objektů, které srážkovou vodu zadržují, vsakují, vypařují nebo čistí v blízkosti jejího dopadu na zemský povrch.“

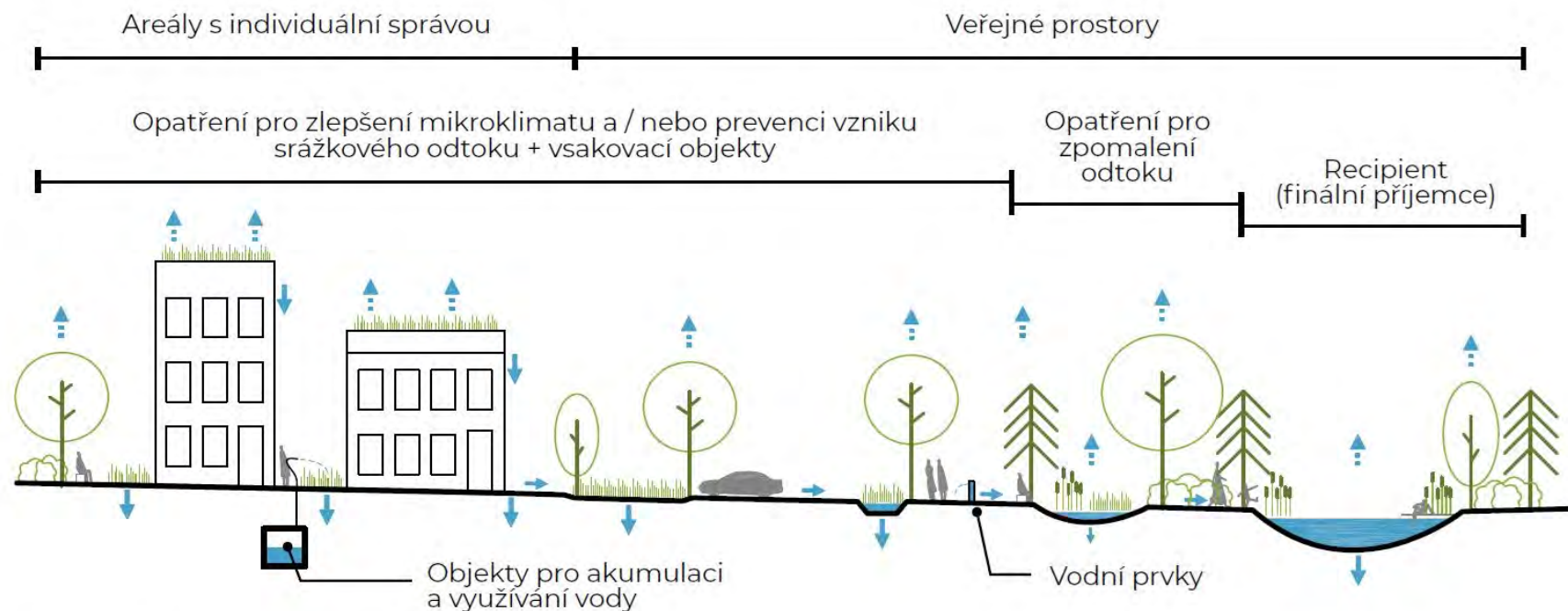
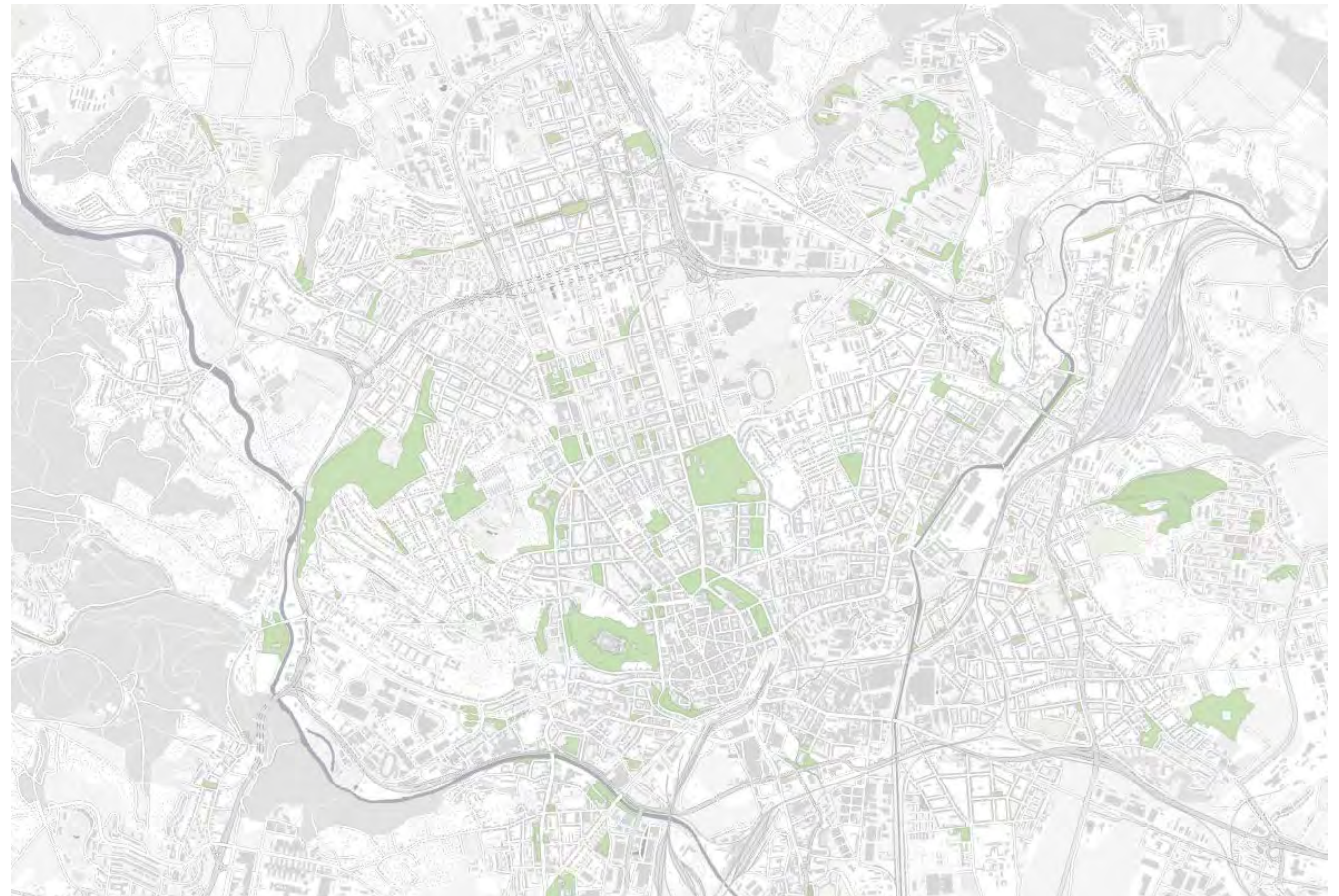


