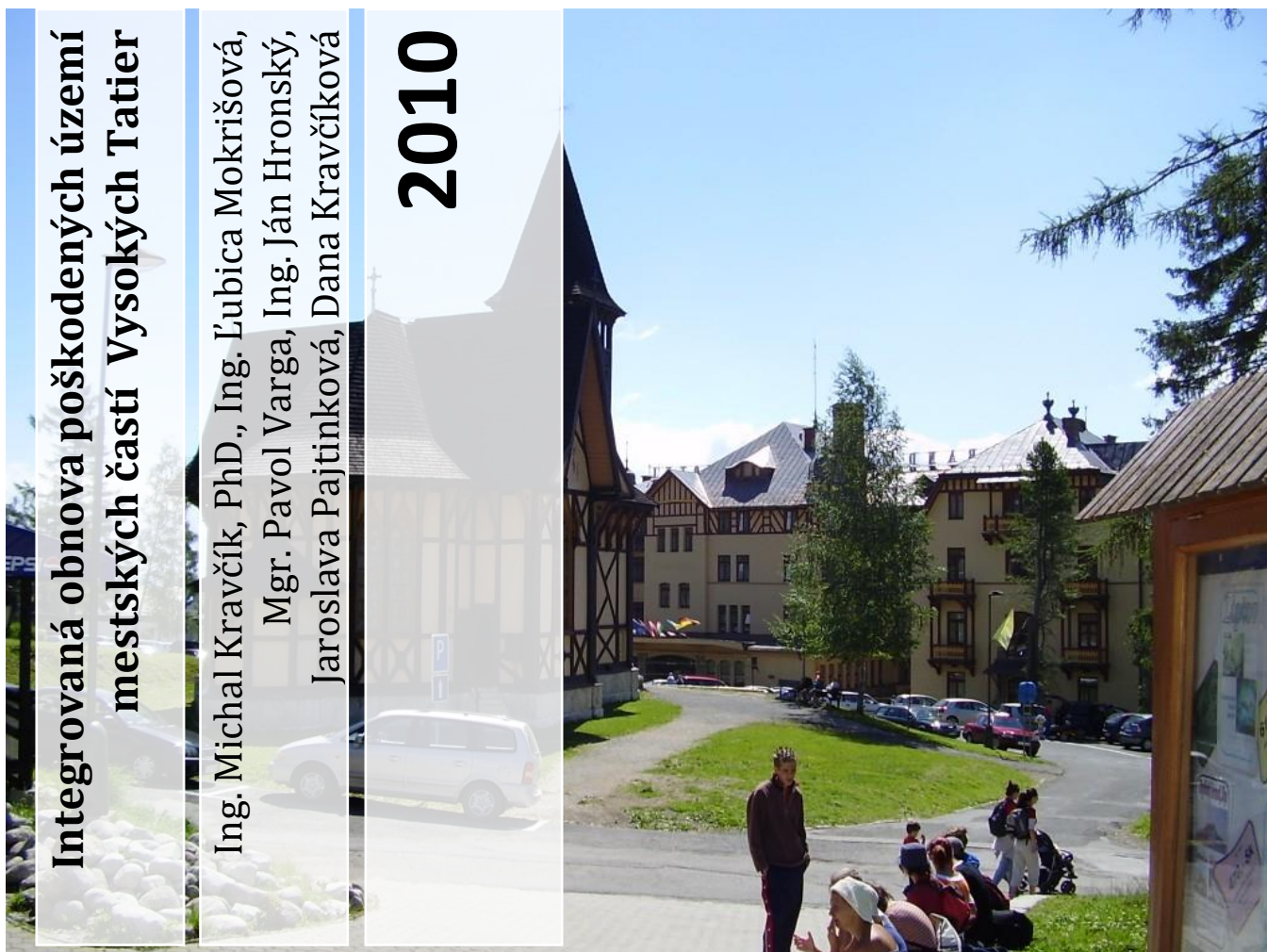


# Integrovaná obnova poškodených území mestských častí Vysokých Tatier

Ing. Michal Kravčík, PhD., Ing. Ľubica Mokrišová,  
Mgr. Pavol Varga, Ing. Ján Hronský,  
Jaroslava Pajtinková, Dana Kravčíková

# 2010



**Michal Kravčík, Ing. CSc.,**  
**Čermel'ská cesta 24, Košice**  
**[www.kravcik.blog.sme.sk](http://www.kravcik.blog.sme.sk)**  
**[kravcik@ludiaavoda.sk](mailto:kravcik@ludiaavoda.sk)**

Mestá nesmierne urýchlili rozvoj civilizácie. Jedným z najzložitejších problémov v mestách je manažment dažďových vôd. Štúdia **Integrovaná obnova poškodených území mestských častí Vysokých Tatier** navrhuje integrovaným spôsobom obnovovať poškodené ekosystémy Tatier a na ich obnovu využívať dažďovú vodu tak, aby to neprispievalo k povodňovým rizikám a zároveň prispievala k trvalo udržateľnej ochrane prírodných zdrojov regiónu Vysokých Tatier a zároveň k atraktivite a prítťažlivosti pre cestovný ruch.

## OBSAH

1. Úvod
2. Analýza vodného potenciálu urbanizovaných častí V. Tatier
3. Redukcia objemu odtoku dažďovej vody na strechách
4. Zachytávanie dažďových vôd v intravilánoch
5. Realizujem si vlastnú dažďovú záhradu
6. Záver

# 1. Úvod

---

Mestá nesmierne urýchlili rozvoj civilizácie, a to v dobrom i zlom. Jedným z najzložitejších problémov v mestách je manažment dažďových vôd z viacerých dôvodov. Vysporiadanie sa s prebytkami dažďovej vody zo spevnených plôch, zmena mikroklimy, prehrievanie urbánneho prostredia, fenomén alergických ochorení, prispievajú k povodňovým vlnám pod riešeným územím a v neposlednom rade zvyšovanie prevádzkových nárokov na klimatizáciu a poplatky za odkanalizovanie dažďových vôd má spoločného menovateľa. Tou je prebytok i nedostatok vody. Vo všeobecnosti v mestských urbánnych prostrediach rastú tieto negatívne fenomény:

1. Tým, že spotrebiteľ je nasmerovaný odkanalizovať dažďovú vodu zo svojho prostredia, platí za vysušovanie svojho prostredia. Znižuje sa výpar vody do atmosféry a vlhkosť vzduchu, zvyšuje sa tvorba citelného tepla, rastie prašnosť, rastie teplota, zhoršujú sa niektoré zdravotné problémy. Spotrebiteľ je nútený kupovať zvlhčovače vzduchu a klimatizáciu, platí za spotrebovanú energiu na ochladzovanie svojho prostredia a spotrebou energie prispieva k tvorbe CO<sub>2</sub>.
2. Zadržiavanie dažďovej vody v sídlach znižuje náklady prevádzkovateľa na kanalizáciu a na dodávku vody, vyrovnáva rozdiely medzi časom prebytku a nedostatku dažďovej vody, je opatrením protipovodňovej prevencie, zlepšuje mikroklimu a životné prostredie v prostredí, prospieva vegetácii a zvyšuje biodiverzitu. Zodpovedá kritériám udržateľného nakladania s vodou. V tomto čase, keď EÚ hľadá všetky možnosti na adaptovanie sa zmenám klímy, ktorá sa najviac dotkne kvality života ľudí v súvislosti s vodou a preto je aktuálne aj na Slovensku pilotne zrealizovať inovatívne riešenia ochrany i využívania vody na princípe integrity.
3. Vysoké Tatry i celý región je unikátnym prostredím a zároveň strechou Európy, preto je vhodné priamo v Tatranských osadách zrealizovať celé systémy inovácií s aplikáciou technológií a systémov inovácii ochrany, tvorby a využívania vody, ktoré budú znižovať náklady na spotrebu vody, zlepšovania mikroklimy, znižovania energetickej náročnosti klímy s príjemným prostredím, ktoré bude ľudí lákať, navštevovať i získavať informácie o inováciách aj urbanizmu spojených so záhradnou architektúrou.
4. Odvodňovanie miest postupne menia mikroklimatické podmienky pôvodného územia. Stávajú sa horúcimi ostrovmi, nad ktorými rastie horúci klimatický dáždnik. Tieto „ostrovy“ pomaly, ale isto menia prúdenie oblačnosti a pohyby vetrov nad svojím územím i v jeho okolí. Predovšetkým v lete vytlačajú zrážky do chladnejších horských oblastí, čo následne zvyšuje riziko vzniku extrémnych privalových dažďov v horských oblastiach a povodní ohrozujúcich horské údolia, ale aj sídla v nížinách pozdĺž riek. Aj tu máme oveľa priamejšiu a logickejšiu kauzalitu zmien klímy a rastu extrémov počasia, ako je vplyv 30 % nárastu nepatrného obsahu CO<sub>2</sub> v ovzduší za posledných 150 rokov.
5. Pri doterajších investíciách zastavaných plôch sa naďalej presadzuje odkanalizovanie dažďovej vody do vodných tokov. Okrajovo sa venuje pozornosť vsaku dažďových vôd do podzemných vôd i jej výparu. Odkanalizovanie sídiel od dažďovej vody bráni doplňovaniu zásob podzemných vôd a znižuje ich zásoby. Spotrebiteľia teda na jednej strane platia

peniaze za odvádzanie dažďovej vody, na druhej strane trpia nedostatkom vody a musia zaplatiť vyššiu cenu za zvyšovanie nárokov na prevádzku objektov (voda a energia).

6. Riziká zmeny mikroklímy vyvoláva fenomén alergických ochorení v urbánnych prostrediach. To súvisí s presušeným prostredím a nízkou vlhkosťou ovzdušia a v peľových obdobiach akýkoľvek pohyb v prostredí víri presušené peľové zrnká, ktoré ohrozujú deti, citlivé na respiračné choroby. Pri vyššej vlhkosti ovzdušia peľové zrnká sa obalujú vodou a sú ťažšie a tým padajú na zem a pri vírivom pohybe sa nedostávajú do atmosféry. Vyššia vlhkosť prostredia znižuje prašnosť, čím sa vylepšuje kvalita prostredia i jeho atraktivnosť.
7. Skanalizovanie spevnených plôch prispieva k vyšším povodňovým vlnám. Podľa výskumov v zahraničí, povodňové prietoky z urbánnych prostredí môžu dosahovať 3-4 násobok vyšších povodňových prietokov oproti pôvodným prietokom pri tých istých zrážkových úhrnoch. Každé skanalizovanie dažďových vôd prispieva k povodňovým vlnám po toku nadol. Každý vlastník budovy a spevnenej plochy platí vodárenskej spoločnosti za odkanalizovanie dažďovej vody. Tak isto aj mesto platí za odkanalizovanie dažďovej vody z budov, ktorých je vlastníkom (verejné priestranstvá, cesty chodníky).
8. Zavodnenie krajiny je spojené s viazaním ohromného množstva tepla do výparu a tým ochladzovanie prostredia je možné dosiahnuť za podmienky, že všetku dažďovú vodu necháme v prostredí tatranských osád rôznymi technológiami jej pomôžeme vypariť sa do atmosféry. Tým zabránime uvoľneniu citeľného tepla do atmosféry, čo je pre danú lokalitu významný príspevok v prevencii pred klimatickou zmenou. Pripomíname, že pokles výparu o 1 mm na celkovej ploche Slovenskej republiky vedie k uvoľneniu citeľného tepla do atmosféry 35 000 GWh To je množstvo tepla väčšie, ako celoročný výkon všetkých elektrární v SR.
9. Dnes žije viac ako polovica obyvateľov Zeme v mestách a tento podiel obyvateľstva bude naďalej narastať. Mestá sa totiž stali akýmiisi novodobými továrňami ekonomickej prosperity, ktoré pomaly a postupne pohlcujú svoje okolie. Takto si človek spolu s poľnohospodárskou pôdou a prostredím inak pretváraným človekom „osvojil“ už vyše 40 % rozlohy všetkých kontinentov. Treba zdôrazniť, že na uvedené problémy existuje riešenie. Populačný rast sám osebe nie je v rozpore s trvalo udržateľným rozvojom. V rozpore s trvalo udržateľným rozvojom je súčasný spôsob hospodárenia s vodou v krajine postavený na princípe kanalizovania dažďových vôd. A na to potrebujeme príklady, ako to riešiť a Tatry a zvlášť Tatranské osady môžu byť priestorom inovácii a technologických riešení, ako súčasť rozvoja cestovného ruchu.
10. Vplyv globálnych a regionálnych klimatických zmien významným spôsobom zvyšuje riziká zhoršovania mestského životného prostredia. Preto je výzvou aj pre urbane prostredia v blízkosti národných parkov a chránených prostredí, ako to využívať krajinu bez zväčšovania ekologickej stopy. Realizovať taký manažment dažďových vôd, ktorý nebude prispievať k rizikám vzniku povodňových vln, ale využije dažďovú vodu tak, aby bola udržaná minimálne pôvodná bilancia mikroklíma pre dane prostredie, aby sa zmiernilo prehrievanie prostredia v čase extrémnych letných horúčav, aby urbanizované prostredie bolo príjemným prostredím pre ľudí, v ktorom ľudia pracujú, žijú i oddychujú.

Preto chceme v oblasti Tatier zrealizovať inovácie vodného manažmentu, ktoré budú inšpirovať celé Slovensko pre riešenie integrovaného manažmentu území i celých povodí.

Preto navrhujeme systém manažmentu dažďových vôd v urbánnych lokalitách tatranských osád realizovať prostredníctvom štruktúr založených na princípe vracania vody do vodného cyklu výparom rôznymi biotechnologickými opatreniami. Tieto "štruktúry" sú založené na prirodzenom systéme, s funkciami, ktoré vytvárajú vegetačné a pôdne podmienky.

Pre Tatry navrhujeme viacero inovatívnych riešení, ktoré je možné zrealizovať a vo svete sú bežnou praxou manažmentu dažďových vôd v štruktúrach mestského prostredia. Vybrali sme viacero štruktúrovaných riešení manažmentu dažďových vôd. Ide o riešenia, ktoré v čase prívahu dažďa ju likvidujú a v čase sucha ju vhodným spôsobom využijú, ako súčasť klimatizačného zariadenia daného priestoru.

Z týchto dôvodov navrhujeme riešenie, ktoré bude simulovať pôvodné vlhkostné prostredie a zároveň sa dokáže vysporiadať s dažďovou vodou. Riešením je manažment dažďových vôd s technológiami od znižovania odtoku objemu dažďa zo striech, ciest, parkovísk až po chodníky mimo riešenej lokality, ktorý je postavený na princípe „nechať dažďovú vodu v prostredí tam kde padne“. V prípade ak to nie je možné, tak dažďovú vodu pozbierať do tých lokalít, kde je ju možné za vhodných terénnych úprav isté obdobie zdržať a následne vypariť resp. vsiaknuť do podzemia.

Z hľadiska technologického riešenia je potrebné navrhovať opatrenia na likvidáciu dažďových vôd z plôch, ktoré nie sú kontaminované cudzorodými látkami, napríklad prevádzkou motorových vozidiel (strechy budov, chodníky) a opatrenia likvidácie dažďových vôd z plôch, ktoré môžu byť kontaminované prevádzkou motorových vozidiel (cesty, parkoviská) a ktoré je potrebné technologicky riešiť aj s ochranou pred potenciálnym znečistením. Vo svete sa na ochranu pred kontamináciou bežne využívajú biotechnologické spôsoby na povrchu terénu, napríklad stekanie dažďovej vody na trávnatý povrch resp. do krovinatého porastu s dobrým rozvinutým koreňovým systémom, ktorý dokáže likvidovať znečistenie priamo v koreňovej zóne a zabraňuje vsaku kontaminovanej dažďovej vody do podzemných vôd. Na Slovensku tieto systémy nie sú využívané. Viac sa preferujú lapače ropných produktov, ktoré sa umiestňujú pred odtokom dažďovej vody do dažďovej kanalizácie. Je len otázkou času, kedy aj na Slovensku tieto technologické riešenia sa presadia. V prípade schválením úradom životného prostredia, je možné tieto systémy rozvinúť a otestovať v praxi, aký to má dopad na kvalitu podzemných vôd v prostredí celého riešeného územia.

Navrhovaným riešením pre Tatry je zdržať podľa možnosti takmer všetku dažďovú vodu v areáli, aby táto dažďová voda bola využívaná ako chladiarenský mechanizmus v štruktúrach navrhovanej lokality. Zbieranie dažďovej vody je možné riešiť biotechnickými technológiami, ktoré vo svete sa nazývajú ako BEST MANAŽMENT PRACTICES. Uvádzame v nasledujúcich kapitolách detailnejší popis týchto riešení.

## **2. Analýza vodného potenciálu urbanizovaných častí V. Tatier**

### **2.1. Aké sú problémy s vodou vo Vysokých Tatrách**

1. Dažďová voda zo všetkých spevnených a zastrešených plôch tatranských osád je skanalizovaná do rygolov a potokov.
2. Zvýšené riziko ohrozenia pôdy vodnou a veternou eróziou splachom vody zo spevnených plôch tatranských osád.
3. Skanalizovaná dažďová voda chýba tatranskej prírode a prispieva k rizikám vzniku povodní v Popradskej kotline.
4. Presušené prostredie Tatranských osád sa rýchlo prehrieva.
5. Najväčšie riziká v súčasnosti sú v tatranských osadách, kde vplyvom vyváľaného lesa okolo tatranských osád sa významným spôsobom zmenila vlhkosť ovzdušia, mikroklimatické charakteristiky a stúpnutie teploty vzduchu predovšetkým v letnom období
6. Riziká zmeny mikroklimy – strata fenoménu tatranskej klímy pre liečenie respiračných chorôb.
7. Nedostatok vody viazanej v krajine zvyšuje riziká vzniku požiarov.
8. Dlhé obdobie obnovy tatranských lesov (cca 20 rokov) bude trvať, kým dôjde k obnove tatranskej klímy.
9. Zmena klímy môže spôsobiť nástup invázy druhov rastlín z Popradskej kotliny do oblasti Tatier
10. Zmena dĺžky trvania vegetačných období, fenologických fáz môže spôsobiť nástup nových alergénov a zhoršenie podmienok pre kúpeľnú liečbu





**Tatranské chodníky**

27



**Odvodňovanie parkových plôch**

28



**Cesta slobody po celej dĺžke je odkanalizovaná rigolmi**

18



**Všetky strechy sú odvodnené odkvapovými rúrami**

19



**Odkanalizovanie dažďovej vody zo striech**

20



**Atraktivnosť odkvapových rúr**

21



Odkanalizovanie dažďových vôd

22



Tatranské „tobogániky“

23



Tatranské Jazierka

24



Spôsob odvádzania dažďovej vody zo spevnených plôch

1. Mieste dažďová voda zo spevnených častí Tatranských osád je odvádzaná rigidou, kanalizačnými odvodmi z ántrov šírku
2. Z každého m<sup>2</sup> sa odvádzajú v priemere cca 0,5 m<sup>3</sup> dažďovej vody
3. Odvádzanie dažďovej vody prispieva k vysúšaniu Tatranského národného parku

16

## 2.2. Výzvy obnovy tatranskej prírody súvisiace s vodou

1. Zlepšovať mikroklimatické charakteristiky tatranskej prírody prostredníctvom siete vodných ekosystémov - revitalizácie tokov pretekajúcich tatranskými osadami, malými vodnými plochami, mokraďami, umelo vytvorenými vodopádmi i fontánami
2. Pre dažďovú vodu zo striech navrhujeme zachytávať do novovytvorených malých vodných plôch a mokraďí na plochách verejnej zelene a parkoch v Tatranských osadách
3. Dažďovú vodu zo spevnených plôch, parkovísk a ciest navrhujeme zbierať a čistiť prostredníctvom biofiltrov a uskladňovať v malých vodných nádržiach v priestoroch súčasných mestských parkov
4. Dažďovú vodu z verejných budov, ktoré používajú veľké množstvo vody úžitkovej, navrhujeme recyklovať a používať ju pre sanitárne potreby verejných budov (školy, verejné budovy, sanatória, kúpeľné domy) a následne je čistiť prostredníctvom ekotechnológií.
5. Do systémov manažmentu vody zavádzať ekotechnológie ako súčasť a perspektívu tzv. kongresovej turistiky vo Vysokých Tatrách

6. Dažďovú vodu využívať pre vytváranie protipožiarnych nádrží priamo tatranských osadách.
7. Do tatranských osád zakomponovať viac vodných plôch, doplnené o turistické atrakcie (vodné fontány, vodopády a iné vodné atrakcie) pre vylepšovanie mikroklímy kúpeľných stredísk

### **2.3. Tatranské inovatívne riešenia ovplyvňujúce turistickú príťažlivosť**

1. V okolí Tatranských osád vytvoriť sieť protipožiarnych nádrží, ktoré budú vylepšovať mikroklimatické pomery osád a zároveň budú zásobárňou vody pre využitie vody v prípade potreby hasenia požiarov. V zimnom období môžu byť tieto vodné nádrže byť ľadové plochy súčasťou infraštruktúry cestovného ruchu
2. Vo všetkých tatranských osadách na vodných potôčikoch vytvárať prietochné vodné plochy, ktoré môžu byť doplnené vodnými atrakciami, ako sú napríklad fontány, vodné pompy napojené na hojdačky pre deti, vodné steny, vodopády a pod, ktoré výrazne prispievajú k obnove tatranskej mikroklímy. V zimnom období vodné fontány môžu byť súčasťou turistických atrakcií napríklad ľadové stĺpy s možným umeleckým dotváraním
3. Vo všetkých tatranských osadách zrealizovať drobné projekty zbierania dažďovej vody zo spevnených plôch (budovy, cesty, parkoviská) a využívať ju pre vytváranie zvodnených ekosystémov pre zlepšovanie mikroklimatických charakteristík, ako súčasť atrakcií pre rozvoj cestovného ruchu.
4. Potôčiky pretekajúce tatranskými osadami zrevitalizovať tak, aby bola znížená kinetická energia sily toku pred rýchlym turbulentným prúdením.
5. Vodné ekosystémy navrhujeme dopĺňovať drobnou architektúrou (mostíky, lávky, hojdačky, aby návštevníci Tatier mohli byť bližšie
6. Využívať vodu na zlepšenie mikroklimatických charakteristík (znižovať Zvýšenie úrovne poznania obyvateľstva cez brožúry, aktivizovať miestne združenia a spolky.

### **2.4. Rozloha intravilánov Tatranských osád**

Celková rozloha Vysokých Tatier	36.000 ha
Plocha Tatranských osád	429 ha
Plocha zastrešených plôch	41,2 ha
Plochy komunikácií v tatranských osadách	81,7 ha
Plochy komunikácií mimo Tatranských osád	45,6 ha
Počet objektov vo Vysokých Tatrách	1.924

## **2.5. Rozloha intravilánov Tatranských osád**

Nová Polianka	14,2 ha
Danielov Dom	0,8 ha
Tatranská Polianka	15,1 ha
Tatranský Domov	0,4 ha
Tatranské Zruby	14,2 ha
Smokovec Starý, Nový, Horný	83,9 ha
Smokovec Dolný	35,0 ha
Tatranská Lesná	5,9 ha
Tatranská Lomnica	133,5 ha
Tatranské Matliare	9,7 ha
Kežmarské Žľaby	2,1 ha
Tatranská Koltina	25,5 ha
Vyšné Hágy	48,0 ha
Štrbské Pleso	36,2 ha
Podbanské	4,2 ha
Spolu	429,0 ha
Dopravná infraštruktúra	45,6 ha

## **2.6. Analýza súčasného stavu vodného režimu Tatranských osád**

1. Územie Tatranských osád podlieha značným rizikám nedostatku i prebytku vody, závislej na rozdelení zrážok počas roka
2. Počas roka sú územia Tatranských osád vystavené extrémne rozdielnym klimatickým podmienkam i vodnej bilancie.
3. Na jar Tatranské osady podliehajú roztápaniu snehu a odtoku vody z roztápajúceho snehu do vodnej infraštruktúry
4. V letnom období v hlavnej turistickej sezóne tatranské osady po vetrovej kalamite podliehajú vysokým teplotám, vďaka ktorým dochádza k vysychaniu rastlín i presychaniu pôdy.
5. Vychádzajúc z analýzy zrážko-odtokových vzťahov osadách je deficit vodnej bilancie a po veternej kalamite sa ešte viac prehĺbi Voda, ako taká, je málo zapojená do tvorby prostredia Tatranských osád
6. Voda sa nevyužíva ako vizuálna, zraková i zvuková kulisa v Tatranských osadách.

## **2.7. Analýza potrieb vody pre Tatranské osady**

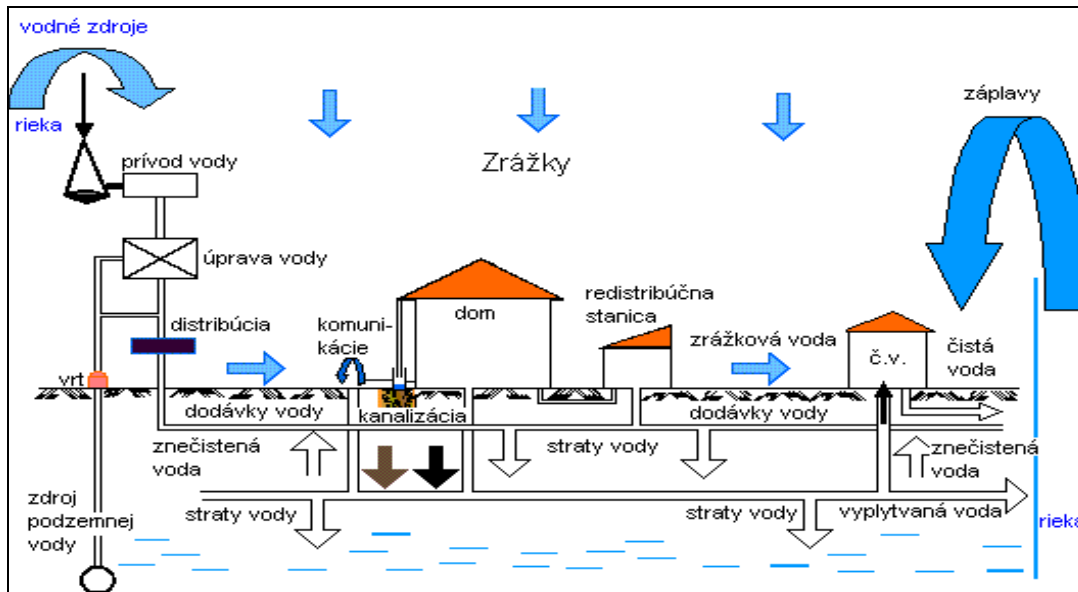
1. Tatranské osady sú závislé na vodných zdrojoch, ktoré pretekajú z vysokohorského prostredia s juhovýchodnou expozíciou mierneho sklonu reliéfu a s malým zastúpením stromovej vegetácie.
2. Medzi hlavné klimatické činitele patrí slnečné žiarenie a jeho charakteristické správanie počas roka, ktoré ovplyvňuje potenciálny výpar z plôch Tatranských osád

3. V tatranských osadách je potrebné toľko vody, ako pre iné lokality tatranskej prírody, na ktorých je prebytok vody s vysokou vlhkosťou ovzdušia.
4. Tatranské osady potrebujú toľko vody, aby v daný čas pokrývalo potenciály výpar a navyše, aby územím tatranských osád pretekali sústavne potôčky, ktoré budú zásobovať malé vodné nádrže, vodné atrakcie
5. V Tatranských osadách chýba väčšie zastúpenie vodných plôch, vodných kaskád i vodných atrakcií, ktoré by vylepšovali mikroklimatické pomery na expozícii, zvyšovali vlhkosť ovzdušia a znižovali teplotu v suchom, slnečnom počasí.

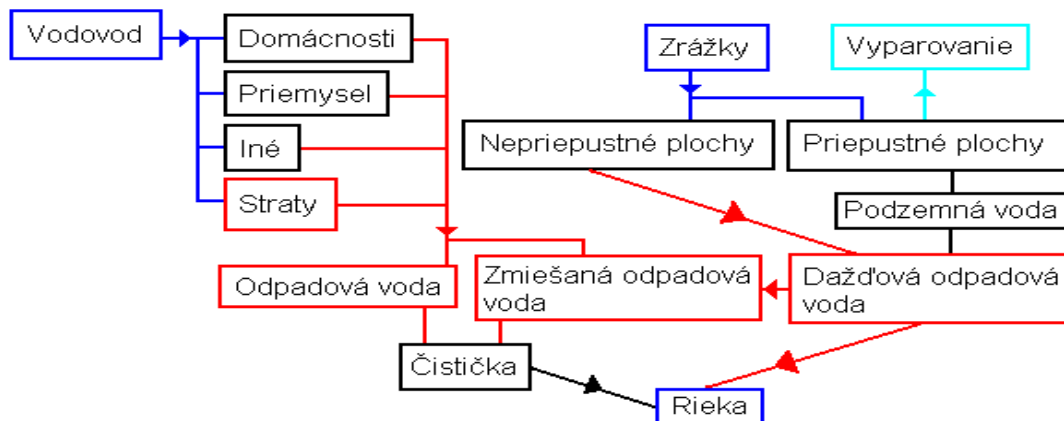
## 2.8. **Základné klimatické charakteristiky Tatranských osád**

1. Územie Tatranských osád sa nachádza na rozhraní klimatických oblastí. Mierne chladnom okrsku C1 v chladnej oblasti na sever.
2. Na juhu je mierne vlhká podoblasť s okrskom mierne teplým mierne vlhkým so studenou zimou.
3. Územie Tatranských osád sa nachádza v zrážkovom tieni Tatier s priemerným ročným zrážkovým úhrnom 832 mm (Tatranská Lomnica), 888 mm (Starý Smokovec) a 1000 mm (Štrbské Pleso).
4. Veterné pomery sú charakterizované prevažnými západnými a juhozápadnými vetrami. Najmenej sú zastúpené vetry severné a severo-západné, Tie sa však vyskytujú pri náhlych vpádoch studených frontálnych systémoch v extrémnych a v špecifických prípadoch vytvárajú tzv. Tatranskú bóru. Najviac dní so silným vetrom sú v období december až marec.
5. Lukniš, (1985) vyčleňuje toto územie, ako liečebný až čiastočne turistický (celoročná turistika) funkčný typ klímy.
6. Funkčnú vhodnosť klímy vyčleňuje ak vhodnú na klimatickú liečbu, zimnú turistiku. Priaznivá je letná turistika a nevhodné sú urbanizmus pre cestovný ruch s poľnohospodárstvom.

## 2.9. Formy vody, cirkulácia a rozmiestnenie v urbanizovanom prostredí



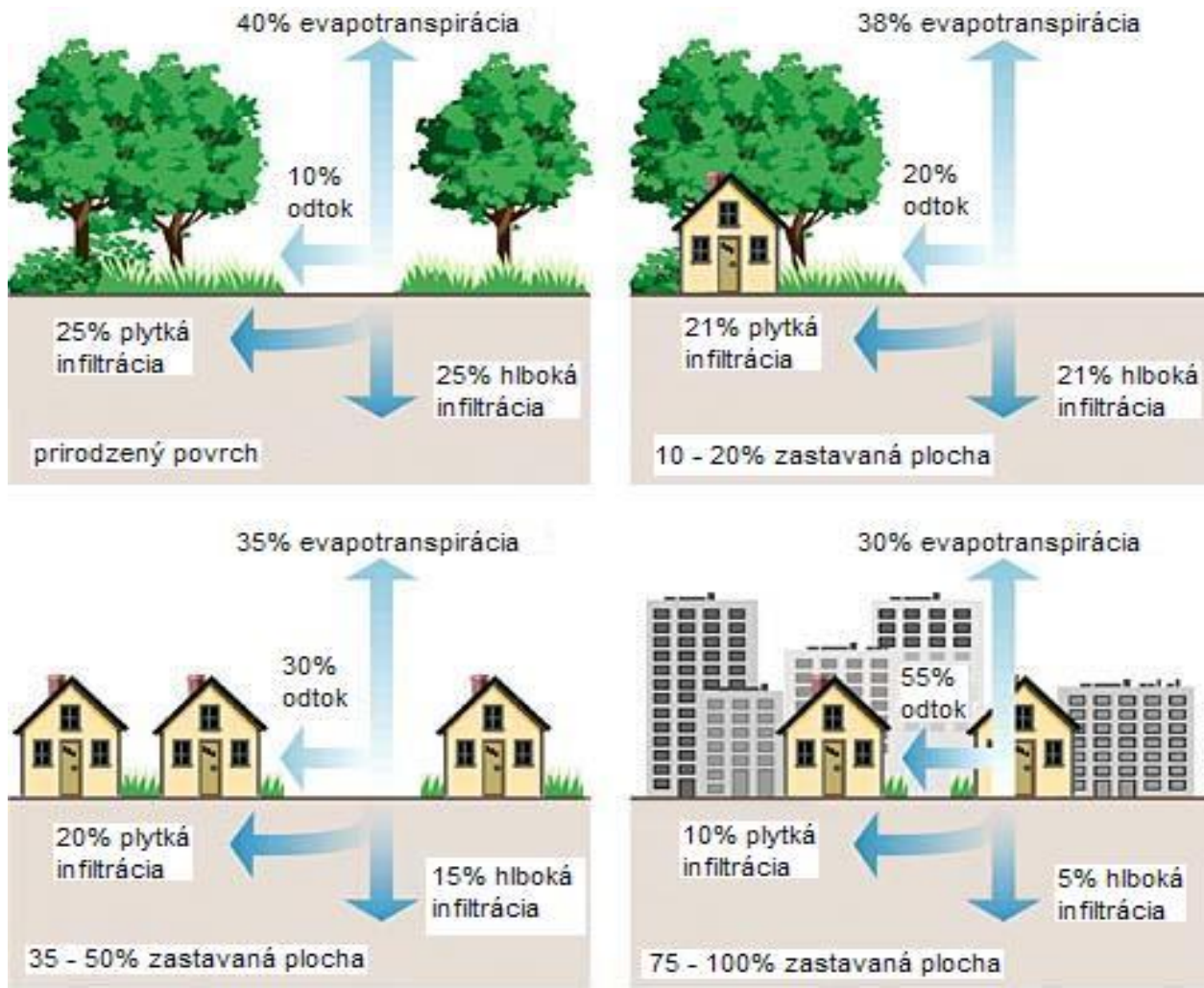
## 2.10. Schéma vodnej bilancie v urbanizovanom prostredí



## 3. Redukcia objemu odtoku dažďovej vody na strechách

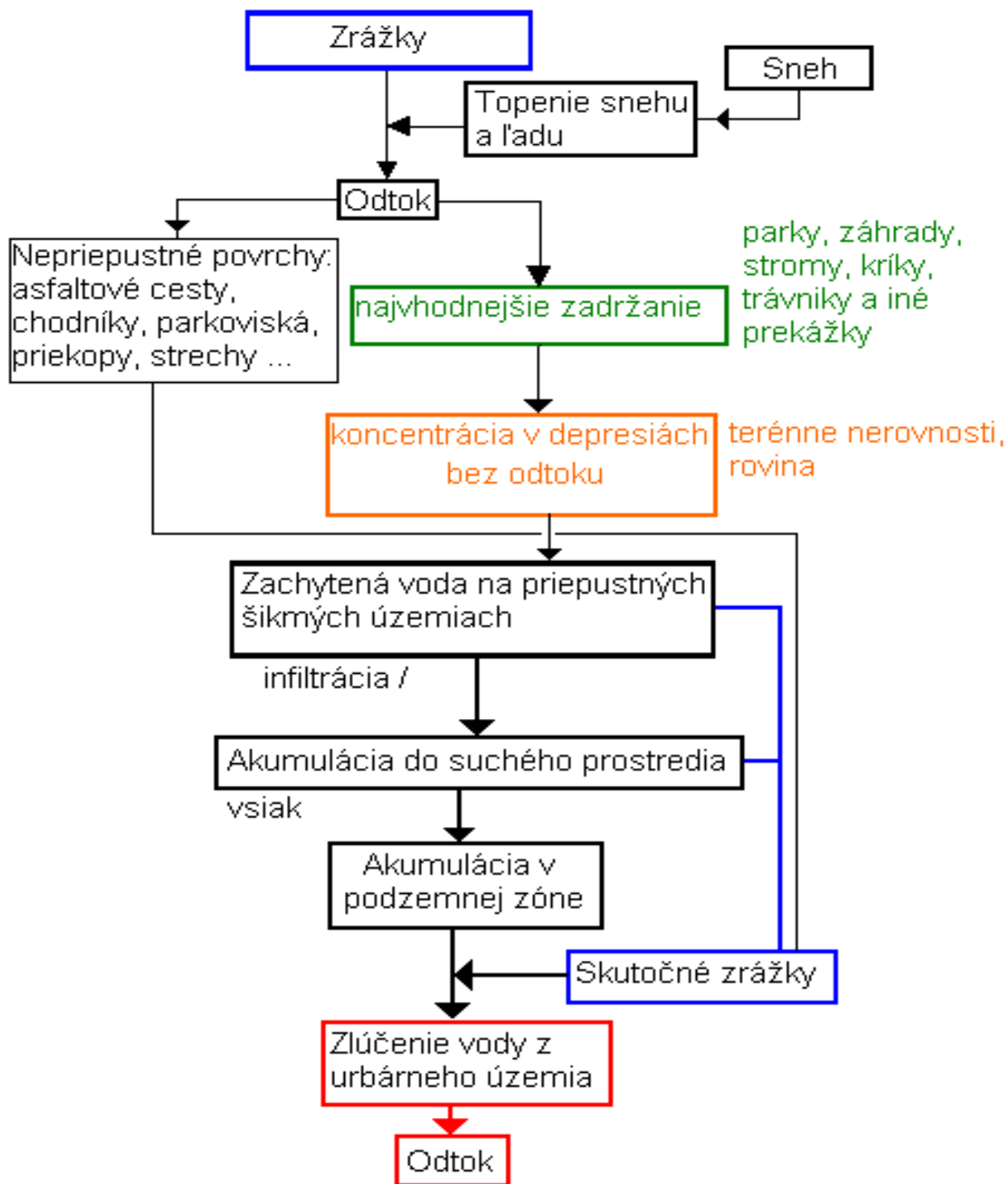
Redukcia objemu odtoku dažďovej vody je potrebné rozdeliť do viacerých skupín. Prvou základnou skupinou je redukcia odtoku dažďovej vody priamo zo striech. Tam je možné rozdeliť do dvoch technologických riešení a to redukcia odtoku dažďovej vody prostredníctvom zelených striech a tzv. prostredníctvom tzv. strešných klimatických vaničiek. V prípade zelených striech je možné dosiahnuť redukciiu odtoku dažďovej vody do 1/3 odtoku. V prípade použitia strešných klimatických vaničiek je možná redukcia odtoku dažďovej vody až o 95%. Výhodou strešných klimatických vaničiek je, že sú niekoľkonásobne lacnejšie. Nevýhodou je, že je ich možné využívať iba na plochých strechách, čo pre Tatranskú oblasť je len okrajová záležitosť.