Schéma dešťového řetězce

Zelená infrastruktura (ZI)

- definována Evropskou komisí jako:
„Strategicky plánovaná síť přírodních a polo přírodních oblastí s rozdílnými environmentálními prvky, jež byla navržena a pečuje o ni s cílem poskytovat širokou škálu ekosystémových služeb.“
- zelené plochy nebo modré plochy
- venkovská i městská prostředí



Dešťový záhon/zahrada

- první koncept se objevil v USA „Rain garden”
- plochy zeleně, kam je záměrně svedena dešťová voda z okolních zpevněných ploch
- zadržení, filtrace a vsakování v lokalitě
- regulace přívalových srážek a redukce znečištění vody



DEŠŤOVÝ ZÁHON

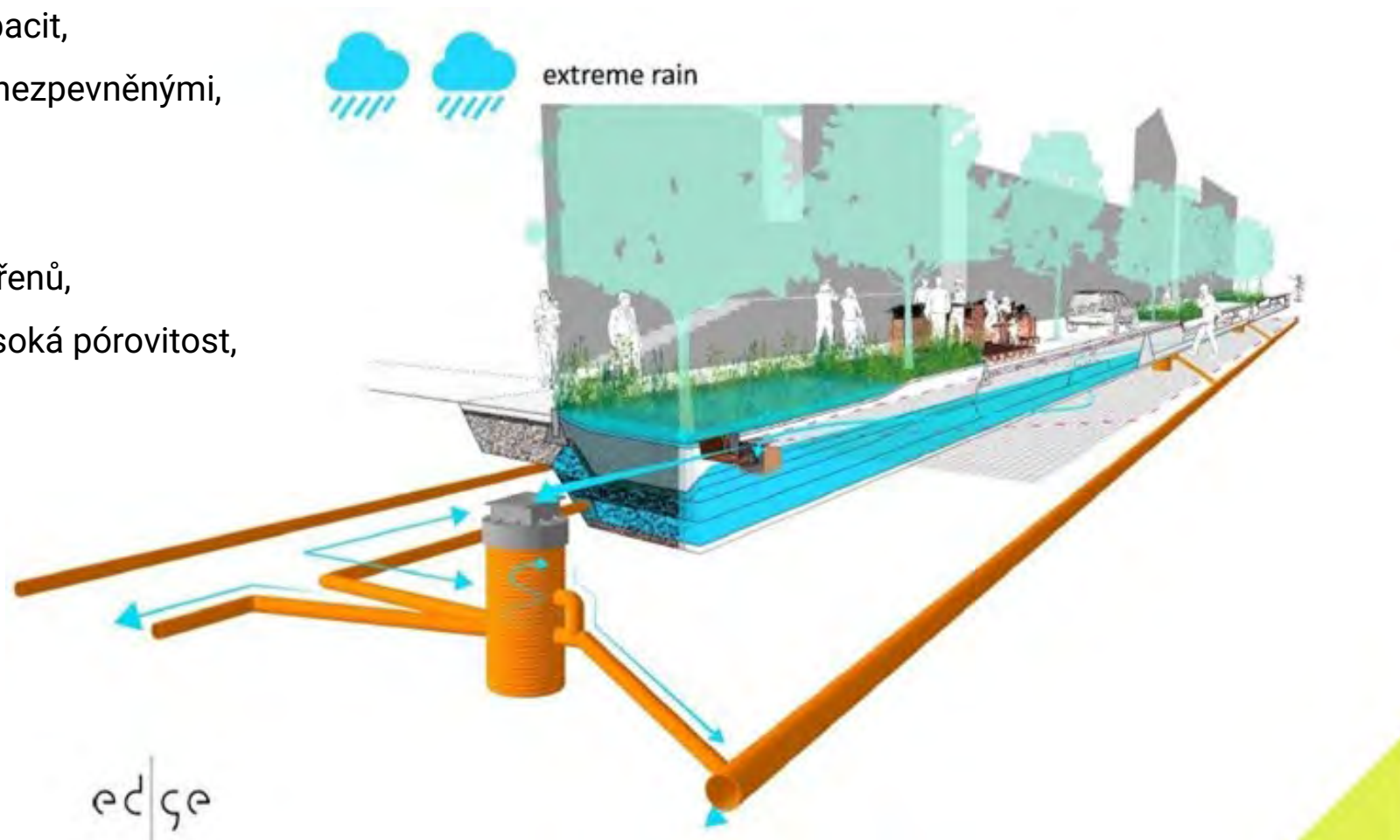
- zahloubená modelace osazena kvetoucím záhonem (zpravidla trvalkami) a někdy doplněna keři a menšími stromy,
- umožní postupné vsakování dešťové vody a zalije rostliny,
- velikost – cca 20 % velikosti plochy, z které je svedena voda,
- přepad do jezírka, trávníku, záhonu, retenční nádrže, kanalizace,
- sklony břehů – 12 %,
- vzdálenost od staveb, nebo sousedních pozemků - 10 m nebo nutno izolovat základy,
- substrát - směs písku a kompostu 1:1,
- Hloubka: 15–30 cm, aby se voda v záhonech zasákla do 72 hodin (max 4 dny).



Thornton. Zdroj:<https://seagrant.uconn.edu/2021/07/19/updated-app-new-rules-soggy-summer-time-for-a-rain-garden/>

ŠVÉDSKÝ SYSTÉM

- zvýšení vsakovacích a retenčních kapacit,
- doplněno o práci s podložím jak pod nezpevněnými, tak i zpevněnými povrchy,
- doplněno o strukturální substráty,
- zlepšení pórovitosti podloží – růst kořenů,
- biouhel – zlepšuje čisticí funkci + vysoká pórovitost,
- regulace šachtami a vpustěmi.



Komplexní zapojení švédského systému v celé šířce ulice - napojení na kanalizaci. Dostupné z:
https://projekt4y.cz/blog/tag/destovy+zahon?fbclid=IwAR1k57SBF48d2dd-R_n_jTFIxsUweqVoEaP4rVGP1gbrQzUDRIhL2M42d6c.

PŘÍNOSY

kombinace estetického, ekologického a technického řešení

- zlepšují odolnost hlavně urbanizovaného prostředí vůči klimatickým změnám a výkyvům,
- přispívají k hospodárnému využití dešťové vody,
- regulují nápor přívalové srážkové vody, snižují protipovodňová rizika,
- snižují nároky na kapacitu kanalizace a vodních toků,
- předčišťují srážkovou vodu od znečišťujících látek před samotným vsakem do půdy a spodních vod.



PŘÍNOSY

stabilizace půdy a zlepšení půdních vlastností

- vážou vodu v rostlinných pletivech, vážou CO₂,
- zprostředkovávají vzdělávací funkci,
- snižují teplotu povrchů,
- zlepšují mikroklima,
- doplňují podpovrchové vody,
- vytvářejí habitat pro organismy.