### 3.1. Základná schéma vodného zdroja



### 3.2. Odtokový model

Priestorové rozdelenie zrážok - Typológia povrchov -  
Prechod vody cez krajinu a kanalizáciu - Veľkosť kumulovanej vody



### 3.3. Základný rámeč zberania dažďovej vody z objektov v tatranských osadách

1. V tatranských osadách je dohromady 1.924 objektov rôznej veľkosti na ploche 41,2 ha.

2. Z týchto zastrešených plôch sa ročne odkanalizuje v priemere 270.000 m<sup>3</sup> dažďovej vody.
3. Väčšina týchto objektov je súčasťou infraštruktúry cestovného ruchu a ubytovacích kapacít
4. Každým rokom spotrebujú tieto objekty veľké množstvo vody ako užitkovú vodu pre hygienické potreby.
5. Využitím dažďovej vody pre hygienické potreby kúpeľných objektov sa naštartujú procesy alternatívnych technológií využívania vôd a ich recyklácie.
6. Pre toto je nevyhnutné rozpracovať projektové dokumentácie manažmentu dažďovej vody priamo v Tatranských osadách v štruktúre „zbieranie dažďovej vody – využívanie dažďovej vody – čistenie využívanej vody a jej opätovné využívanie“

#### **3.4. Rámec vytvárania vodných plôch zbieraním dažďovej vody z dopravnej infraštruktúry**

1. Cestné telesá, chodníky, parkoviská v tatranských osadách sú príčinou rýchleho odtoku dažďovej vody a tým sa prispieva k povodňovým rizikám v povodí Popradu.
2. Z plochy 81,7 ha tatranských osád sa každým rokom skanalizuje 520.000 m<sup>3</sup> dažďovej vody.
3. Toto odkanalizovanie dažďovej vody mení environmentálne prostredie tatranských osád,
4. Preto odporúčame obnovu Tatier posilniť o vytvorenie sústavy vodných plôch, mokradí a jazierok priamo a v okolí osád.
5. V týchto systémoch bude zbieraná odkanalizovaná dažďová voda a bude prispievať k stabilizácii mikroklimatických charakteristík a zároveň budú slúžiť ako sústava protipožiarnych nádrží.
6. Navrhujeme sústavu vodných plôch so stálym objemom 500.000 m<sup>3</sup> a s objemom na zadržanie 500.000 m<sup>3</sup> dažďovej vody.
7. Priestorové rozčlenenie vodných plôch bude predmetom projektovej dokumentácie a dôkladnej analýzy najvhodnejších riešení v jednotlivých osadách

## **4. Zachytávanie dažďových vôd v intravilánoch**

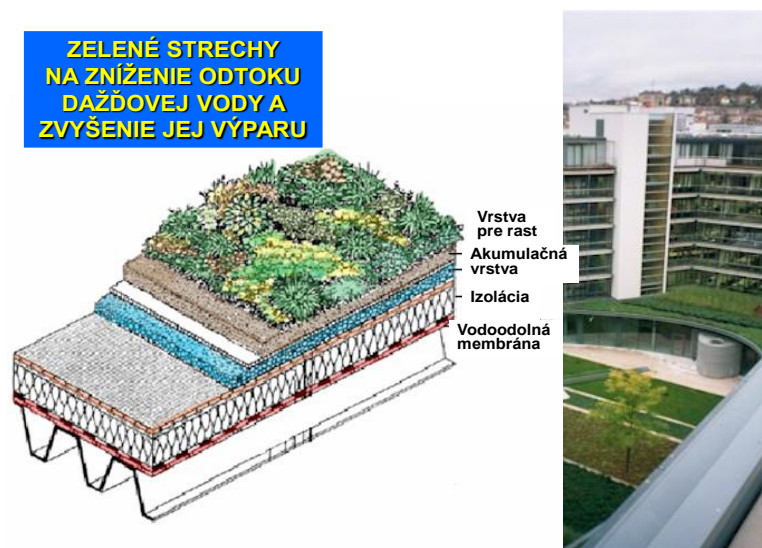
Manažment dažďových vôd v intravilánoch miest a obcí je možné založiť na princípe zadržania dažďovej vody v prostredí kde padne. Doterajšia prax je orientovaná na čo najrýchlejšie odvedenie dažďovej vody z územia intravilánov. Inovatívne riešenia založené na umelom zadržaní dažďovej vody v štruktúrach mesta v období bez dažďov umožňujú túto vodu využívať na zlepšovanie mikroklimy mesta, závlahy parkov, resp. prostredníctvom recyklácie na iné potreby miest.

Pre mestské prostredie ponúkame viacero technologických riešení, ktoré sú vo vyspelých krajinách na rozdiel od Slovenska často využívané. Vo svete sú tieto systémy často označené ako BMPs (Best Management Practices), t.j. technológie najlepšej praxe hospodárenia s dažďovou vodou. Viaceré systémy môžu mať alternatívne riešenia.

## 5. Zachytávanie dažďových vôd na strechách

Zelené strechy prostredníctvom vegetácie, ktorá ich pokrýva, zadržiavajú dažďovú vodu, spomaľujú jej odtok a umožňujú jej výpar. Zelené strechy je možné využiť aj ako súčasť znižovania povodňového odtoku. Pomocou vhodného výberu materiálu môže aj tenká vegetačná pokrývka poskytovať významnú retenciu. Zelené strechy navyše zlepšujú termoizolačné vlastnosti budov.

Vo svete sa bežne používajú extenzívne a intenzívne zelené strechy. Rozdiel je v technológii, ktorá určuje, či zelená strecha je verejnosti neprístupná (extenzívne zelené strechy) alebo verejnosti prístupná (intenzívna zelená strecha).



Obr.: Štruktúra vrstiev zelených striech<sup>1</sup>

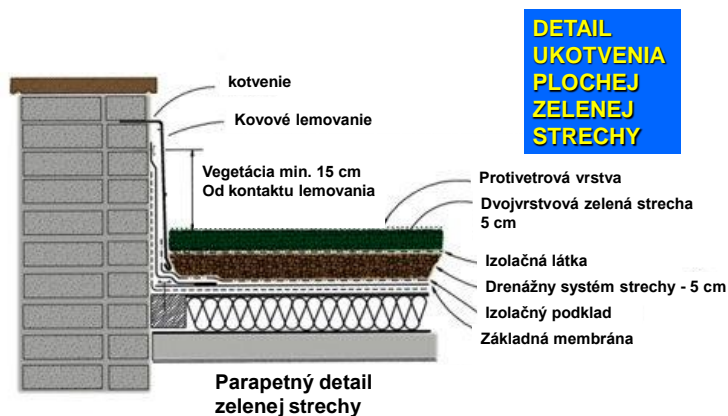
Zelené strechy s hrúbkou substrátu 25 cm a viac (až do 1m) patria k "intenzívnym" zeleným strešným pokrývkam. V USA sú používané v mnohých mestských nákupných centrách s moderným architektonickým stvárnením s prístupom pre verejnosť. Sú environmentálne prospešné, ale prednostne sú zamerané na estetické ako súčasť urbanizmu prostredia. Tieto typy pod spoločným názvom "strešné záhrady" a nemajú sa zamieňať s jednoduchým "extenzívnym" dizajnom zelených striech. Hlavný rozdiel medzi intenzívnymi zelenými záhradami a extenzívnymi zelenými strechami je v prístupnosti pre verejnosť. Intenzívne zelené záhrady sú voľne prístupné pre verejnosť.

Extenzívne zelené strechy majú hrúbku do 15 cm substrátu. Ich účelom je dosiahnuť špecifický environmentálny úžitok, predovšetkým zmiernenie odtokov dažďových vôd. Z toho dôvodu sa bežne nezavlažujú a preto podliehajú vysychaniu, ak je dlhšie obdobie sucha. Pre praktické použitie na bežné strešné konštrukcie sa využívajú ľahké materiály. Vývoj technológií za posledných 40 rokov vylepšil životaschopnosť týchto riešení, napríklad spoľahlivosť vodoizolačných materiálov. Boli vyšľachtené rastlinné druhy pre mierne klimatické pásmo, ktorým sa darí aj v extrémnych podmienkach rastu na streche s dlhším obdobím sucha.

<sup>1</sup> <http://www.wbdg.org/resources/greenroofs.php>

Na výpočet povrchového odtoku z rôznych typov povrchov sa používajú bežné metódy<sup>234</sup>. Pri odtoku zo zelených striech sa však nemusí jednať o povrchový odtok, ale skôr o odtok presiaknutej vody. Rýchlosť odtoku počas dažďa a kvalitu vody možno predvídať na základe vodnej retencie materiálu a typu rastlinnej pokrývky. V prípade zelených záhrad i zelených striech na plochých strechách je odtok dažďových vôd minimálny. Vo väčšinou prípadoch všetka dažďová voda sa zachytáva a následne vegetáciou vyparuje. Iba pri extrémnych lejakoch presahujúcich nad 60 mm dochádza k odtoku dažďovej vody zo strechy.

Maximálna vodná retencia materiálu je maximálne množstvo vody, ktoré môže byť zadržané v technologickom systéme. Špeciálne na meranie tohto množstva na zelených strechách boli vo svete vyvinuté normy, ktoré však na Slovensku chýbajú. Tejto téme sa odborne na Slovensku nikto nevenuje a preto uvádzame zdroje zo zahraničia, predovšetkým z USA, kde sa tejto téme venuje značná pozornosť.



Obr.: Schéma vrstiev zelenej schémy s detailom ukotvenia<sup>5</sup>

Zelené strechy majú veľký vplyv na rýchlosť odtoku dažďa zo striech. Dôležité však je že zelená strecha má vplyv na spomalenie odtoku dažďovej vody zo strechy i jej celkový objem odtoku zo strechy je percentuálne menší ako je objem spadnutej zrážky. Skúsenosti v USA<sup>6</sup> hovoria, že zelené strechy dokážu udržať minimálne 1/3 objemu dažďa, ktorý na strechu padne. Zadržiavanie dažďovej vody na streche znamená využívanie solárnej energie na výpar vody<sup>7</sup>, čím sa neuvolňuje citelne teplo a obmedzuje prehrievanie budovy i vzduchu nad objektom, pretože na výpare napríklad jedného kubíka vody sa spotrebuje cca 700 KWh solárnej energie. To znamená, že vieme na základe toho pre zachytený objem dažďovej vody vypočítať koľko solárnej energie spotrebuje pri výpare vody zo strechy. Pridanou hodnotou je,

<sup>2</sup> [http://www.tt.fh-koeln.de/publications/ittpub301202\\_10.pdf](http://www.tt.fh-koeln.de/publications/ittpub301202_10.pdf)

<sup>3</sup> [http://www.iwc-berlin.de/mediapool/iwc\\_m77\\_6100000012/iwc\\_20071011141002\\_1\\_840856.pdf](http://www.iwc-berlin.de/mediapool/iwc_m77_6100000012/iwc_20071011141002_1_840856.pdf)

<sup>4</sup> [http://ddoe.dc.gov/ddoe/lib/ddoe/2009.03.09\\_GR\\_final\\_rept.pdf](http://ddoe.dc.gov/ddoe/lib/ddoe/2009.03.09_GR_final_rept.pdf)

<sup>5</sup> <http://www.starkenvironmental.com/downloads/PADEP.pdf>

<sup>6</sup> <http://www.starkenvironmental.com/downloads/PADEP.pdf>

<sup>7</sup> <http://www.roofmeadow.com/technical/benefits.php>

že na streche prebieha fotosyntéza, vďaka ktorej dochádza k sekvestracii CO<sub>2</sub> z atmosféry, čo je pozitívny vplyv ku zmierneniu dopadov klimatickej zmeny. Napríklad mesto Tokio sa v roku 2001 rozhodlo vybudovať v priebehu 10-tich rokov 1200 ha zelených záhrad a striech, ako strategický zámer ochladzovania mesta o 1°C<sup>8</sup>. Zelené záhrady i strechy zmierňujú teplotný režim budov o niekoľko stupňov v priestoroch pod strechami, čo je ďalší pozitívny dopad k podpore inovatívnych technológií v stavebníctve, ktoré znižujú prevádzkové náklady na klimatizáciu budov<sup>910</sup>

**ZELENÉ ZÁHRADY  
NA PLOCHÝCH  
STRECHÁCH  
MÔŽU ZNÍŽIŤ ODTOK  
DAŽĐOVEJ VODY  
NA NULU A  
VŠETKU SPADNUTÚ  
DAŽĐOVÚ VODU  
VYPARIŤ A TÝM  
ZLEPŠOVAŤ  
MIKROKLIMU**



Obr.: Zelená záhrada na terase<sup>11</sup>



Obr: Veľmi dobré skúsenosti z realizáciou programu zelených striech majú v Berlíne <sup>1213</sup>

### Náklady na zelené strechy

Stavebné náklady pokrývok zelených striech sa môžu značne rôzniť v závislosti na faktoroch ako sú:

- Výška budovy
- Prístup ku stavbe (možnosť použitia žeriavov)
- Hrúbka zelenej strechy a zložitosť montáže
- Odľahlosť projektu od zdrojov dodávok materiálu

<sup>8</sup> <http://cleanerairforcities.blogspot.com/2009/06/where-green-roofs-are-law.html>.

<sup>9</sup> <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/29946/52988828.pdf?sequence=1>

<sup>10</sup> [http://www.a.tu-berlin.de/GtE/forschung/Adlershof/faltblatt\\_institut\\_physik\\_engl.pdf](http://www.a.tu-berlin.de/GtE/forschung/Adlershof/faltblatt_institut_physik_engl.pdf)

<sup>11</sup> <http://www.starkenvironmental.com/downloads/PADEP.pdf>

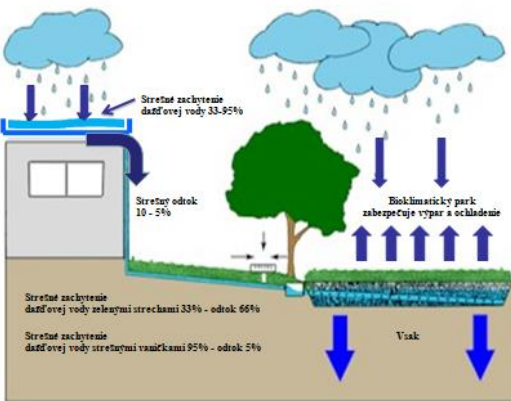
<sup>12</sup> [http://www.iwc-berlin.de/medienpool/iwc\\_m77\\_61000000012/iwc\\_20071011142009\\_1\\_840856.pdf](http://www.iwc-berlin.de/medienpool/iwc_m77_61000000012/iwc_20071011142009_1_840856.pdf)

<sup>13</sup> [http://www.igra-world.com/links\\_and\\_downloads/images\\_dynamic/IGRA\\_Green\\_Roof\\_News\\_2\\_06.pdf](http://www.igra-world.com/links_and_downloads/images_dynamic/IGRA_Green_Roof_News_2_06.pdf)

- Veľkosť projektu

Náklady na extenzívne zelené pokrývky pre strechy kolíšu od 80 EUR do 170 EUR/m<sup>2</sup> strechy (trhové podmienky v roku 2004)<sup>14</sup>, vrátane projektu, inštalácie a údržby. Základná údržba extenzívnych zelených striech vyžaduje obvykle asi 3 pracovné hodiny ročne na 100 m<sup>2</sup> strechy.

Rozsiahly zelený pokryv strechy je skrášľujúcim riešením pomocou vegetácie, ktorá rastie na ináč tradičnej plochej alebo šikmej ( $\geq 30^\circ$  svah) streche a úplne ju pokrýva, dodávajúc streche hydrologické vlastnosti omnoho viac sa hodiace pre povrchovú vegetáciu než pre strechu. Celková hrúbka obkladu je 5-15 cm a môže mať viaceré vrstvy zabezpečujúce vodovzdornosť, syntetickú izoláciu, ne-pôdne umelé rastové materiály, tkaniny a syntetické komponenty. Zelené strechy možno maximálne využiť kvôli výhodám získavania kvantity a kvality vody. Pomocou vhodného výberu materiálu môže aj tenká vegetačná pokrývka poskytovať významnú retenciu a zníženie odtoku dažďových vôd.



## Zelené strechy



## Výhody zelených striech



## Extenzívne



- hrúbka < 15 cm
- max. kríky
- nie pre verejnosť

## Intenzívne

- hrúbka substrátu > 25 cm
- prístup pre verejnosť,
- oddychové zóny
- vysadené kry, stromy
- nákupné centrá,
- verejné budovy



<sup>14</sup> <http://www.starkenvironmental.com/downloads/PADEP.pdf>

## Popis

Extenzívne zelené strechy majú hrúbku 15 a menej cm a obecné ich účelom je dosiahnuť špecifický environmentálny úžitok ako je zmiernenie odtokov dažďových vôd. Z toho dôvodu bežne nebývajú zavlažované. Aj keď sú niektoré inštalácie prístupné verejnosti, väčšina extenzívnych zelených striech umožňuje verejnosti len sa na ne pozerieť. Aby mohli byť prakticky použiteľné pre bežné strešné konštrukcie, sa na prípravu technicky najprepracovanejších materiálov používajú ľahké materiály. Vývoj za posledných 40 rokov pomohol vylepšiť životaschopnosť týchto systémov tým, že: 1) spoznala sa hodnota zelených striech na otvorených priestranstvách s nepriepustnými povrchmi, 2) urobili sa pokroky vo vodovzdornosti materiálov a metód, a 3) vyvinuli sa spoľahlivé rastlinné druhy mierneho klimatického pásma, ktorým sa darí aj v extrémnych rastových podmienkach na streche.

Zelené strechy s hrúbkou 25 cm a viac patria k "intenzívnym" zeleným strešným pokrývkam. Intenzívne kompozície sú tiež do značnej miery environmentálne prospešné, prednostne sú však zamerané na estetické a architektonické ciele. Tieto typy systémov sa nazývajú "strešné záhrady" a nemajú sa zamieňať s jednoduchým "extenzívnym" dizajnom.

## Podrobné funkcie dažďovej vody

Na odhad povrchového odtoku z rôznych typov povrchov sa používajú bežné metódy. Pri analýze zelených striech však voda stekajúca zo strechy nie je povrchovým odtokom, ale je to skôr spodný prúd (tj. presiaknutá, prefiltrovaná voda). Rýchlosť a kvalitu vody uvoľnenej počas daného projektovaného dažďa možno predvídať na základe poznania kľúčových fyzikálnych zákonov ako napríklad :

- Maximálna vodná retencia materiálu
- Kapacita terénu
- Typ, druh rastlinnej pokrývky
- Nasýtená hydraulická vodivosť
- gravitačná pórovitosť

Maximálna vodná retencia materiálu je maximálne množstvo vody, ktoré môže byť zadržané v technologickom systéme. Špeciálne pre meranie tohto množstva u strešného média boli vyvinuté normy, ktoré na Slovensku nie sú rozpracované, vo svete však sú.

Tradičné odtokové koeficienty ako je napríklad CN krivky, sa dajú vypočítať z počítačovej simulácie zelenej strechy. Avšak tieto koeficienty budú platiť iba pre špecifický projektovaný dažď, pre ktorý boli stanovené.

## Zmiernenie špičkového odtoku

Zelené strechy môžu mať veľký vplyv na rýchlosť špičkového odtoku zo striech. Vyhodnotenie objemu špičkového odtoku vyžaduje buď počítačovú simuláciu alebo merania pomocou prototypov.

Všeobecným pravidlom platným pre zelené strechy je, že rýchlosť odtoku zo zelenej strechy bude menšia alebo rovnaká ako z otvorených priestranstiev. Podľa skúsenosti zo zahraničia je

to pomer 1:3. To znamená, že zelená strecha dokáže akumulovať približne 1/3 tej vody, ktoré dokáže pohltiť otvorené priestranstvo.

Mesto Tokio sa napríklad rozhodlo v roku 2001 vybudovať v priebehu 10-tich rokoch 1200 ha zelených striech ako strategický zámer ochladzovania mesta o 1°C. Z týchto poznatkov vyplýva aj napríklad to, že zelené strechy znižujú teplotný režim budov v o niekoľko stupňov u priestorov pod strechami, čo značne znižuje prevádzkové náklady na klimatizáciu budov.

## **Náklady**

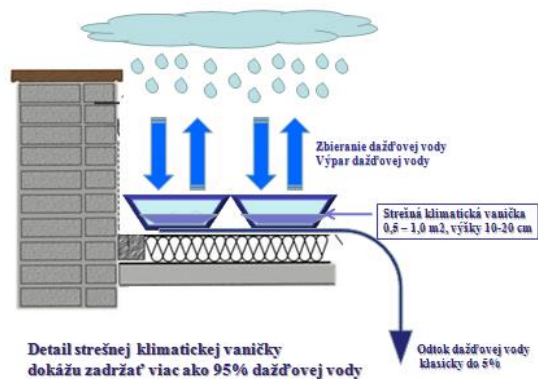
Stavebné náklady pokrývk zelených striech sa môžu značne rôzniť v závislosti na faktoroch ako sú :

- Výška budovy
- Prístup ku stavbe veľkým zariadeniam ako sú žeriavy a maringotky, prívesy
- Hĺbka a zložitosť montáže
- Odľahlosť projektu od zdrojov dodávok materiálu
- Veľkosť projektu

Za súčasných trhových podmienok (r. 2004) náklady na extenzívne zelené pokrývky pre strechy kolíšu od 70 EUR do 150 EUR/m<sup>2</sup> strechy, včítane projektu, inštalácie a údržby. Základná údržba extenzívnych zelených striech vyžaduje obvykle asi 3 pracovné hodiny ročne na 10000 štvorcových metrov.

## **Strešné klimatické vodoholdingy**

Dlhšie zadržiavanie vody na plochých strechách prostredníctvom zelených záhrad resp. vytváraním veľkej nepriepustnej vane si vyžaduje zvýšené nároky na technologické riešenia s potenciálnymi rizikami možného zamokrenia budov. V prípade možných porúch vzniká vysoký stupeň nákladov na opravu striech. Jedným z možných alternatívnych riešení je systém strešných plastových vodoholdingov o veľkosti napríklad do 1 m<sup>2</sup> s výškou bočnej hrany do 20 cm, ktoré by boli voľne položené na plochej streche v šachovnicovej štruktúre a navzájom pospájané. Strešné vodoholdingy by sa mohli upravovať v rôznych alternatívach, ako súčasť zelených striech, vyložené kameňmi, resp. voľne iba na zachytenie dažďovej vody, resp. snehu s podmienkou vyparenia všetkej vody.



Strešne vodoholdingy môžu byť voľne položené na strechu, ktorá je klasicky odvodnená. Takéto riešenie zabezpečuje zachytenie viac ako 95% dažďovej vody priamo na streche a následným výparom. Z hľadiska vplyvu na statiku budovy sú najvhodnejšie strešné vodoholdingy prázdne bež štrku, kameňov resp. zeminy, lebo nezvyšujú zaťaženosť strechy. Strešné vodoholdingy voľne položené bez zeminy resp. kameniva je potrebné navzájom pospájať, ako prevencia pred vetrom. V prípade porúch, resp. potreby opravy strechy, či strešných vaní je takýto systém ľahko manipulovateľný. Strešné vodoholdingy môžu byť zaťažené kameňom, resp. zeminou v ktorej sú podmienky pre rast trávy.

Stavebné náklady takého riešenia sú vo výrobe strešných vodoholdingy a tie dosahujú cca 6 – 12 EUR/m<sup>2</sup>. Ostatné náklady súvisia s pokladaním a ukotvením strešných vodoholdingy. Systém strešných vodoholdingy zadrží viac ako 95% dažďovej vody, čo oproti zeleným strechám má neporovnateľnú výhodu aj z hľadiska bilancie odtoku. Zelené strechy dokážu znížiť odtok iba o cca 30% a cenovo sú náročnejšie. V prípade porúch sú strešné vodoholdingy ľahšie a efektívnejšie opraviteľné. V prípade použitia strešných vodoholdingy navrhujeme dimenzovať odtok z klasickej strechy na úrovni 5%, čo v prípade Tatier je maximálne do 5 l/m<sup>2</sup> pri extrémnej zrážke.

Výhodou tohto riešenia je, že sa pohltí citelného tepla a premení na latentné teplo výparu, čo pozitívne ovplyvní teplotné pomery v objektoch pod strechami so strešnými vodoholdingy. Podľa zahraničných skúseností (napríklad v Japonsku) teplota v budovách opatrených zelenými strechami je nižšia o 3 – 4 °C v čase extrémnych teplôt, čím sa znížia prevádzkové náklady na klimatizáciu.

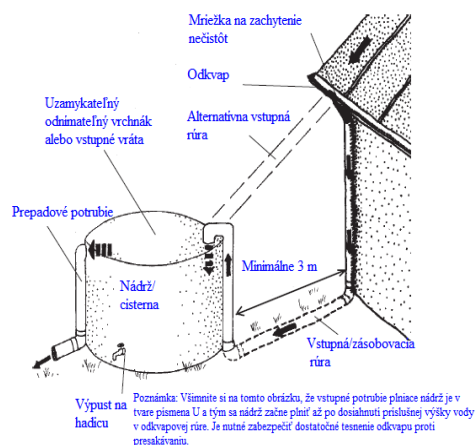
Strešné vodoholdingy sú vhodné pre ploche strechy. V prípade sedlových striech je potrebné použiť iné alternatívne riešenia, prostredníctvom zbierania dažďových vôd v parkoch. Alternatívne môžu byť napríklad zásobníky dažďovej vody pod sedlovou strechou, ako súčasť znižovania prevádzkových nákladov napríklad na sanitáciu budov. V prípade použitia sedlových striech na budovách je možné využiť aj iné alternatívne riešenia likvidácie dažďovej vody prostredníctvom vsakovacích bazénov, resp. bioklimatických parkov, ktoré sú uvedené v ďalšej časti navrhovaného riešenia.

## Zbieranie dažďovej vody zo striech

## Zbieranie dažďovej vody do sudov

Najjednoduchšou a zrejme aj najstaršou formou redukcie odtoku dažďovej vody zo striech je jej zachytávanie do nádob a následne využívanie napríklad na polievanie záhrady počas sucha. Historické záznamy ukazujú, že dažďová voda bola zhromažďovaná v jednoduchých hlinených nádobách už pred 2000 rokmi v Thajsku a neskôr aj v iných oblastiach sveta.

V dnešnej dobe má táto technológia viacero konkrétnych podôb, ktoré sa odvíjajú od základnej myšlienky zachytenia dažďovej vody do suda postaveného pod odkvap. V súčasnosti sa presadzujú uzatvorené kontajnery, ktoré na rozdiel od otvorených neposkytujú vhodné podmienky pre rozmnožovanie hmyzu. V ich hornej časti býva otvor na vyústenie odkvap, prípadne bezpečnostný prepád a v spodnej výpusť pre ľahšiu manipuláciu. Sudy môžu byť vyrobené z dubového dreva alebo plastu. Sú navrhnuté tak, aby odolávali horúcim podmienkam v lete i mrazom v zime. Môžu byť samostatné, alebo navzájom prepojené, pričom každý sud má samostatný výpusť. Takto zachytená a uskladnená dažďová voda je pre rastliny veľmi vhodná, keďže sa jedná o mäkkú vodu zbavenú minerálnych látok (vápnika, fluóru, chlóru a iných látok). Na zahraničných trhoch možno nájsť rôzne tvarovo či farebne upravené sudy, ktoré je možné zladiť s celkovým dizajnom budovy, domu či záhrady, čo sa stáva aj módnym hitom v záhradnej tvorbe.<sup>15</sup>



Obr.: Ukážka sudov pospájaných do série a samostatne stojace sudy<sup>16,17</sup>.

<sup>15</sup> <http://www.prweb.com/releases/2008/07/prweb1066044.htm>, [http://www.terracycle.net/press/rain\\_barrel.htm](http://www.terracycle.net/press/rain_barrel.htm), [www.flickr.com/photos/whole\\_foods/3254935825](http://www.flickr.com/photos/whole_foods/3254935825), <http://www.pondbizmag.com/resources/pressrelease/pr-1369>, <http://www.rainbarrelguide.com>.

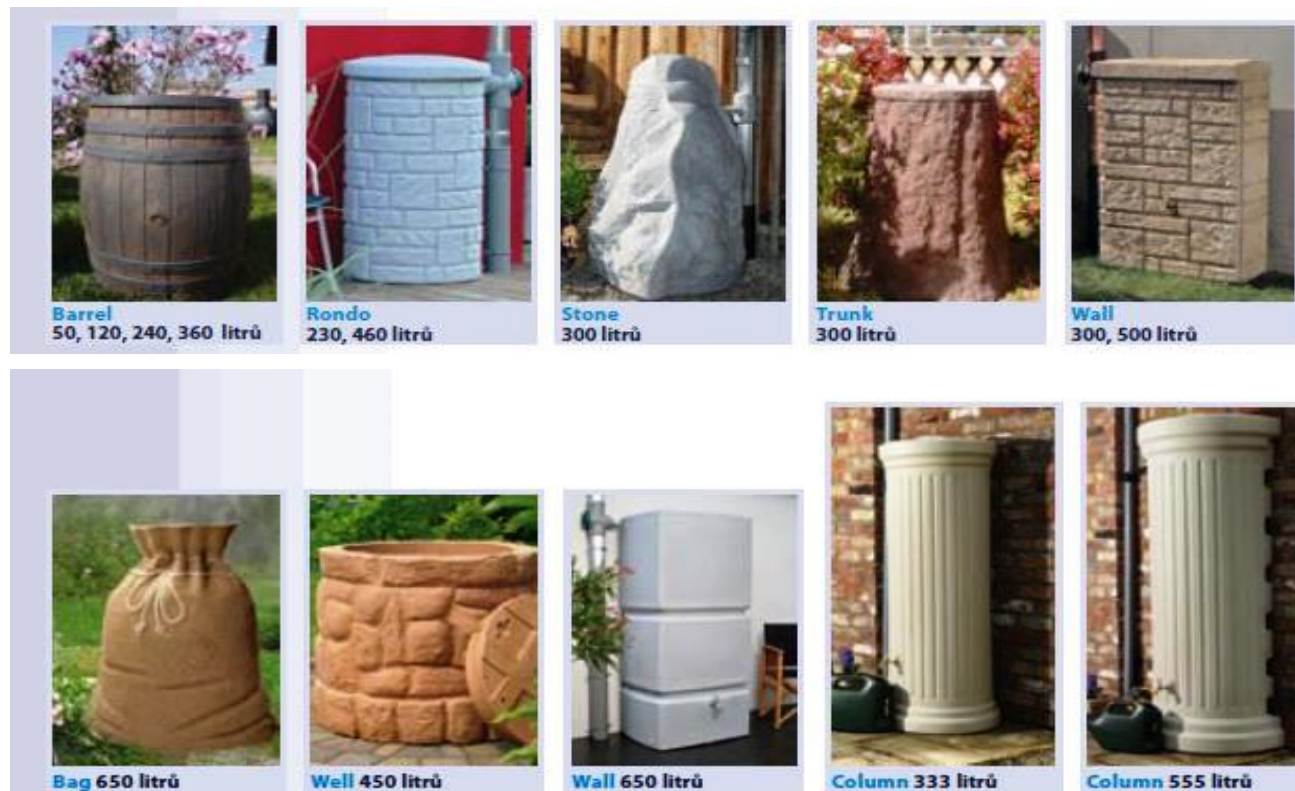
<sup>16</sup> <http://www.pondbizmag.com/resources/pressrelease/pr-1369/>

<sup>17</sup> <http://www.composters.com/rain-barrels.php>

Umelecké stvárnenie sudov sa môže stať výrazným dekoračným prvkom drobnej záhradnej architektúry, ale napríklad i peších zón v historických jadrách miest. Dažďová voda môže byť využívaná napríklad aj na kropenie ulíc v horúcom lete.



Obr.: Ručne zdobené sudy sú nielen potešením z vlastnej tvorby, ale aj vhodným estetickým prvkom okolia domu či záhrady<sup>1819</sup>.



Obr.: Na trhu je množstvo zaujímavých ponúk dekoratívnych nádrží na zbieranie dažďových vôd (Séria TitanAqua<sup>20</sup>)

**Zdroj:** <http://www.proficard.sk/nadrze-na-dazdovu-vodu.htm>

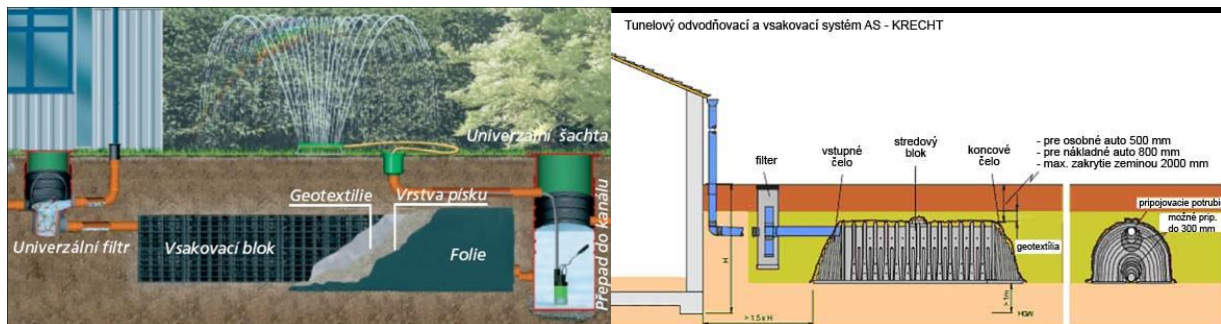
<sup>18</sup> <http://watercolorsplus.com/Rain%20Barrel/Rain-Barrel-full-view-large-image.jpg>

<sup>19</sup> [www.flickr.com/photos/whole\\_foods/3254935825/](http://www.flickr.com/photos/whole_foods/3254935825/)

<sup>20</sup> <http://www.proficard.sk/nadrze-na-dazdovu-vodu.htm>

## Podzemné nádrže

Ďalšie spôsoby redukcie odtoku dažďovej vody zo striech sú technicky náročnejšie, ale majú aj oveľa väčšie možnosti využitia zbernej dažďovej vody. Príkladom je zberná nádrž zakopaná pod úrovňou terénu. Podzemné nádrže na zbieranie dažďovej vody môžeme rozdeliť na dva typy. Prvý typ umožňuje zber a následné využívanie dažďovej vody ako úžitkovej vody v objekte resp. pre potreby záhrady na zavlažovanie. Druhý typ zachytenú dažďovú vodu vsakuje do podzemia bez jej priameho využitia. Schémy výstavby a umiestnenia podzemnej nádrže sú znázornené na obrázkoch.



Obr.: Schémy filtrovania, zachytávania a využívania dažďovej vody pomocou podzemných nádrží<sup>21,22</sup>.

<sup>21</sup> <http://www.elwa.sk/index.php/Zasobniky-na-vodu/Vyuzitie-dazdovej-vody-v-rodinnych-domoch.htm>

<sup>22</sup> [http://www.fonhit.sk/krecht\\_vsak.htm](http://www.fonhit.sk/krecht_vsak.htm)

## Vsakovacie pásy/priesakové jamy/suché studne

Vsakovacie pásy, niekedy zvané aj priesakové jamy i suché studne prechodne zhromažďujú, uskladňujú a infiltrujú dažďovú vodu zo striech budov. Strešné odkvapové rúry sú priamo napojené na pásy, jamy alebo studne, ktoré môžu byť buď vyhlíbené a naplnené triedeným kamenivom frakcie 3-5 cm, uloženéj do geotextílie. Vsakovacie pásy môžu byť bezpečnostným prepadom prepojené na dažďovú kanalizáciu, ale napríklad i na väčšiu infiltračnú plochu, čím sa zabezpečí odvedenie dažďovej vody gravitačne.

Zachytením dažďovej vody môžu pás, jamy, resp. studne dramaticky redukovať zvýšený objem dažďovej vody zo striech budov. Aj keď strechy nie sú významným zdrojom znečisťovania odtoku, sú jedným z najdôležitejších zdrojov nového či zvýšeného odtoku dažďovej vody zo zastavaných plôch. Znížením odtoku dažďovej vody môžu objekty tiež redukovať rýchlosť prúdenia vody a zlepšiť jej kvalitu. Tak ako všetky objekty na vsak, ani suché studne nemusia byť vhodné pre problémové či iné plochy, kde je možný predpoklad na veľké zaťaženie znečisťujúcimi látkami alebo sedimentmi. Suché vsakovacie pásy odporúčame budovať od budov minimálne 10 m.

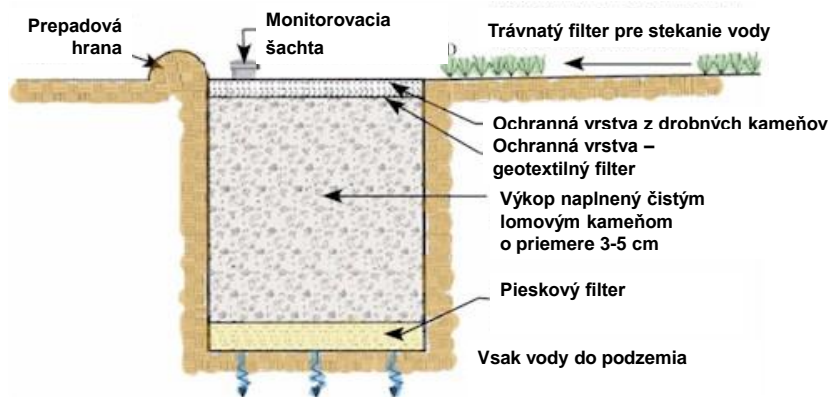
## Výpočet akumuláčnej kapacity suchej studne

Na určenie približného retenčného objemu dažďovej vody môžeme použiť nasledujúcu rovnicu :

Retenčný objem dažďovej vody [m<sup>3</sup>] = plocha dna suchej studne [m<sup>2</sup>] x výška stĺpca vody v suchej studni [m] x koeficient vyjadrujúci objem voľného priestoru medzi kamenivom (cca 0,4)

Infiltračná plocha: U suchej studne sa voda infiltruje ako cez dno tak aj cez strany (bočne),

### SCHÉMA VSAKOVACIEHO PÁSU



Obr.: Schéma vsakovacieho pásu s technickým popisom vrstiev pásu<sup>23</sup>

## Náklady

Stavebné náklady u pásu, jamy či studne môžu veľmi kolísať v závislosti od variability projektu, konfigurácie, lokality, špeciálnych podmienok daného miesta apod. Obvyklé stavebné náklady podľa skúsenosti v Pensylvánii v cenovej úrovni roku 2003 sa pohybujú od 50 – 120 EUR/m<sup>2</sup><sup>24,25</sup>. Podľa týchto poznatkov činia ročné udržiavacie náklady približne 5 až 10 percent investičných nákladov<sup>26</sup>. Náklady na odtokové žľaby a odkvapy sú obvykle zahrnuté do celkových stavebných nákladov.

## 6.

## 7. Využívanie dažďovej vody zo striech v objektoch

Mäkká dažďová voda je minimálne znečistená destilovaná voda. Chemické rozbory ukazujú, že čerstvá dažďová voda má často lepšie chemické zloženie ako miestna pramenitá voda. Jej vysokú kvalitu možno uchovať uložením v komerčne predávaných zásobníkoch v hĺbke 1 až 2,5 m pod povrchom zeme, bez prístupu slnečného svetla a pri teplote zeme 9 až 12 °C.

Dažďová voda má veľmi dobré rozpúšťacie účinky, je výborná na pranie a čistenie. Je vhodná aj na umývanie okien, karosérií áut a podlahovín, lebo neobsahuje minerálne látky. Aj konečné prepieranie v dažďovej vode je oveľa účinnejšie ako prepieranie v tvrdej pitnej vode. Dažďová voda vyplaví z tkanín aj posledné zvyšky pracieho prášku, ktoré by mohli vyvolať prípadnú alergickú reakciu na detskej pokožke. Prádlo po uschnutí nie je tvrdé, zvyčajne nie je potrebná ani aviváž a životnosť prádla sa predlžuje. Na pranie sa neodporúča dažďová voda z asfaltových striech, pretože vymýva asfalt, ktorý sfarbuje vodu i prádlo do žltá. Takisto nie je vhodná hrdzavejúca strecha zo železa. Dažďová voda na rozdiel od pitnej neobsahuje agresívny chlór. Je teda dobrá aj na polievanie kvetov, zeleniny či trávnik.