NEGATIVA

- u nás dostatečně neodzkoušené,
- vyšší vstupní náklady,
- komáři při špatném založení.



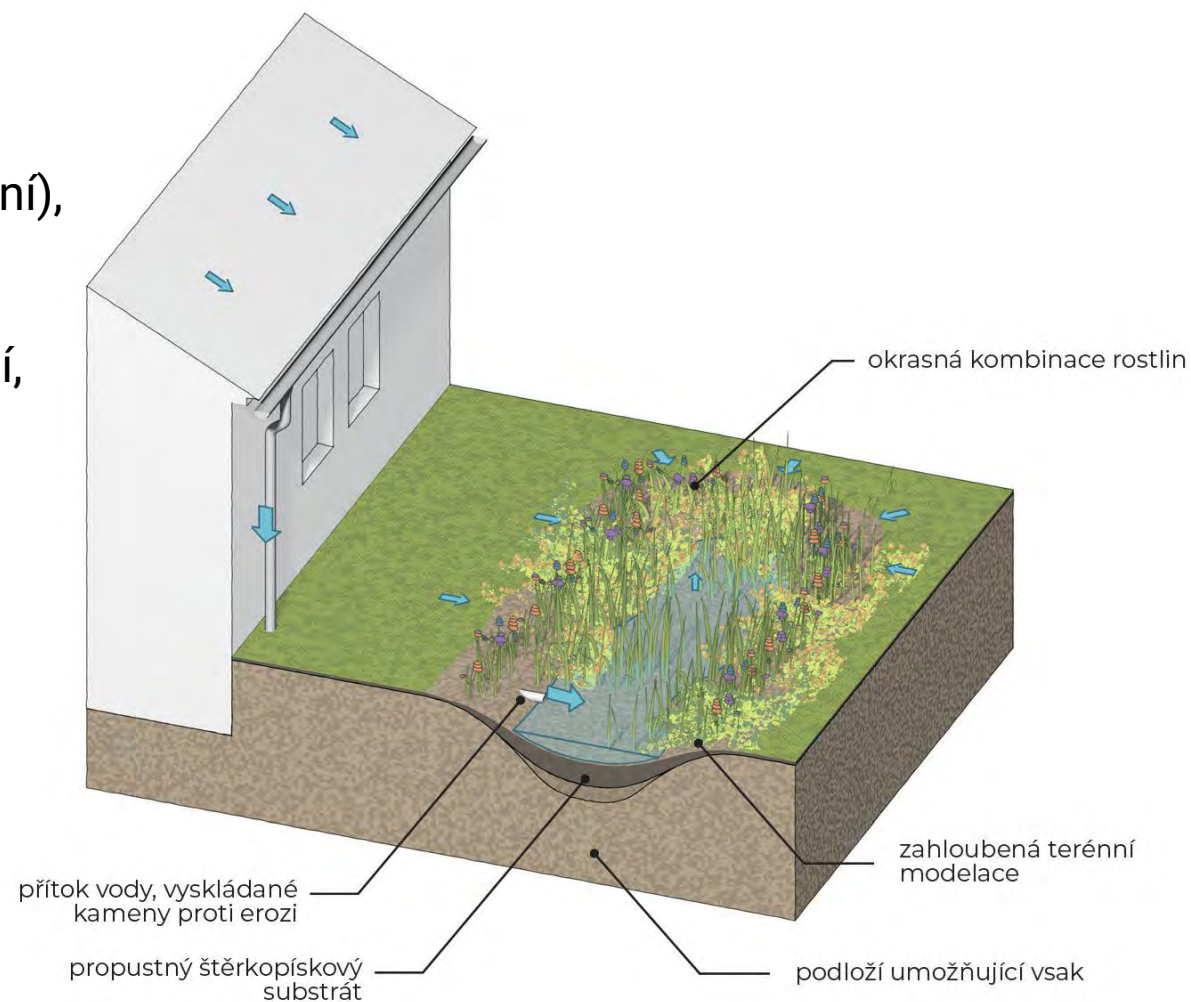
Rostliny vhodné pro dešťové záhony

- kombinace druhů s různými vlastnostmi,
- nikdy monokultury,
- trvalky se širokou amplitudou,
- musí snášet sucho i zamokření (proměnlivé podmínky),
- různě vzrůstné taxony (překryv listů v zápoji),
- evapotranspirace, mikroklima,
- hluboko kořenící, podzemní orgány (oddenky, hlízy).