Predpoklady na využívanie dažďovej vody má prakticky každá budova. Prefiltrovaná voda sa z nádrže gravitačne alebo čerpadlom privádza do budovy. Priemernú celoročnú potrebu vody štvorčlennej domácnosti dokáže zabezpečiť strecha o ploche asi 160 m<sup>2</sup>. Dažďová voda je úžitková voda, ktorá bez veľkých úprav môže nahradiť až 50% celkovej spotreby pitnej vody v domácnosti (viď graf percentuálneho rozdelenia spotreby vody v domácnostiach).<sup>27</sup> Jej najväčšie a relatívne jednoduché využitie je na splachovanie WC. Okrem spomínaných hygienických funkcií je ňou napríklad možné aj temperovať objekty na princípe tepelného čerpadla. Ročná úspora na vode môže dosiahnuť 100 m<sup>3</sup> na domácnosť, čo je úspora cca 200 EUR. Ďalšia úspora je na pracích práškoch. Za dlhšie obdobie možno tak usporiť väčšie množstvá pracích práškov a významne odbremeniť vodné toky či domové čističky od fosfátov a iných, pre prírodu cudzích látok.

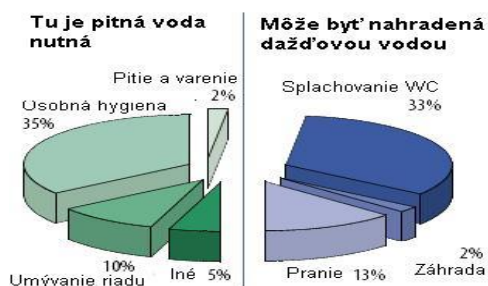
<sup>23</sup> <http://www.starkenvironmental.com/downloads/PADEP.pdf>

<sup>24</sup> <http://www.cabmphandbooks.com/Documents/Development/TC-10.pdf>

<sup>25</sup> <http://www.stormwatercenter.net/monitoring%20and%20assessment/simple%20meth/simple.htm>

<sup>26</sup> Schueler, T. 1987. Controlling Urban Runoff: A Practical Manual for Planning and Designing Urban BMPs. Metropolitan Washington Council of Governments, Washington, DC

<sup>27</sup> [http://www.fonhit.sk/struktura\\_str.htm](http://www.fonhit.sk/struktura_str.htm)



Obr.: Percentuálne rozdelenie spotreby vody v domácnostiach a činnosti kde môže byť pitná voda nahradená dažďovou<sup>28</sup>.

### Modré školy - príklad využívania dažďovej vody v objektoch

Myšlienka projektu „Modré školy“ vznikla v MVO Ľudia a voda v roku 2003 v rámci koncepcie integrovaného manažmentu vodných zdrojov pre mesto Košice. „Modré školy“ majú umožniť zadržiavať a využívať dažďovú vodu v školách ako úžitkovú vodu. Prínosom je, že vlastníkom (obec, VÚC) nemusí platiť za odkanalizovanie dažďovej vody a súčasne radikálne zníži spotrebu pitnej vody v objekte. Ďalšie finančné prostriedky sa ušetrí tým, že použitá voda nie je odvádzaná do kanalizácie, ale je vyčistená v lokálnej čističke odpadových vôd (ČOV) a následne opäť využitá ako úžitková voda. Prebytočná voda je vyparovaná prostredníctvom plošných vodozadržných prvkov, ČOV, osadenými hydroponickými rastlinami a vsakovaná v školskej záhrade, resp. parku.

Projekt „Modrá škola“ je spojením dvoch vo svete známych a bežne využívaných ekotechnológií zberu dažďovej vody (rainwater harvesting) a výroby úžitkovej vody prostredníctvom koreňových alebo hydroponických ČOV. Spoločným menovateľom oboch ekotechnológií je vhodne dimenzovaný zásobník úžitkovej vody, ktorý je napĺňaný zo spomínaných dvoch zdrojov.

Zber dažďovej vody naplňuje zásobník priebežne počas celého roka. Druhým zdrojom, ktorý priebežne dopĺňa zásobník, je čističkou vyčistená odpadová voda. Voda, ktorú nie je možné uskladniť v zásobníku, je odvádzaná do vsakovacieho tunela a do záhradného jazierka s vhodnými rastlinami zvyšujúcimi výpar. Jazierko spĺňa okrem iného aj estetickú funkciu.

Myšlienku „Modrých škôl“ je možné využiť aj pre iné typy zariadení s dostatočnými plochami na vybudovanie ČOV, jazierka, zásobníka a vsaku. „Modré školy“ sú projektom, ktorý podporuje praktické vzdelávanie v environmentálnej oblasti aj s významnou úsporou finančných prostriedkov prevádzkovateľa. Pri škole s 500 žiakmi môže ročná úspora dosiahnuť viac ako 10.000 EUR.

<sup>28</sup> [http://www.fonhit.sk/struktura\\_str.htm](http://www.fonhit.sk/struktura_str.htm)

## Zachytávanie dažďových vôd v parkoch a záhradách

Zastavané i nezastavané časti pozemkov v urbárnych zónach sú v súčasnosti obvykle odkanalizované dažďovou kanalizáciou. Odvodňovanie životného prostredia so sebou prináša celý rad negatívnych javov ako sú znížená vlhkosť ovzdušia, zmena mikroklimy a s nimi súvisiace riziká rastu alergických ochorení. Tieto trendy možno v urbárnych zónach zvrátiť zachytávaním dažďových vôd na nezastavaných častiach pozemkov, ktorému sa venujeme v tejto časti publikácie.

### Záhradné jazierka na dažďovú vodu

V podmienkach Slovenska je za drahé peniaze občanov, podnikov či samospráv platené vodárenským spoločnostiam každoročne odkanalizovaných okolo 500 l dažďovej vody na meter štvorcový urbánnej zóny. Túto prax je možné zmeniť zrealizovaním záhradného jazierka napájaného dažďovou vodou. Tam, kde sú na takéto riešenie vhodné podmienky, jazierkom je možné významne spríjemniť a zlepšiť mikroklimu i zatraktívniť prostredie napr. ako súčasť odychovej zóny záhrady obytného domu, resp. administratívnej budovy. Internet poskytuje širokú ponuku informácií a služieb súvisiacich s vybudovaním takýchto jazierok.



Obr.: Schéma záhradného jazierka so zdrojom dažďovej vody podľa spoločnosti Biogardens<sup>29</sup>

<sup>29</sup> <http://www.bio-watgardens.sk/>



Obr.: Schéma záhradného jazierka podľa spoločnosti Aquagarden<sup>30</sup>



Obr. Schéma záhradného jazierka na zbieranie dažďovej vody zo športového areálu<sup>31</sup>

<sup>30</sup> <http://www.aquagarden.sk>

<sup>31</sup> <http://www.starkenvironmental.com/downloads/PADEP.pdf>

## Bioklimatické/dažďové záhrady

Bioklimatické/dažďové záhrady (bioretencie) sa v poslednom období stávajú čoraz obľúbenejšími najmä vo vyspelých krajinách a veľkých mestských aglomeráciách, kde obyvatelia už takmer stratili kontakt s pôvodným prírodným prostredím. Patria medzi esteticky najkrajší spôsob využitia a šetrenia dažďovej vody<sup>32,33</sup>. Úplne prvé dažďové záhrady vytvorila sama príroda a boli to naše pôvodné ekosystémy. Pred tým ako človek začal pretvárať krajinu podľa svojich predstáv, dažďová voda bola filtrovaná pomocou pôdy, koreňov rastlín a samotnými rastlinami v pôvodných prirodzených lesoch, lúkach a mokradiach. Dažďové záhrady, ako ich poznáme v súčasnosti, sú svojou funkciou imitáciou týchto prirodzených filtračných systémov. Postupná infiltrácia dažďovej vody do pôdy je prirodzený jav. Využitie rastlín v tomto systéme však znamenalo nové možnosti pre krajinno–ekologickú tvorbu.

Dažďové alebo bioklimatické záhrady ako ich poznáme v súčasnosti, boli prvýkrát koncipované v roku 1990 v štáte Maryland v USA. Od týchto čias množstvo ľudí, samospráv i organizácií bolo ovplyvnených touto myšlienkou a rady priaznivcov sa neustále zväčšujú.<sup>34</sup>

**Čo je dažďová záhrada?** Môžu to byť prirodzené alebo umelo vytvorené plytké terénne depresie, do ktorých steká nadbytočná voda z okolitého terénu, striech, parkovísk a iných plôch spevnených vodu nepriepustným povrchom. Vysadzujú sa špeciálne vybrané rastlinstvá, ktoré slúžia ako filter (udržiavanie kvality vody) a zabezpečujú výpar. Veľkým prínosom je práve schopnosť zadržiavať a filtrovať znečisťujúce látky, ktoré by inak prenikli do podzemných vôd, či by boli odvedené kanalizáciou. Takéto napodobnenie prirodzenej schopnosti lesov či lúk absorbovať kontaminanty je o 30 – 40 % efektívnejšie ako pri štandardnom trávniku.<sup>35</sup> Dažďová záhrada taktiež umožňuje spomalenie odtoku vody z prostredia, čím dochádza k väčšej možnosti jej vsiaknutia do pôdy a následného výparu.



Obr.: Schéma bioklimatickej záhrady jeden zo spôsobov ako spojiť príjemné s užitočným pre človeka i prírodu <sup>36</sup>, foto z mesta Maplewood USA<sup>37</sup>

<sup>32</sup> <http://vacd.org/winooski/VtRainGardenManual.pdf>

<sup>33</sup> <http://blogs.oregonstate.edu/h2onc/tag/rain-garden/>

<sup>34</sup> [http://www.raingardens.org/Rain\\_Garden\\_History.php](http://www.raingardens.org/Rain_Garden_History.php)

<sup>35</sup> <http://raingardennetwork.com/about.htm>

<sup>36</sup> [www.montgomerycountymd.gov/mc/services/dep/greenman/rain.htm](http://www.montgomerycountymd.gov/mc/services/dep/greenman/rain.htm)

<sup>37</sup> [www.mg.umn.edu/powerpoint/RainGardens-1.ppt](http://www.mg.umn.edu/powerpoint/RainGardens-1.ppt)

### Funkciou dažďových záhrad je:

- Znižovať objem odtoku
- Filtrovať cudzorodé látky pomocou pôdnych častíc (ktoré cudzorodé látky zachycujú) a pomocou rastlín (ktoré ich prijímajú) a chrániť tak vodné toky a plochy pred znečistením
- Znovu dopĺňať podzemné vody
- Chrániť pred vysúšaním prostredia
- Zlepšovať mikroklímu
- Zvyšovať estetickú hodnotu prostredia
- Dotvárať prostredie
- Vytvárať vhodné prostredie pre vtáky, motýle a užitočný hmyz

Tvorbu bioretenčnej plochy je možné situovať na rôzne miesta: od malých plôch, ktoré sa nachádzajú na trávnikoch rodinných domov až po rozsiahle systémy umiestnené pri veľkých budovách i parkoviskách.



Obr.: Schéma princípu dažďovej záhrady a príklady použitia v praxi, zbieranie dažďovej vody z administratívnej budovy, športového centra a zo spevnených plôch<sup>38,39,40,41</sup>.

Jamy pre stromy a kríky – pri tomto type bioretencie je zachytávaná stekajúca dažďová voda nasmerovaná do plytkej hrádzky vo vyhlbenom mulčovacom priestore okolo stromu či kríka. Mulčovanie umožňuje redukovať stratu vlahy z pôdy, aby zostala vlhká pre potreby vegetácie. Organický mulč môže byť tvorený listami, vetvičkami, slamou, drobenou kôrou či drevom. Postupom času dochádza k jeho rozkladu a pôda sa tak obohacuje o potrebné živiny. Aby nedochádzalo

<sup>38</sup> <http://www.beltramiswcd.org/Aquatic%20Biology/Flow.html>

<sup>39</sup> <http://www.raingardens.org/Index.php>

<sup>40</sup> <http://www.stormwaterlandscapes.com/mpwd1%5B1%5D.jpg>

<sup>41</sup> [http://wbtv.images.worldnow.com/images/283009\\_G.jpg](http://wbtv.images.worldnow.com/images/283009_G.jpg)

k odplavovaniu jemných častí, je možné ho zaťažiť tenkou vrstvou anorganického mulču (5-8 cm), napr. kameňmi.



Obr.: Úprava dažďovej záhrady na zbieranie dažďovej vody pomocou organického a anorganického mulču<sup>42</sup>.



Obr.: Realizácia dažďovej záhrady k rodinnému domu. Foto ukazuje stav pred a po<sup>43</sup>

Dažďová záhrada – je umiestnená buď v blízkosti domu a zavlažovaná dažďovou vodou stekajúcou zo strechy, alebo je vytvorená ďalej od domu ako súčasť trávniku. V tomto prípade zavlažovanie zabezpečuje nielen voda stekajúca zo strechy ale aj z okolitého trávniku. Dažďová záhrada dokáže po estetickej stránke úplne nahradiť klasickú kvetinovú predzáhradku.

V zásade je dažďová záhrada/bioretencia depresiou s vegetačným povrchom, v ktorej sa zbiera dažďová voda a tá sa infiltruje do podlažia. Ak je potrebné zbierať väčšie množstvo stekajúcich dažďových vôd, vtedy je potrebné systém naprojektovať s rozšíreným podpovrchovým infiltračným lôžkom alebo sa veľkosť dažďovej záhrady zväčší.

<sup>42</sup> <http://www.albemarle.org/departament.asp?departament=planning&relpage=5779>

<sup>43</sup> <http://www.lincoln.ne.gov/city/pworks/watrsheed/educate/garden/registry/netgrant/index.htm>



Obr.: Příklady bioklimatických záhrad pri rodinných domoch v USA<sup>44,45</sup>



Rodinný dom s vybudovanou dažďovou záhradou<sup>46</sup>



Obr.: Tvorba dažďovej/bioklimatickej záhrady<sup>47</sup>

<sup>44</sup> <http://www.rainwatercollecting.com/blog/?p=448>

<sup>45</sup> <http://www.sws-sssd.org/conservation/conservation-reuse-practices.html>

<sup>46</sup> <http://www.ci.eagan.mn.us/live/page.asp?menu=13934>

<sup>47</sup> [http://www.syracuse.com/news/index.ssf/2008/06/onondaga\\_county\\_plants\\_seeds\\_f.html](http://www.syracuse.com/news/index.ssf/2008/06/onondaga_county_plants_seeds_f.html)



Obr.: Dažďové záhrady sú aj dôležitým estetickým komponentom verejných priestranstiev (Maryland, USA)<sup>48</sup>.

Bioretencia pri parkoviskách bez obvodových obrubníkov - dažďová záhrada sa nachádza tesne vedľa parkovacej plochy bez obrubníkov, čo umožňuje dažďovej vode stekať priamo do dažďovej záhrady. Plytké stupne usmerňujú vtok primeranou rýchlosťou; toto riešenie je možné používať spolu s depresnými plochami slúžiacimi na kontrolu množstva dažďovej vody.<sup>49</sup>



Obr.: Parkovisko s usmerneným odtokom vody do bioretencie<sup>50</sup> a parkovacia plocha bez vyvýšených obrubníkov umožňuje priame odtekanie vody z plochy<sup>51</sup>

Pri používaní pojmu „dažďové záhrady“ sa nám môže zdať, že ide o napodobeniny záhradných jazierok, či rybníkov, ktorých hladina vody je dopĺňaná zrážkovou vodou. Mnohí ľudia si pod týmto pojmom nepriamo predstavia takéto terénne úpravy ako miesta s vhodnými podmienkami na výskyt a rozmnožovanie komárov a teda problémy z hygienického a zdravotného hľadiska. Tieto obavy sú neopodstatnené a celkom zbytočné. Komáre a iný hmyz na vývin svojich vajčiek potrebujú stráviť vo

<sup>48</sup> <http://www.stphilip.ang-md.org/environment.html>

<sup>49</sup> [http://www.ludiaavoda.sk/vzdelavanie/Manazment\\_dazdovych\\_vod\\_TATRY\\_KRAVCIK.doc](http://www.ludiaavoda.sk/vzdelavanie/Manazment_dazdovych_vod_TATRY_KRAVCIK.doc)

<sup>50</sup> <http://www.co.monroe.in.us/Raingarden/learnmore.htm>

<sup>51</sup> [http://www.landcareresearch.co.nz/research/built/liudd/casestudies/case\\_manukau.asp](http://www.landcareresearch.co.nz/research/built/liudd/casestudies/case_manukau.asp)

vode 7 – 12 dní. Zatiaľ čo v jazierkach a rybníkoch je vodná hladina viac-menej stála, u dažďových záhrad je to presne naopak. Vodná hladina sa tu udrží len niekoľko hodín po výdatnom daždi, kým sa okolitá pôda dostatočne nenasýti vodou. Podľa lokálnych podmienok (napríklad podľa funkcie a umiestnenia) je možné dažďové záhrady konštruovať aj s drenážnou vrstvou a bezpečnostným priepustom, ktorý odvedie vodu po dosiahnutí určitej úrovne. Ide najmä o tie prípady, keď priestor neumožňuje dostatočnú plochu dažďovej záhrady vzhľadom na predpokladaný objem zozbieranej dažďovej vody .

Rastliny musia byť schopné znášať zamokrenie 2 až 4 dni. Vegetačná skladba dažďovej záhrady je rôzna v závislosti od klimatických, pôdnych či geografických podmienok daného územia. Pri výsadbe možno použiť stromy, kry, ozdobné trávy či kvetiny.

Dizajn dažďových záhrad je flexibilný a môže sa rôzniť podľa cieľov zameraných na kvalitu vody a požiadavky na objem zozbieranej dažďovej vody.

Dažďové záhrady sa nemajú zamieňať s vybudovanými mokradami alebo rybníkmi, ktoré permanentne udržiavajú vodu. Bioretencie sa najlepšie hodia pre plochy s aspoň miernou rýchlosťou infiltrácie (viac ako 0,3 cm za hod.). V extrémnych situáciách, kedy je priepustnosť menej ako 0,3 cm/hod, je možné používať špeciálne varianty, ktoré sú kombinované s prepojením na drenážne systémy pod povrchom, alebo na vybudované mokrade.

Dažďové záhrady môžu byť integrované do už vybudovaných pozemkov a plôch. Určitú starosť u dažďových záhrad vzbudzuje ich dlhodobá ochrana a údržba, najmä ak sa nachádzajú na viacerých obytných územiach, kde údržbu zabezpečujú jednotliví vlastníci. V takých situáciách je dôležité stanoviť určitý manažment, ktorý zabezpečí ich dlhodobé fungovanie.

### **Výpočet akumulačnej kapacity dažďovej záhrady**

Objem potenciálne zadržanej vody v dažďovej záhrade je definovaný ako celkový súhrn povrchových a podpovrchových objemov, ktoré dokážeme zadržať pod úrovňou bezpečnostného odtoku. Objem akumulácie je závislý na konkrétnych podmienkach danej lokality a jej dizajnu.

Akumulačná kapacita dažďovej záhrady je tvorená z dvoch zložiek :

1. Objem povrchovej akumulácie [m<sup>3</sup>] = plocha dna dažďovej záhrady lôžka [m<sup>2</sup>] x projektovaná hĺbka vody [m]
2. Objem pôdnej akumulácie [m<sup>3</sup>] = plocha lôžka [m<sup>2</sup>] x hĺbka pôdy pre retenciu [m] x koeficient retenčného objemu (bežne 10-20%, môže byť väčšia, ak má pôda vysoký obsah organického materiálu)

Akumulačná kapacita dažďovej záhrady = objem povrchovej akumulácie + objem pôdnej akumulácie

### **Údržba**

Správne navrhnuté a inštalované dažďové záhrady vyžadujú štandardnú údržbu:

- Keď sa vegetácia dobre prijme, je potrebné ju plieť a ošetrovať.

- Keď je erózia evidentná, mulč je potrebné opätovne dopĺňať. Raz za 2-3 roky môže celá plocha vyžadovať výmenu mulču.
- Najmenej dvakrát ročne je u dažďových záhrad potrebné vykonať prehliadku usádzania sedimentov, erózie, rastu vegetácie a pod.
- Počas dlhých období sucha sa dažďové záhrady môžu zavlažovať.
- U dažďových záhrad nevykonávame pravidelné kosenie.
- U stromov a kríkov by sa mala vykonávať dvakrát ročne prehliadka ich zdravotného stavu.

## Náklady

Dažďové záhrady často nahrádzajú plochy, na ktorých sa mala pôvodne vykonávať parková úprava s intenzívnou údržbou, takže teraz môžu byť celkové náklady omnoho nižšie ako skutočné stavebné náklady. Okrem toho realizácia dažďových záhrad znižuje náklady na odvedenie dažďovej vody z pozemku i nižšie náklady sú na zavlažovanie.