Rostliny vhodné pro dešťové záhony

- **vždy jedinečný sortiment pro konkrétní lokalitu,**
- přesévání, zplanění, vymizení slabších druhů,
- rozdílné podmínky i v ploše záhonu (míra zamokření),
- Zóna 1 – spodní část,
zaplavení nebo zamokření největší a dlouhodobější,
- Zóna 2 – okrajová část, vyvýšená
(svažuje se postupně),
- **sortiment v našich podmínkách má stále
experimentální charakter.**



Rostliny vhodné pro dešťové záhony

- Zóna 1 – spodní části, zaplavení nebo zamokření největší a dlouhodobější

Trvalky

Amsonia tabernaemontana

Aster

Bistorta officinalis

Caltha palustris

Dryopteris

Euphorbia palustris

Geum rivale

Ligularia

Lythrum salicaria

Mentha aquatica



Rostliny vhodné pro dešťové záhony

- Zóna 1 – spodní část, zaplavení nebo zamokření největší a dlouhodobější

Trávy

Deschampsia caespitosa

Juncus effusus

Molinia caerulea



Rostliny vhodné pro dešťové záhony

- Zóna 2 – okrajová část, vyvýšená

Trvalky

Agastache foeniculum

Asclepias tuberosa

Eupatorium sp.

Geranium palustre

Hemerocallis sp.

Inula magnifica

Petasites hybridus

Physostegia

Primula vulgaris

Veronicastrum virginicum



Rostliny vhodné pro dešťové záhony

- Zóna 2 – okrajová část, vyvýšená

Trávy

Andropogon gerardii

Panicum virgatum

Pennisetum alopecuroides

Sorghastrum nutans



Rostliny vhodné pro dešťové záhony

- Zóna 2 – okrajová část, vyvýšená

Cibuloviny obecně

Allium moly

Allium schoenoprasum

Fritillaria meleagris

Leucojum sp.

Narcissus poeticus



Počasí ve Švédsku

Průměrný roční úhrn srážek Průměrné roční teploty

2000 - 831,05 mm

2000 - 3,75 °c

2002 - 600,52 mm

2002 - 3,03 °c

2004 - 662,57 mm

2004 - 3 °c

2006 - 661,75 mm

2006 - 3,56 °c

2008 - 703,77 mm

2008 - 3,59 °c

2010 - 651,03 mm

2010 - 1,03 °c

2012 - 744,52 mm

2012 - 2,32 °c

2014 - 636,01 mm

2014 - 4,01 °c

2016 - 636,38 mm

2016 - 3,28 °c

2018 - 549,86 mm

2018 - 3,41 °c

2020 - 683,04 mm

2020 - 4,32 °c

↑max 2020 - 8,57 °c

zdroj dat: Climate Change Knowledge Portal (<https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>)

Počasí v České republice

Průměrný roční úhrn srážek Průměrné roční teploty

2000 - 658,92 mm

2000 - 9,42 °c

2002 - 800,48 mm

2002 - 8,94 °c

2004 - 651,02 mm

2004 - 8,23 °c

2006 - 677,09 mm

2006 - 8,55 °c

2008 - 644,41 mm

2008 - 9,18 °c

2010 - 868,60 mm

2010 - 7,56 °c

2012 - 668,43 mm

2012 - 8,8 °c

2014 - 726,71 mm

2014 - 9,89 °c

2016 - 737,97 mm

2016 - 9,2 °c

2018 - 578,77 mm

2018 - 10,02 °c

2020 - 729,40 mm

2020 - 9,77 °c

↑max 2018 - 14,71 °c

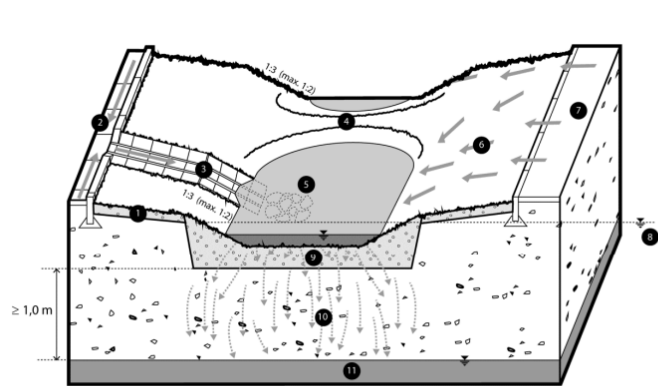
Technologie založení

Dvě samostatné dílčí části při založení dešťového záhonu

1) Správné zvolení technologie a způsobu zasakování a distribuce vody

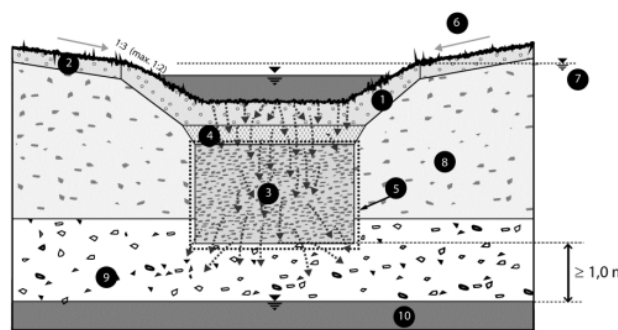
- Průleh
- Vsakovací průleh s retenční rýhou
- Vsakovací průleh s retenční rýhou a regulovaným odtokem

2) Druhým krokem je příprava stanoviště pro výsadbu rostlin a založení záhonu



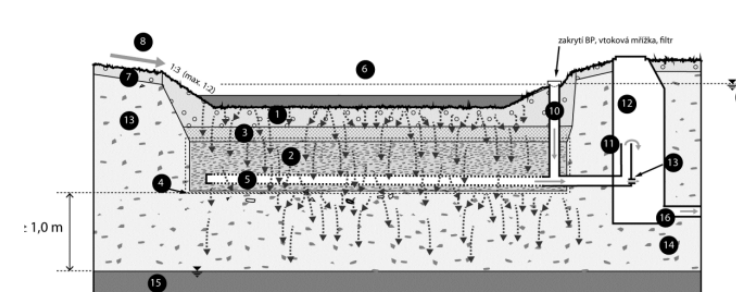
- | | |
|---|--|
| 1 - Ohumusování, osetí; tl. $\approx 0,1$ m | 7 - Komunikace se zapuštěným obrubníkem |
| 2 - Komunikace s obrubníkem | 8 - Max. retenční hladina; $h \leq 0,3$ m |
| 3 - Soustředěný přítok zpěvným zlábkem | 9 - Zatravněná humusová vrstva průlehu; tl. $\geq 0,3$ m, $K \geq 1.10^{-5}$ m/s |
| 4 - Zemní hrázka mezi průlehy | 10 - Propustné půdní a horninové prostředí |
| 5 - Kamenný zához, $\varnothing 100 - 400$ mm | 11 - Max. hladina podzemní vody |
| 6 - Plošný přítok po zatravněném terénu | |

Průleh



- | | |
|--|--|
| 1 - Zatravněná humusová vrstva průlehu; tl. $\geq 0,3$ m, $K \geq 1.10^{-5}$ m/s | 5 - Geotextilie |
| 2 - Ohumusování, osetí; tl. $\approx 0,1$ m | 6 - Plošný povrchový přítok |
| 3 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32mm / prefabrikované bloky) | 7 - Max. retenční hladina; $h \leq 0,3$ m |
| 4 - Písčito-hlinitá vrstva, tl. $\geq 0,1$ m, $K \geq 1.10^{-4}$ m/s | 8 - Nedostatečně propustné půdní a horninové prostředí |
| | 9 - Propustné půdní a horninové prostředí |
| | 10 - Max. hladina podzemní vody |

Průleh - řez skladbou



- | | |
|--|---|
| 1 - Zatravněná humusová vrstva průlehu; tl. $\geq 0,3$ m, $K \geq 1.10^{-5}$ m/s | 8 - Plošný povrchový přítok |
| 2 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32mm / prefabrikované bloky) | 9 - Max. retenční hladina; $h \leq 0,3$ m |
| 3 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32mm / prefabrikované bloky) | 10 - Bezpečnostní přeliv průlehu s filtrem |
| 4 - Písčito-hlinitá vrstva, tl. $\geq 0,1$ m, $K \geq 1.10^{-4}$ m/s | 11 - Bezpečnostní přeliv rýhy |
| 5 - Drenážní odtokové potrubí | 12 - Sachta |
| 6 - Průleh | 13 - Regulátor odtoku |
| 7 - Ohumusování, osetí, tl. $\approx 0,1$ m | 14 - Nedostatečně propustné půdní a horninové prostředí |
| | 15 - Max. hladina podzemní vody |
| | 16 - Odtok |

Vsakovací průleh s retenční rýhou

a regulovaným odtokem

(zdroj: TNV 75 9011)

Postup operací

Vsakovací průleh s retenční rýhou/ a regulovaným odtokem

1. Asanace stávajících vrstev povrchu.
2. Zbudování rýhy – dle voleného vegetačního krytu a technologie
 - a. Výsadba stromů – dostatečně velká výsadbová jáma pro stromy: např. FLL (2010) doporučuje min. 12 m³, Stockholm min. 15 m³, Mnichov min. 36 m³)
 - b. Případné provedení vnitřního paždí (betonové stěny, nepropustné přesypy)
3. Dno a stěny rýhy se obloží geotextílií
4. Pokládka drenážní vrstvy (štěrk16/32) / případně využití zhutnitelného strukturního substrátu či prefabrikované bloky
 - a. případná pokládka drenážního potrubí do drenážní vrstvy
 - b. Propojení drenážního potrubí a šachty na dešťovou vodu
5. Zhutnění drenážní vrstvy