Náklady na vybudovanie 1 m<sup>2</sup> dažďovej záhrady sa pohybujú v závislosti, či si to robíme svojpomocne, alebo objednáme cez firmu. Náklady na realizáciu dažďovej záhrady svojpomocne dosahujú 10-15 EUR a dodávkou na kľúč. V tom prípade môže cena dosiahnuť 100-150 EUR/m<sup>2</sup> v závislosti od výkopových prác, vysadených rastlinných druhov, prípadne ďalších technických opatrení, akými sú napr. bezpečnostný prepad a pod.).

Tieto náklady na vybudovanie dažďovej záhrady sme preberali z oficiálnych prepočtov z North Carolina State University<sup>52,53</sup>.

## Vegetačné zvodenené priehlbne

Vegetačná zvodenená priehlbneň je široký, plytký, prevažne parabolický kanál, husto vysadený rôznymi stromami, kríkmi a/alebo trávou / zeleným pokryvom. Jej účelom je tmiť a v niektorých prípadoch aj infiltrovať objem stekajúcej dažďovej vody z príľahlých nepriepustných plôch, umožniac tak usádzanie niektorých kontaminantov. Vegetačné priehlbne poskytujú vynikajúcu environmentálnu alternatívu klasickým drenážnym systémom. Hustý a rôznorodý porast vodomilných rastlín má vysoký potenciál odstraňovať znečisťujúce látky a zabezpečovať výpar vody. K rôznorodým mechanizmom priehlbneň na odstraňovanie cudzorodých látok patria: sedimentačné filtrovanie pomocou vegetácie (po bočných svahoch aj na dne), filtrovanie cez živnú pôdu podložia, alebo infiltrácia do pôd so zabezpečenými systémami na odstraňovanie znečisťujúcich látok.

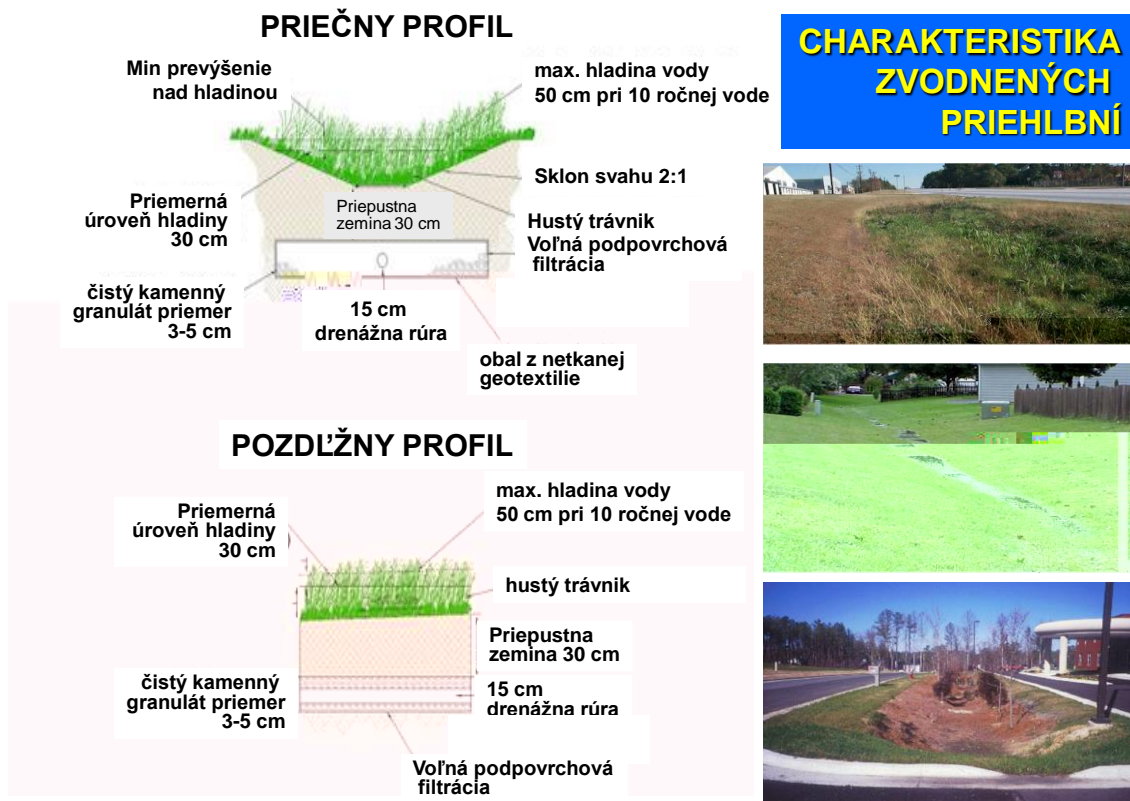
Typická vegetačná priehlbneň pozostáva zo skupín hustej vegetácie, pod ktorou je aspoň 40 cm priepustnej pôdy. Priepustný pôdny materiál by mal mať rýchlosť infiltrácie minimálne 1 cm/hod a obsahovať veľa organického materiálu, aby dokázal účinne odstraňovať kontaminanty. Pri projektovaní vegetačných priehlbneň je dôležité zaistiť, aby prúd dažďovej vody nespôsobil eróziu, ktorá presahuje kapacitu

<sup>52</sup> <http://www.bae.ncsu.edu/stormwater/PublicationFiles/DesigningRainGardens2001.pdf>

<sup>53</sup> [www.mg.umn.edu/powerpoint/RainGardens-1.ppt](http://www.mg.umn.edu/powerpoint/RainGardens-1.ppt)

vegetačnej priehlbne. Ak dažďová voda presahuje kapacitu vegetačnej priehlbne, odporúča sa navrhnuť pod priepustnou vrstvou drenážna rúra.

Vegetačnú priehlbne zvyčajne môže dobre integrovať do okolitej krajiny. Táto môže často zvýšiť estetickú hodnotu miesta výberom vhodnej vegetácie.



Obr.: Schéma priečného a pozdĺžneho profilu zvodnenej priehlbne a príklady použitia<sup>54</sup>

### Trávnaté priehlbne

Trávnaté priehlbne sú v podstate klasické kanálové priekopy, ideálne vo veľmi miernom sklone. Trávové priehlbne sú obvykle menej nákladné ako priehlbne s vyššou a hustejšou vegetáciou. Poskytujú však omnoho menej možností pre infiltráciu a odstraňovanie kontaminantov. Tam kde sa hodia, sú trávnaté priehlbne uprednostňované pred záchytnými bazénmi a potrubiami kvôli svojej schopnosti redukovať rýchlosť toku cez pozemok.

### Mokradné priehlbne

<sup>54</sup> <http://www.starkenvironmental.com/downloads/PADEP.pdf>

Mokradné priehlbne sú v podstate základné líniové mokradové jednotky. Ich dizajn často obsahuje plytké permanentné jazierka alebo močiarne podmienky, ktoré trvale udržiavajú mokradovú vegetáciu a tá zase na oplátku značne intenzívne odstraňuje kontaminanty. Vysoká hladina spodnej vody alebo slabo odvodnené pôdy sú podmienkou pre mokradné priehlbne. Nedostatkom mokradných priehlbni, teda aspoň v obývaných a komerčných oblastiach, je že tieto môžu podporovať rozmnožovanie komárov.

## Náklady

Náklady na inštaláciu a udržiavanie vegetačných priehlbni sa líšia podľa variability dizajnu, miestnych cien práce/materiálu, hodnoty nehnuteľností a ďalších faktorov. Obecne sa vegetačné priehlbne považujú za relatívne nízko nákladové. Navyše skúsenosti ukazujú, že vegetačné priehlbne poskytujú nákladovo efektívnu alternatívu ku klasickým obrubníkom a jarkom vrátane združenej podzemnej kanalizácie pre dažďovú vodu.

Podľa informácií Regionálnej plánovacej komisie v Juhovýchodnom Wisconsin<sup>55</sup> (SEWRPC, 1991) skutočné náklady, ktoré nezahŕňajú prevádzkové náklady, môžu kolísať od 30 – 130 EUR na meter bežný v závislosti od hĺbky priehlbne a šírky dna. Keď sa berú do úvahy všetky náležité činnosti, náklady na inštaláciu vegetačnej priehlbne sú pravdepodobne nižšie ako na tradičné prvky odvádzania vôd. Keď však vezmeme do úvahy náklady na celoročnú prevádzku a údržbu, priehlbne sa môžu ukázať nákladnejšou alternatívou, aj keď bežne majú omnoho dlhšiu životnosť.

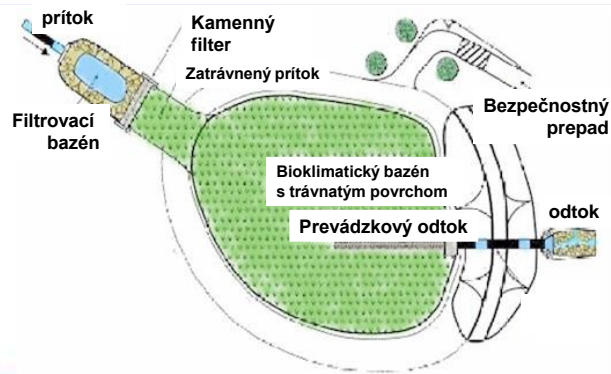
## Bioklimatické bazény

Bioklimatické bazény sú plytké, vodozadržné oblasti určené na dočasné zhromažďovanie a vsak zozbieranej dažďovej vody. Ich veľkosť, tvar a usporiadanie môžu byť rôzne – od jedného veľkého bazénu po viaceré menšie bazény rozmiestnené po lokalite. Vsakovacie bazény je vhodné integrovať do existujúceho terénu a okolia čo najjemnejším, sotva postrehnuteľným spôsobom.

---

<sup>55</sup> Lindsey, G., L.Roberts, and W.Page, 1991. Storm Water management Infiltration. Maryland Department of the Environment Sediment and Storm Water Administration

**BIOKLIMATICKÝ  
BAZÉN PRE  
ZBIERANIE  
DÁŽĐOVEJ  
VODY, OCHRANU  
PRED  
POVODŇAMI  
A ZLEPŠOVANIA  
MIKROKLÍMY  
V BLÍZKOSTI  
SÍDIEL**



Úroveň výtoku dažďovej vody v prípade nevyhnutnej potreby vypustenia

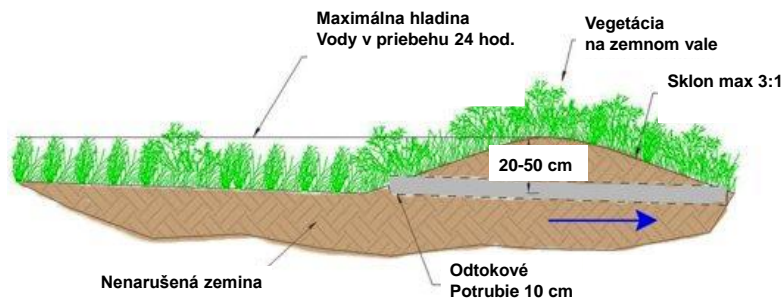
Obr. Bioklimatický bazén pre zbieranie dažďovej vody, ochranu pred povodňami a pre zlepšovanie mikroklimy v blízkosti sídiel. Výška akumulovanej vody sa odporúča do úrovne 72 dňového obdobia na vsak.

Do vsakovacích bazénov, ktoré nemajú zeleň alebo vyžadujú hĺbenie, môžeme zeleň vysadiť. Vysádzanie rastlín na vsakovacej ploche zlepšuje kvalitu vody, výpar a infiltráciu. Existuje celá škála rastlín vhodných pre zazeleňovanie vsakovacích bazénov: od lúčnej zmesi po významnejšie lesné druhy. Sadbový plán by mal citlivo zohľadňovať hydrologickú variabilitu predpokladanú v bazéne ako aj špecifiká pôvodného rastlinstva v danom území, estetiku miesta i ďalších sadbových cieľov. Používanie trávnej mačiny sa neodporúča kvôli utláčaniu pôdy, ktorému sa nevieme vyhnúť pri častom kosení a údržbe. Prístup ťažkých strojov alebo iných vozidiel akéhokoľvek typu je nepripustná, aby nedochádzalo ku zhutňovaniu pôdy dažďových záhrad. V prípade pôd s malou infiltračnou rýchlosťou je možné na dno vsakovacieho bazénu dať vrstvu piesku (20 cm) či štrku. Zlepšiť priepustnosť pôdy v bazéne je možné aj výmenou pôdy.

### **Aplikácia:**

Vsakovacie bazény možno začleniť do nového rozvoja danej lokality. Ideálne by sa mala vegetácia, ktorá tam už bola, uchovať a využiť ako súčasť infiltračnej plochy. Odtoky z príľahlých budov a nepriepustných povrchov je možné usmerniť do bazénu, ktorý bude zavlažovať vegetáciu, čím sa okrem zvýšenia infiltrácie zvýši aj výpar a tým sa udrží pôvodná klíma. Bioklimatické bazény možno využiť i na vylepšenie existujúcich trávnikov a otvorených priestorov. Jestvujúce zatrávnené miesta možno premeniť na bioklimatické bazény na dočasné zdržanie dažďovej vody, maximálne 72 hodín. Vsakovací bazén sa v suchých obdobiach môže využívať na rekreáciu, obvykle extenzívnu.

## SCHÉMATICKÝ DETAIL ZDRŽE NA ZBIERANIE DAŽĎOVEJ VODY A JEJ VÝPAR



### Výpočet akumulácie vo vsakovacom bazéne:

Objem dažďovej vody zo zrážkovej udalosti na zbernej ploche vsakovacieho bazénu:

Objem dažďovej vody [m<sup>3</sup>] = zrážka [m] x zberná plocha [m<sup>2</sup>] x odtokový koeficient zo zrážky

Objem infiltrovanej vody:

Objem infiltrovanej vody [m<sup>3</sup>] = plocha dna bazénu [m<sup>2</sup>] x rýchlosť vsaku [m/hod] x infiltračná doba [hod]

Infiltračná doba je doba, za ktorú lôžko prijme dažďovú vodu a zabezpečí vsak. Odporúčaná doba vsaku by nemala presahovať 72 hodín.

### Údržba:

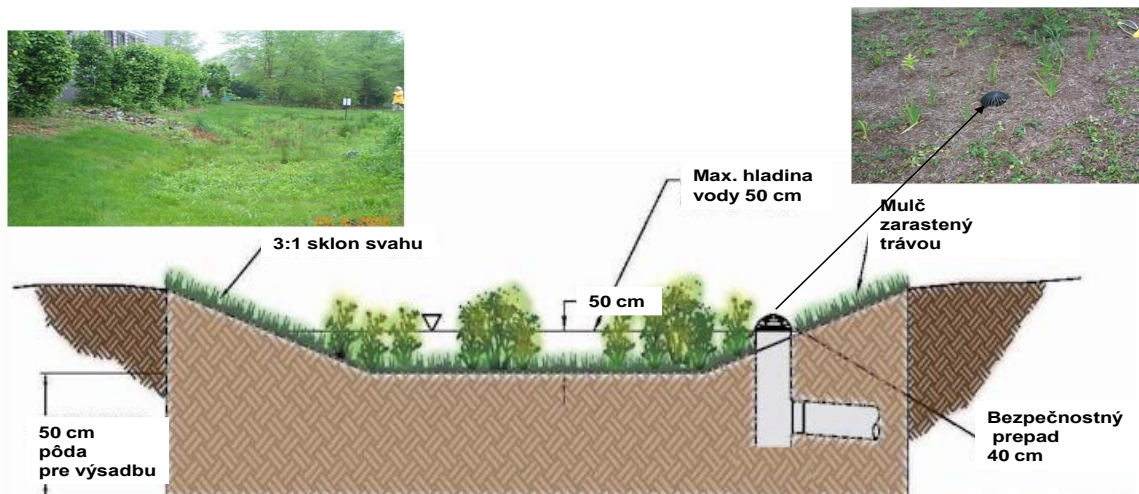
1. Prevádzka bioklimatických bazénov si vyžaduje prehliadku najmenej dvakrát ročne, ale aj po väčších dažďoch. Potrebne je vykonávať prehliadku usadzovania sedimentov, poškodenia výtokov, erózie, kontamináciu vody a možné zosuvy.
2. Z bazéna je potrebné odstraňovať usadené sedimenty
3. Vegetáciu vo bioklimatickom bazéne je treba udržiavať v dobrom stave. Trávnik je potrebné kosiť.
4. Vo bioklimatickom bazéne by nemali parkovať ani sa po ňom pohybovať motorové vozidlá. Pôda by sa nemala zhutňovať.
5. Po daždi je potrebné monitorovať, či voda vsiakla do 72 hodín. Ak sa voda vsiakne, alebo odvedie do 72 hodín, nehrozí množenie komárov.

### Náklady:

Stavebné náklady bioklimatických bazénov sú závislé na členitosti terénu, zemných prácach, výsadbe a usporiadaní potrubí na zberanie vody. bioklimatické bazény

môžu byť prepojené na zberač dažďovej kanalizácie v tých prípadoch, kedy je potrebné dodržať spomínanú dobu vsaku a kvalita pôd to nedovoľuje.

## RETENČNÁ NÁDRŽ S MOŽNOSŤOU VÝSADBY STROMOV A KRÍKOV - MIKROKLIMATICKÉ PARKY



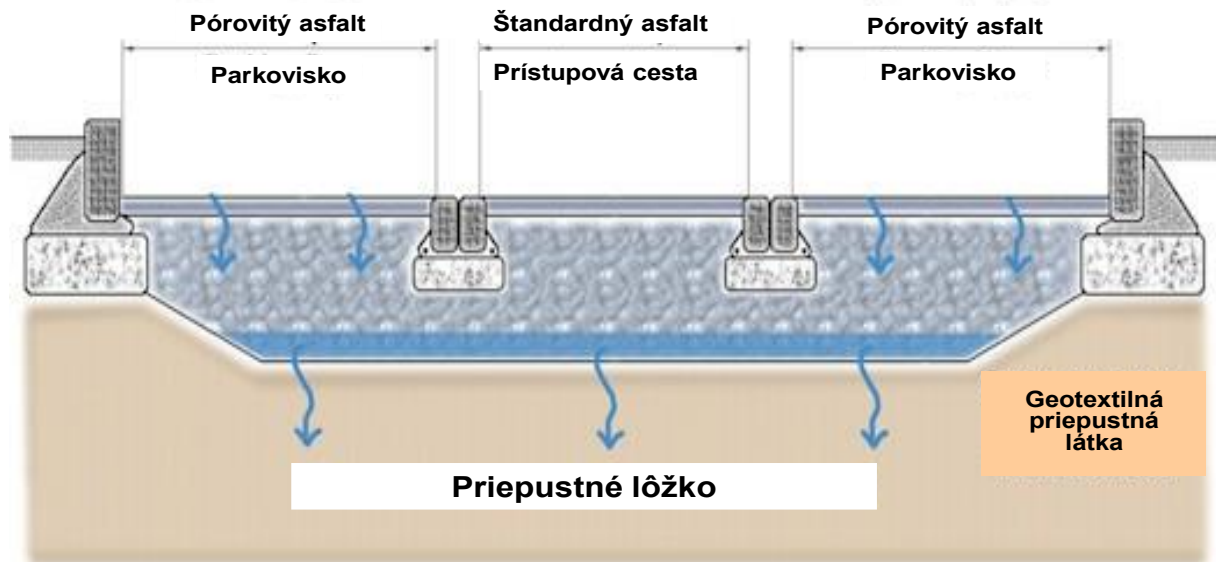
Obr. Príklad zbierania dažďovej vody s potrebným prepacom, ak doba zdržania presahuje 72 hodín

## Zachytávanie dažďovej vody z verejných komunikácií a parkovísk

### Pórovité vozovky

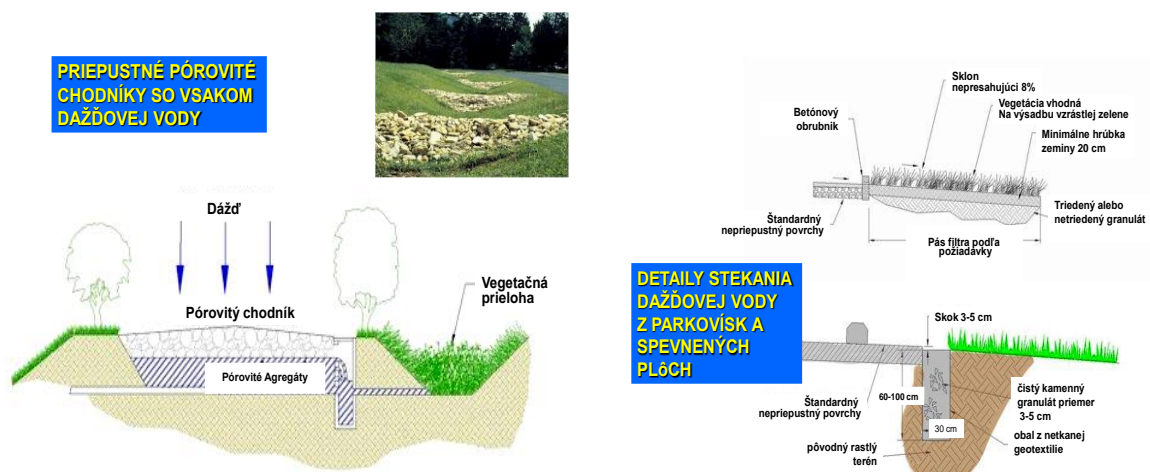
Priepustné lôžko pod spevnenou plochou pozostáva z priepustnej povrchovej vrstvy, pod ktorou je kamenné lôžko z rovnomerne vytriedeného a očisteného kameniva frakcie od 3 do 5 cm s objemom vzdušného priestoru najmenej 40%. Priepustná spevnená plocha môže byť z priepustného asfaltu, priepustného betónu alebo z polovegetačných tvárnic. Dažďová voda vsakuje cez povrch, je prechodne zadržaná v prázdnych priestoroch medzi kameňmi lôžka a potom sa pomaly filtruje do pôdneho substrátu. Kamenné lôžko možno konštrukčne zrealizovať pre zachytenie nadbytočného odtoku dažďovej vody tak, aby sa počas veľkých príválov dažďa dali kontrolovať kulminačné prietoky a aby hladina vody nikdy nepresiahla úroveň chodníka. Vrstva netkanej filtračnej geotextílie oddeľuje kamenivo od pôdneho substrátu so zabránením prieniku nečistôt do lôžka.