Postup operací

Vsakovací průleh s retenční rýhou/ a regulovaným odtokem

1. V případě budování **Vsakovací průleh s retenční rýhou a regulovaným odtokem**
 - a. montáž bezpečnostního přelivu s filtrem proti hrubým nečistotám, montáž šachty na dešťovou vodu s bezpečnostním přelivem rýhy a napojení na odtok.
2. Překrytí geotextilií
3. Zřízení písčitohlinité vrstvy tl. 0,1 m a její zhutnění
4. Rozprostření vegetační vrstvy tl. 0,3 m, vymodelování svahů v poměru 1:3 max 1:2.
5. Utužení vegetační vrstvy
6. Finální hloubka průlehu by měla odpovídat maximální výšce vodní hladiny 0,3 m.

Založení a údržba dešťového záhonu

Volená technologie výsadby se odvíjí od voleného vegetačního krytu

Obecně platí:

- Výsadba rostlin do dobře připraveného bezplevelného záhonu
 - Mechanické odplevelení
 - Ruční rozrušení a nakypření zeminy
 - Výsadba rostlin do jamek – možnost přihnojit
- Mulčování záhonů štěrkem, u borky hrozí riziko jejího splavování

Péče

- V případě dlouhotrvajícího sucha je vhodné záhon zalít 10 l/1m² vody
- V předjaří bude proveden hluboký řez a odstranění odumřelých částí rostlin
- V případě záhonu vyšší intenzivní třídy je vhodné občasné zmlazení rostlin
- 1-2x do roka je třeba zkontrolovat a vyčistit filtr
- Pravidelná kontrola a případně vysbírání vhozených či naplavených odpadků
- Odstranění navanutého listí
- Zbylé úkony se odvíjí dle jednotlivých specifik pro volený sortiment.





#bluegreengrey systémy vytvářejí atraktivní zelený nárazník mezi chodci, cyklisty a vozidly, aby se každý mohl bezpečně pohybovat ulicí

„Přimějeme lidi, aby vystoupili! To je naše vize. Budováním udržitelné a atraktivní společnosti chceme přimět lidi, aby trávili více času venku, na veřejných prostranstvích. Přispívá to ke zvýšení kvality života, větší důvěře a zvýšení bezpečnosti. Společně vytváříme kvalitu života v udržitelné společnosti, kde lidé chtějí být venku!“ (Atelier Edge)

Zasakovací záhony v Ruprechtově

Ing. Martina Jurová, obec Ruprechtov

- 3 vsakovací záhony propojené korytem, celkem 116 m²
 - využití dešťové vody z hlavní silnice
 - mělký příkop vodu distribuuje z horního až po spodní vsakovací záhon
 - příkop za posledním záhonem zaústěn do místní kanalizace
 - část půdního profilu nahrazen propustným substrátem
 - po dešti byla hladina zadržené vody nejvýše 30 cm
- (Adaptterra Awards, online)





zdroj:<https://www.estav.cz/cz/9725.priklady-tahnou-obec-upravila-park-aby-zadrzoval-destovou-vodu-pomaha-proti-suchu-i-bleskovym-zaplavam>

Ulice Strandbogatan v Uppsale, Švédsko

Atelier Edge *#bluegreengrey*

- dešťová voda ze silnice
- snížení tlaku na městskou kanalizační infrastrukturu (extrémní deště)
- multifunkční ulice, které zvládnou dopravní zátěž, dešťovou vodu a znečištění
- dešťové zahrady oddělují chodce a cyklisty od automobilové dopravy
- zvýšení bezpečnosti provozu cyklistů a chodců
- dešťová voda se shromažďuje prostřednictvím dešťových zahrad
- esteticky příjemné prostory
(atelier Edge a), online)





Modrozelená Ulice Neptunigatan, Malmö, Švédsko

Atelier Edge *#bluegreengrey*

- ulice propojuje staré centrum města a nově vybudovanou čtvrť Västra hamnen
- Neptunigatan je první fází rozsáhlého projektu s názvem Gäddorna
- přeměna veřejných prostor na multifunkční ulice
- dešťové zahrady využívají přírodní principy k řízení kvality a množství vody
- tým spolupracoval v rámci projektu s univerzitou Luleå
- speciální filtry v dešťových zahradách
- filtry se skládají z rostlin a substrátů naplněných biouhlem a karbonizovanou biomasou
- podpora přirozených procesů při oddělování znečišťujících látek z vody
(atelier Edge b), online)





PLAINFIELD AVENUE - Grand Rapids, Michigan, USA

Ve spolupráci s městem Grand Rapids

- ulice prostupuje významnou obytnou částí města tvoří jednu z hlavních páteřních os napříč městem
- zapojení zbudování prvků do plánů rekonstrukce ulice v roce 2012
- dimenzování kapacity na zadržení až 60 % srážek
 - průměrný úhrn během bouřek činí 120 mm na metr
- dešťové zahrady využívají přírodní principy k řízení kvality a množství vody
 - vzájemná distribuce vody i skrz záhony
- zvýšení estetické hodnoty ulice
- zklidnění dopravy a zvýšení bezpečnosti ulice

EPA 842-R-15-002

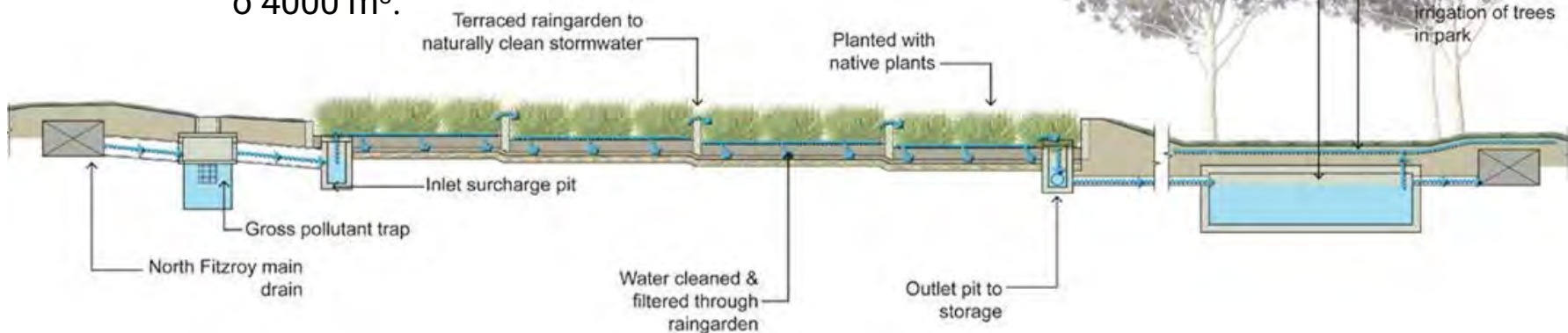


(zdroj: EPA 842-R-15-002, dostupné z: https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-09/documents/green_infrastructure_roadshow.pdf)

EDINBURGH GARDENS RAINGARDEN – MELBOURNE, AUSTRÁLIE

Ročně z přiváděné srážkové vody:

- odstraní 16 kg nerozpustných látek,
- extrahuje 160 kg živin, fosforu a dusíku, které jsou vázány v průběhu rostlinného růstu v rostlinných pletivech a které by jinak spolu skončili v kanalizaci,
- přefiltrovaná voda je zadržována ve 200 kubíkové podzemní nádrži a následně využívána k zavlažování stávajících stromů v Edinburských zahradách zastřešující asi 60 % z celkových požadavků na závlahovou vodu v normálním roce,
- v normálním roce je také očekáváno, že záhon zredukuje množství pitné vody použité k závlaze o 4000 m³.



GREY TO GREEN TRANSFORMATION, SHEFFIELD, VB

- 1,6 km dlouhá greenstreet
- Díky dokončení vnějšího městského dopravního okruhu došlo ke zklidnění vnitřní dopravy
- Díky tomu mohla být ulice změněna ze čtyř na dvoupruhovou a uvolnit tak prostor pro zelenou promenádu s dešťovými záhony a biosvejlý.
- Území je v záplavové zóně. Projekt je jedním z koncepčních řešení, které mají za cíl zpomalit a snížit množství odtečené vody do nedaleké řeky Don



PŘEDTÍM



NÁVRH - studenti Sheffield University



VÝSLEDEK

GREY TO GREEN TRANSFORMATION, SHEFFIELD, VB

- Substrát: recyklovaný kompost – 10 %, sklo smísené s drceným pískovcem z místního lomu – 70 % a malým množstvím zeminy – 10%
- Sortiment: směs otevřeně suchomilných rostlin a vlhkomilných trvalek
- Mulč: 5 cm drceného pískovce
- V prvních letech vyšší údržba - odplevelování

Plant design: Nigel Dunnet a Zac Tudor



DISKUZE – SITUACE V ČESKÉ REPUBLICE

Kdo dělá výzkum sortimentu?

Neumíme to?

Nejsou správné podmínky?

MZI nebo Ing. sítě?

Finance?

MZI jako samozřejmá součást oboru KA