## ODVÁDZANIE DAŽĐOVEJ VODY POD TELESO CESTY A PARKOVISKÁ



### Priepustné chodníky s infiltráciou

Priepustné spevnené plochy sú veľmi vhodné ako parkovacie plochy, chodníky pre chodcov, ihriská, trhoviská, námestíčka, tenisové kurty, príjazdové cesty do garáže a iné. Vozovky s priepustným povrchom sa tešia väčšej obľube v Európe a Japonsku.



Obr. Detaily zberu dažďovej vody na priepustnom chodníku a spôsob stekania dažďovej vody z vozovky do zelene<sup>56</sup>

<sup>56</sup> <http://www.starkenvironmental.com/downloads/PADEP.pdf>

Riadne postavená a udržiavaná priepustná plocha má dlhú životnosť. Existujú zrealizované systémy, ktoré majú viac ako dvadsať rokov a naďalej dobre fungujú. Keďže voda prechádza povrchovou vrstvou do podpovrchového lôžka, striedanie mrazu s odmákom nemá tendenciu nepriaznivo vplývať na tieto priepustné plochy.

Najzraniteľnejším miestom priepustných plôch sú konštrukčné chyby, ktorými sú najmä:

1. Zhutnenie pôdy podložia
2. Zanedbanie resp. znehodnotenie štruktúry kameňa v podloží, prípadne jeho znečistenie v čase výstavby
3. Zanášanie plôch sedimentmi
4. Odvádzanie dažďových vôd znečistených sedimentmi (blatom) do priepustného povrchu alebo do lôžka

V klimatickom pásme, do ktorého patrí aj Slovensko majú priepustné plochy menšiu tendenciu vytvárať ľad na povrchu vozovky a taktiež si vyžadujú menej pluhovania snehu. Pri konštrukcii priepustných plôch nie je možné používať ani piesok, ani štrk. Na priepustný asfalt je možné používať soľ a na priepustný betón bežné odstraňovače ľadu. Priepustný asfaltový a betónový povrch na chodníkoch pre chodcov sa vyznačuje lepšou priľnavosťou za dažďa či v snehových podmienkach.

### **Priepustný živcový/bituménový asfalt**

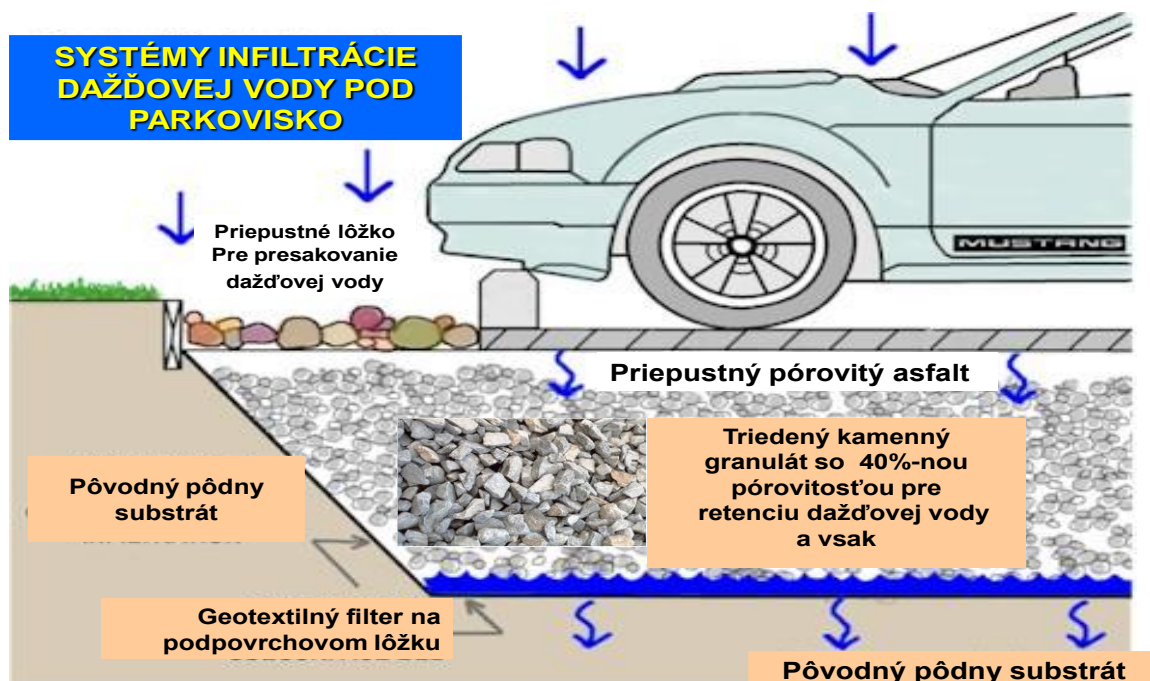
Prvé výskumy priepustnej asfaltovej plochy boli vykonané už začiatkom sedemdesiatych rokov 20. storočia na Franklinovom Inštitúte vo Philadelphii. Priepustný asfalt pozostával zo štandardného bituménového asfaltu, z ktorého boli odstránené a zredukované jemné súčasti, takže voda sa mohla dostať cez vzniknuté malé prázdne otvory. Stačí jediná vrstva priepustného asfaltu o hrúbke 8 -10 cm, ktorý sa položí priamo na podložie z priepustného kameniva. Najnovšie výskumy umožnili zlepšiť kvalitu priepustného asfaltu pomocou aditív a vysokokvalitných spojív. Priepustný asfalt je vhodný pre použitie všade tam, kde je možné použitie bežného asfaltu.

### **Priepustný betón**

Priepustný portlandský cementový betón, alebo priepustný betón, bol vyvinutý Floridskou Betónovou Asociáciou a teší sa najväčšej obľube na Floride a v južných oblastiach. Podobne ako priepustný asfalt, aj priepustný betón sa získava podstatným znížením počtu/množstva jemných častí v zmesi, aby sa takto vytvorili póry v betóne pre priesak vody. V podmienkach Slovenska, by sa mal priepustný betón pokladať na podložie z kamenného lôžka frakcie 3-5 cm. Nikdy by sa nemal klásť priamo na pôdne podložie. Zatiaľ čo priepustný asfalt sa veľmi podobá bežnému asfaltu, priepustný betón je na vzhľad drsnejší a hrubší ako jeho bežný ekvivalent.



Obr.: Konkrétne riešenia likvidácie dažďových vôd z parkovísk s možnosťou vsaku pod spevnený povrch<sup>57</sup>.



Obr.: Spôsob infiltrácie dažďovej vody pod parkoviško<sup>58</sup>

## Polovegetačné tvárnice

<sup>57</sup> <sup>57</sup> <http://www.starkenvironmental.com/downloads/PADEP.pdf>

<sup>58</sup> <sup>58</sup> <http://www.starkenvironmental.com/downloads/PADEP.pdf>

Polovegetačné tvárnice pozostávajú zo vzájomne spojených jednotiek, ktoré obsahujú prázdne otvory pre rast trávy a sú vhodné pre dopravné zaťaženie a parkoviská. Polovegetačné tvárnice môžu byť z betónu či z umelej hmoty. Doterajšia prax uprednostňuje umelohmotné dielce, ktoré sa lepšie zakladajú a majú dlhšiu životnosť, pretože umelá hmota neabsorbuje vodu. Kamenné alebo pieskové podložie pod nimi slúži ako drenážny systém na manažment dažďovej vody.

Polovegetačné tvárnice sú vynikajúce na prístupové požiarne cesty či príležitostne používané parkoviská (slúžiace napríklad pre náboženské alebo športové udalosti). Spevnené trávne dlaždice sú vynikajúce aj pre redukciu požadovanej štandardnej šírky chodníkov a príjazdových ciest, ktoré musia slúžiť príležitostnému núdzovému prístupu vozidiel.

### Výpočet akumulácie dažďovej vody v cestnom telese

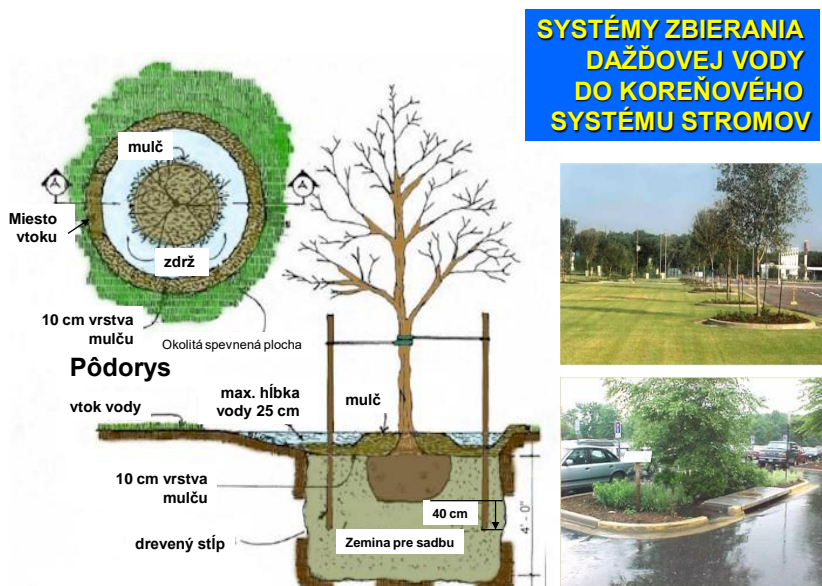
Objem dažďovej vody [m<sup>3</sup>] = zrážka [m] x zberná plocha [m<sup>2</sup>]

Objem infiltrovanej vody [m<sup>3</sup>] = plocha dna lôžka [m<sup>2</sup>] x rýchlosť infiltrácie [m/hod] x infiltračná doba [hod]

Infiltračná doba je doba, za ktorú sa voda z priepustného lôžka cestného telesa infiltruje do podložia.

### Zbieranie dažďovej vody do koreňového systému stromov

Zbieranie dažďovej vody z cestných komunikácií a parkovísk do koreňového systému stromov a kríkov predstavuje ďalšiu metódu manažmentu dažďovej vody. Vyhĺbený mulčovací priestor okolo stromu či kríka poskytuje plytkú hrádzku pre dažďovú vodu, ktorá vďaka spádovaniu do neho steká z komunikácií a parkovísk bez obvodových obrubníkov.



### SYSTÉMY ZBIERANIA DAŽĎOVEJ VODY DO KOREŇOVÉHO SYSTÉMU STROMOV



Obr. Schémy zbierania dažďovej vody do koreňovej zóny okrasných stromov v meste<sup>59</sup>

### Infiltračné pricestné priekopy

Hlavným prvkom infiltračnej priekopy je perforovaná rúra umiestnená v kameňmi vyplnenej priekope s vyrovnaným dnom. Jej účelom je tiež odvedenie nadbytočného množstva dažďovej vody počas veľkého dažďa. Infiltračné priekopy sa môžu používať ako súčasť väčšieho systému pre zber dažďovej vody, ako napríklad relatívne plochý úsek dažďovej kanalizácie alebo ako časť dažďozberného systému pre časť strechy alebo jednotlivý záchytný bazén. Vo všetkých prípadoch by mala byť infiltračná priekopa naprojektovaná s pozitívnym prepadom pre prebytok vody. Infiltračnú priekopu na rozdiel od infiltračného lôžka možno skonštruovať bez toho, aby do priekopy vošli ťažké zariadenia. Infiltračné priekopy majú obvykle zelený (zatrávnený) alebo štrkový povrch. Infiltračné priekopy môžu byť situované aj dole miernym svahom vytvorením prepadových, alebo priesakový "stupňov - hrádzok".



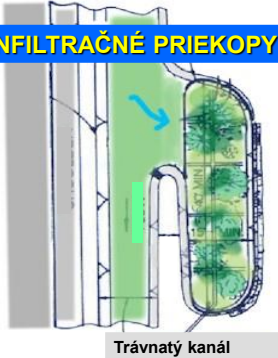
Obr. Schémy infiltračnej priekopy pozdĺž cesty a príklady aplikácie<sup>60</sup>

<sup>59</sup> <http://www.starkenvironmental.com/downloads/PADEP.pdf>

<sup>60</sup> <http://www.starkenvironmental.com/downloads/PADEP.pdf>



## INFILTRAČNÉ PRIEKOPY NA ZBIERANIE DAŽDOVEJ VODY Z CIEST



### Použitie

#### Napojenie na strešné odkvapové rúry

Infiltračné priekopy je možné napojiť aj na strešné odkvapové rúry. Strešný odtok má obvykle menej sedimentov a preto je vhodný s vypúšťaním do infiltračnej priekopy. Medzi budovou a infiltračnou priekopou by mal byť čistiaci otvor s lapačom sedimentov.

#### Napojenie na prívod /prítok

Záchytné bazény, prívody a plošné drény je možné napájať na infiltračné priekopy, avšak je potrebné mať vyriešené odstraňovanie sedimentov a drobných nečistôt. Stavba by mala mať aj objekt pre sedimentáciu a lapač nečistôt pevných látok, trávy a úlomky z kríkov. V úsekoch, kde sa môže vytvárať príliš veľké množstvo sedimentov, nečistôt či iného podobného materiálu, je potrebná aj vložka na kvalitu vody (filter)

#### V kombinácii s zelenými filtrami

Infiltračná priekopa môže byť používaná v kombinácii so zeleným filtrom, zatrávnenou mokrinou alebo iným vegetačným prvkom používanom na zníženie hladiny sedimentov odvádzaných z plôch.

#### Výpočet zníženia objemu

Objem dažďovej vody [m<sup>3</sup>] = zrážka [m] x zberná plocha [m<sup>2</sup>]

Objem infiltrovanej vody [m<sup>3</sup>] = plocha dna lôžka [m<sup>2</sup>] x rýchlosť infiltrácie [m/hod] x infiltračná doba [hod]

Infiltračná doba je doba, za ktorú lôžko prijíma odtok a je schopné infiltrovať. Nemala by presiahnuť 72 hodín.

## Náklady

Stavebné náklady infiltračných priekop môžu značne kolísať v závislosti od náročnosti terénu, lokality, špecifických podmienok daného miesta apod. Bežné stavebné náklady sa v cenách v roku 2003 pohybovali v rozpätí od 30 do 60 EUR/m<sup>2</sup>.<sup>61</sup>.

---

<sup>61</sup> Schueler, T. 1987. Controlling Urban Runoff: A Practical Manual for Planning and Designing Urban BMPs. Metropolitan Washington Council of Governments, Washington, DC

## 5. Realizujem si vlastnú dažďovú záhradu

Dažďová záhrada je atraktívne depresné miesto v záhrade na zachytávanie dažďovej vody zo spevnených nepriepustných plôch ako sú strechy, chodníky, parkoviská, príjazdové cesty



### **Prečo potrebujeme dažďové záhrady?**

S územným rozvojom sa zvyšuje viac nepriepustných plôch s odvedenými dažďovými vodami, čím sa zhoršuje kvalita prostredia, kde človek žije. Stavebná činnosť zvyčajne pečatí zemský povrch a limituje absorbovať dažďovú vodu do pôdy i následný výpar a zvyšuje riziká povrchového odtoku dažďovej vody s rastom povodňových rizík. Nepriepustný povrch negatívne ovplyvňuje naše životné prostredie so znižovaním vlhkosti ovzdušia a rastom výskytu jemných prachových a peľových častíc v ovzduší. Výskumy tiež ukázali, že podstatnou časťou znečistenia našich potokov, riek a vodných nádrží je spôsobované splachom nečistôt z našich dvorov, ciest, či parkovísk. Jednoduchý spôsob, ako udržať čistotu našich potokov, riek i nádrží je realizovať dažďové záhrady. Výhody dažďových záhrad sú rozmanité. Sú schopné vykonávať tieto funkcie:

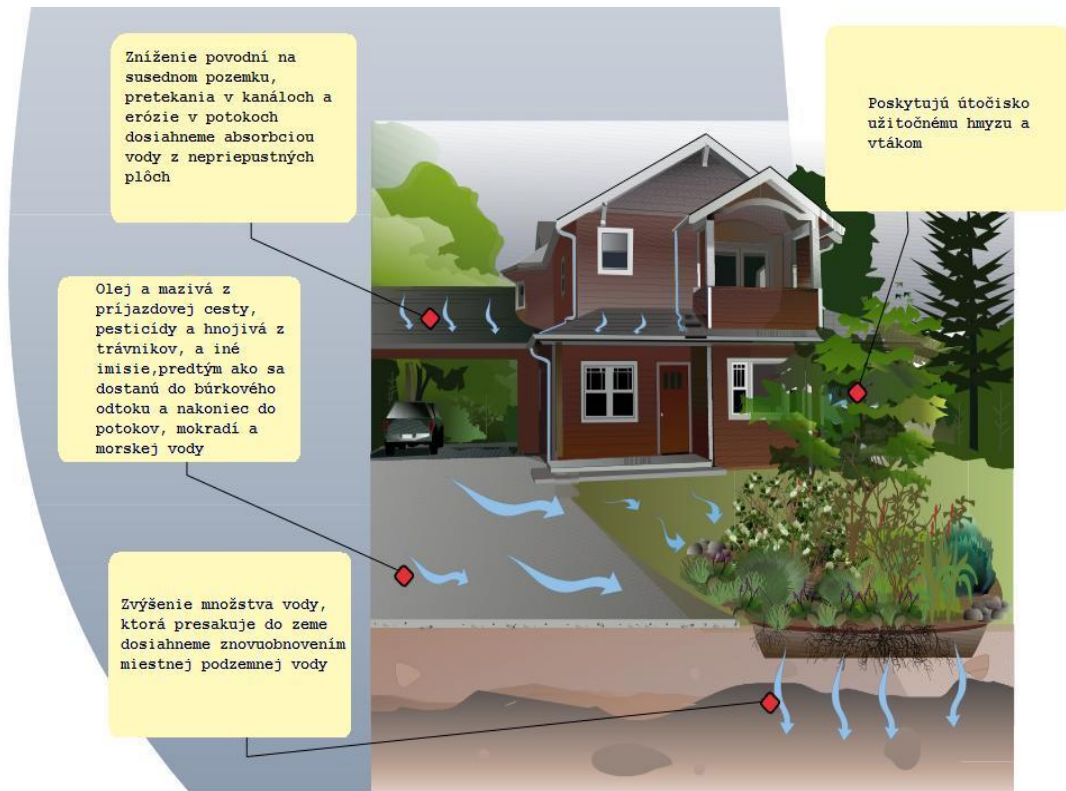
1. Pomoc udržať čistú vodu v našich potokoch filtrovaním dažďovej vody pred vstupom do miestneho potoka
2. Pomôcť zmierniť problémy povodní
3. Zvýšiť atraktivitu a záhradnej architektúry v mestách a obciach
4. Poskytnúť útočisko a potravný reťazec pre voľne žijúce živočíchy vrátane vtákov a motýľov
5. Dopĺňovať zásoby podzemných vôd
6. Zlepšovať mikroklimu prostredia zvýšeným výparom

### **Príručka pre realizovanie dažďovej záhrady pre majiteľov domov**

#### **Realizácia vlastnej dažďovej záhrady**

Realizácia dažďovej záhrady môže byť pomerne jednoduchá. Potrebujeme pre to lopatu a trochu fyzickej námahy. Táto príručka vám pomôže vybudovať dažďovú záhradu na vašom pozemku. Veľkosť a tvar vašej záhrady bude závisieť od niekoľkých faktorov, ako je veľkosť vášho dvora i od peňazí, ktoré chcete investovať. Pamätajte, že nemôžete mať dažďovú záhradu ani veľkú, ani malú, ale primeranú v závislosti od objemu dažďovej vody, ktorú máte k dispozícii z vašich striech i spevnených plôch. Dažďová záhrada môže byť nádherným klenotom na Vašom

pozemku s vhodným priestorom pre váš relax a zároveň chrániť kvalitu vodných zdrojov vo vašom okolí.



### **Je dažďová záhrada jazierko?**

Nie. Dažďové záhrady nie sú rybníky. Ak je dažďová záhrada dobre navrhnutá, voda by sa mala v nej zdržať maximálne 48 hodín

### **Bude dažďová záhrada lákať komárov?**

Nie. Životný cyklus komárov je 7-12 dní. Dobre navrhnutá dažďová záhrada nesmie vytvárať podmienky pre stojatú vodu tak dlho, aby larvy komárov mali príležitosť ukončiť svoj životný cyklus. Dažďové záhrady majú tiež tú výhodu, že lákajú vážky, ktoré sú predátormi komárov.

### **Sú dažďové záhrady ťažko prevdzkovateľné?**

Nie. Pôvodné rastliny pre danú lokalitu v dažďovej záhrade vytvárajú nádherné kvetinové záhony a preto nevyžadujú zvláštnu starostlivosť i prihnojovanie, ani pesticídy.

### **Je dažďová záhrada drahá?**

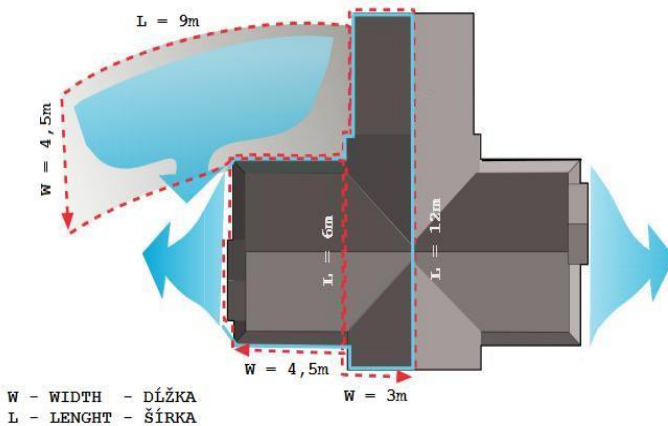
Nemusí to byť. Ak si kúpite rastliny a prácu si urobíte sami, náklady dosiahnu 20 - 30 EURO/m<sup>2</sup>. Ak si zaplatíte architekta resp. krajinného ekológa na projekt, náklady sa zvýšia na 70 – 100 EURO/m<sup>2</sup>.

### ***Príručka pre realizovanie dažďovej záhrady pre majiteľov domov***

#### ***Nájdenie správne miesto pre Vašu dažďovú záhradu***

Dažďová záhrada môže byť umiestnená na trávniku v blízkosti vášho domu so zbieraním dažďovej vody zo strechy i z ostatných spevnených plôch vášho pozemku.

Zistite si ako odteká dažďová voda z vášho pozemku. Najväčšie zdroje vody sú zo strechy, spevnených plôch a zhutnených pôd. Vzdialenosť dažďovej záhrady od vášho domu i od susedov by nemala byť menej ako 10 metrov, aby sa zabránilo vplyvu priesaku vody na stavbu. Záhrada by tiež nemala byť umiestnená v priestore existujúcej kanalizácie respektíve priekop. Najvhodnejšie pre dažďovú záhradu je slnečné miesto dizajnovane integrované do celej záhrady, podľa možnosti nie pod veľkými stromami, ani v lokalite veľkých koreňových štruktúr. Informujte sa na miestnom stavebnom úrade, pred realizáciou dažďovej záhrady, pre prípad možnej infraštruktúry v podzemí (plyn, električka a pod



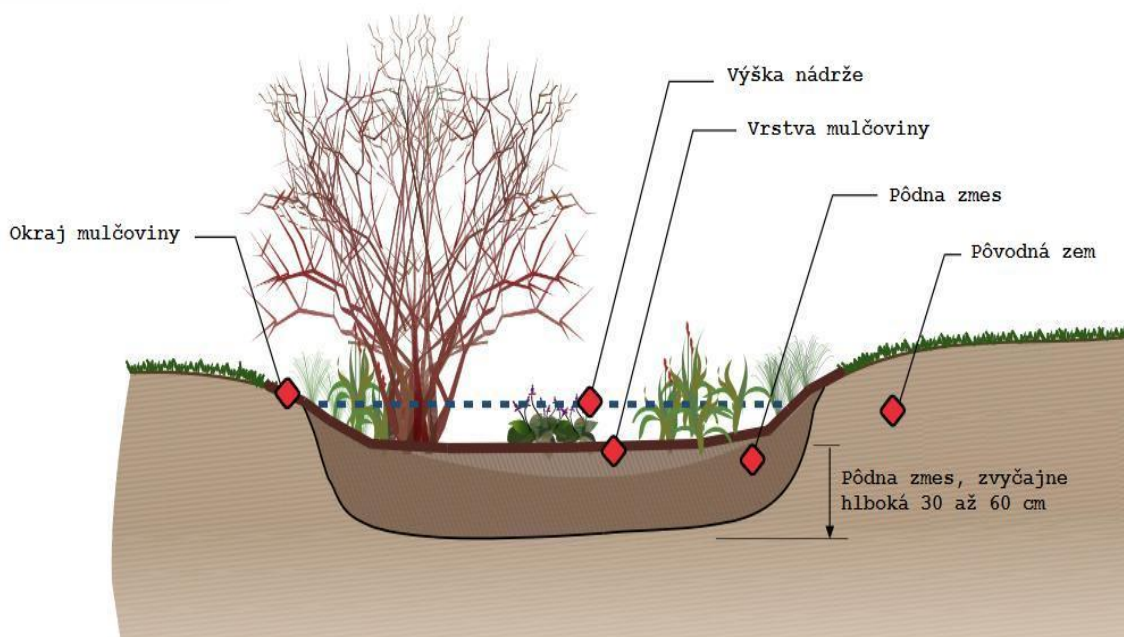
#### Umiestnenie a projektovanie dažďovej záhrady

Táto časť príručky sa venuje projektovaniu dažďovej záhrady. Kde umiestniť dažďovú záhradu a aká veľká by mala byť v závislosti od objemu zbieranej dažďovej vody, type pôdy, sklonu pozemku. Postupujte podľa odporúčaní v tejto časti príručky a pomôže vám, aby ste boli úspešní s realizáciou.

#### **Príručka pre realizovanie dažďovej záhrady pre majiteľov domov (3) Ako veľká by mala byť vaša dažďová záhrada?**

Vaša dažďová záhrada môže byť ľubovoľnej veľkosti. *Ideálne* je vytvoriť dažďovú záhradu, ktorá bude absorbovať všetok dážď, ktorý za normálnych okolností odteká z vášho pozemku. Predsa len typická dažďová záhrada pre rodinný dom je 10-30 m<sup>2</sup>. Veľkosť vašej dažďovej záhrady bude závisieť na nižšie uvedených faktorov:

1. Hĺbka záhrady
2. Objem odtoku dažďovej vody zo strechy a spevnených plôch
3. Druh pôdy na záhrade



Dažďové záhrady boli prvýkrát použité v Marylande (USA) in roku 1990s, ako technológia znižovania rizík znečistenia vodných tokov. Záhrady boli vyvinuté na myšlienke najlepšej praxe bioretencie dažďovej vody ako nástroj zbierania vody do preliacín a depresí a spomalenie odtoku z intenzívneho dažďa z búrok a ochrániť potoky a rieky pred znečistením a zároveň znížiť majiteľom rodinných domov poplatky za odkanalizovanie dažďových vôd. .

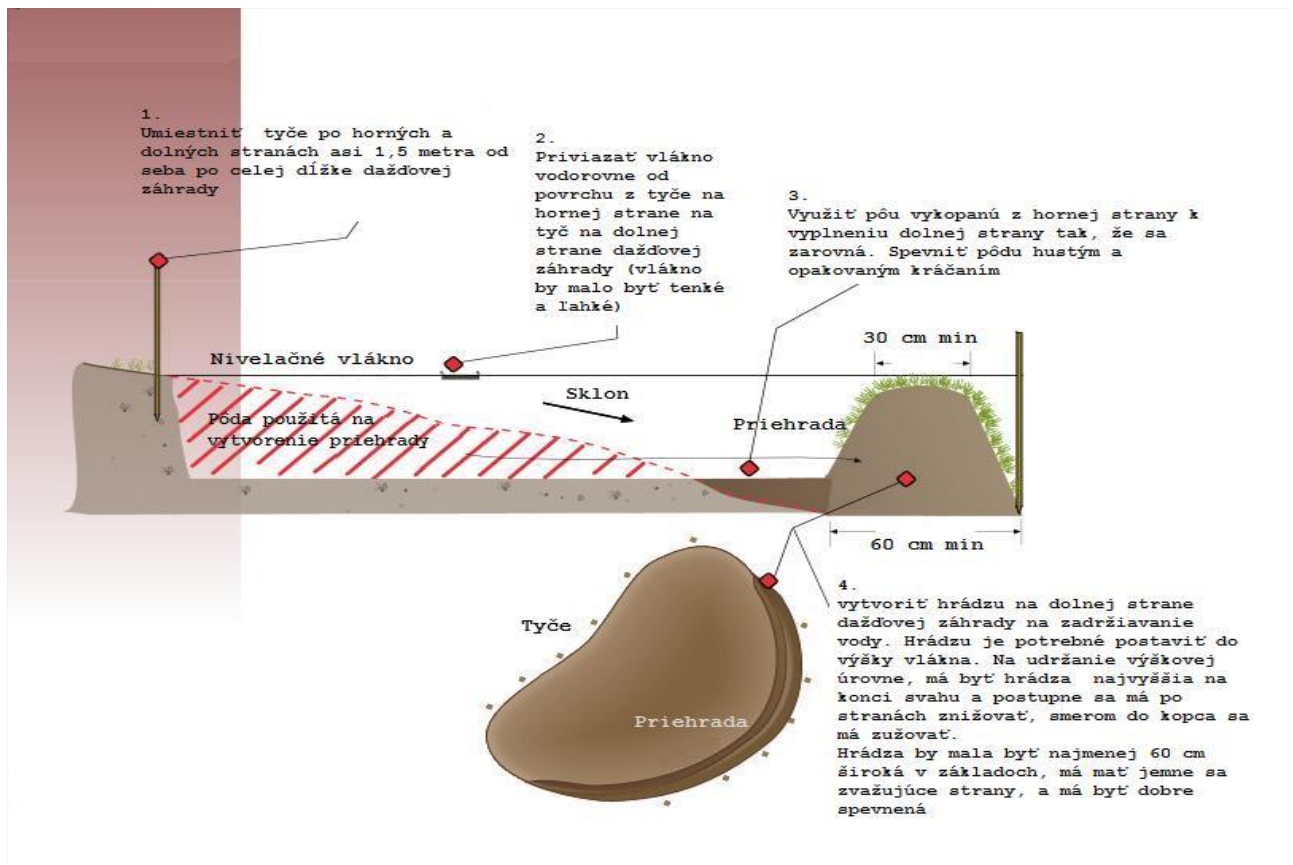
### **Príručka pre realizovanie dažďovej záhrady pre majiteľov domov**

#### **Privádzanie vody do dažďovej záhrady**

Existuje niekoľko možností privádzania dažďovej vody zo strechy a spevnených plôch do tvojej dažďovej záhrady. Môžete jednoducho odpojiť dažďové odkvapové rúry od dažďovej kanalizácie a presmerovať vodu do vašej dažďovej záhrady povrchom vypádanou priekopou. Alternatívne môžete osadiť podzemnú PVC rúru pod povrchom s privedením dažďovej vody zo strechy do dažďovej záhrady. Na ochranu pred silným prúdom vody a erózie z potrubia do dažďovej záhrady je vhodné osadiť vyústenie potrubia geotextíliou a kameňmi. Dažďová záhrada môže byť kombinovaná pred vstupom ešte osadením suda, do ktorého priteká dažďová voda zo strechy.

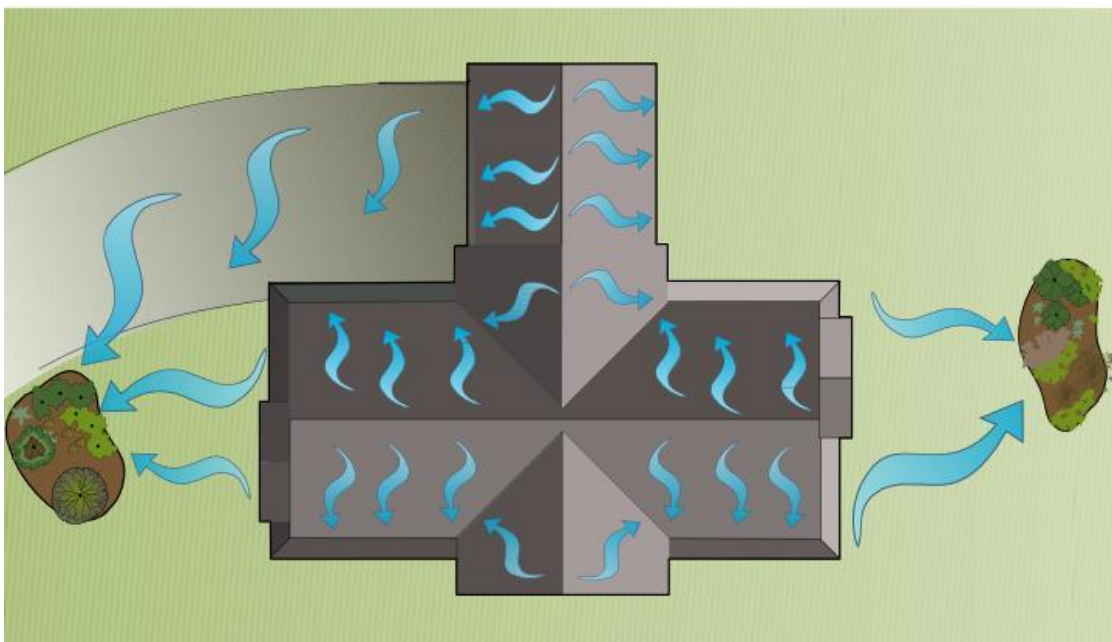
#### **Hĺbka a sklony svahov dažďovej záhrady**

Veľkosť dažďovej záhrady bude ovplyvňovať hĺbku i sklon svahov. Ideálna hĺbka dažďovej záhrady je medzi 15 – 30 cm. Pri hĺbke 15 cm bude musieť dažďová záhrada byť pomerne veľká, aby bol dostatok kapacity na akumulovanie zozbieraného objemu dažďa. Na druhej strane dažďová záhrada hlbšia ako 30 cm môže zadržiavať dažďovú vodu príliš dlho v závislosti od pôdného substrátu. Vo všeobecnosti platí, že sklony svahov dažďovej záhrady viac 12% nie sú vhodné. Inštaláciu dažďovej záhrady odporúčame v najnižších priestoroch rovinatej časti vášho pozemku. *Dažďové sudy môžu byť tiež použité na zber dažďovej vody zo strechy s jej následným použitím v dažďovej záhrade.* Použitie suda ovplyvní aj veľkosť plochy dažďovej záhrady.



### Stanovenie povodia Vašej dažďovej záhrady

Zrátajte plochu striech budov na Vašom pozemku a plochu spevnených prístupových ciest a chodníkov. Navrhnutím zonácie hĺbok dažďovej záhrady a výpočet plochy zberu dažďovej vody do záhrady je ďalším krokom k určeniu plochy dažďovej záhrady. Ak poznáte plochu strechy, z ktorej budete zbierať dažďovú vodu do dažďovej záhrady,

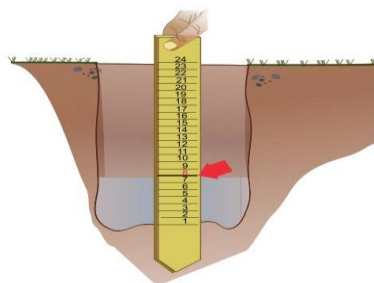


### **Základné pôdne testy**

Existujú jednoduché testy, ktoré možno vykonať na zistenie typu pôdy, ktorú máte v záhrade.

Pôdy môžu byť piesčité, prachovité, ílované. Tu sú niektoré námety na testy:

1. Najjednoduchším testom je vzatím vlhkej pôdy medzi špičky prstov. Piesčitú pôdu cítite veľmi zreteľne, pri prachových časticiach hladkosť a pri ílovitých časticiach lepkavosť.
2. Ďalším testom môže byť vzatie vlhkej pôdy medzi palcom a ukazovákom a nanesenie pásu hliny na hladkú plastovú dosku. Piesčitá pôda netvorí stuhu, nanesený pás z prachovej pôdy bude krátky a priesvitný a z ílovej pôdy bude vytvorený pás dlhý a hrubý.
3. Pri suchom teste urobte guľu a nechajte uschnúť niekoľko hodín. Akonáhle je pôda suchá, rozdrvíte ju medzi palcom a ukazovákom. Piesčitá pôda sa rozdrví ľahko, prachová sa rozdrví ťažšie a ílované pôdy sa rozdrvajú veľmi ťažko až nemožno.



### **Ďalší výskum pôdných typov**

Najjednoduchší spôsob, ako určiť vlastnosti pôdy vo vašej záhrade je pozvať si pedológa z Pôdoznaleckého ústavu, kde majú k dispozícii napríklad pôdne mapy. Vlastnosť pôdy ovplyvňuje rýchlosť vsaku pri nasýtenej hydraulickej vodivosti, hĺbke nepriepustného podložia a úroveň hladín podzemných vôd. Z mapy môžete určiť miesto pre dažďovú záhradu v záhrade. Z mapy si môžete vybrať typ pôdy v mieste navrhovanej dažďovej záhrady. Bohužiaľ, najmä v mestských oblastiach, nie všetky pôdy sú plne zmapované, pretože aj na Vašom pozemku mohla byť navozená sutina či zemina z inej lokality, čo nie je zaregistrované v mape. Najjednoduchšie je urobiť pôdny test, ako je to vyššie napísané. Ak máte pochybnosti, vhodné je sa obrátiť na profesionála. Majte na pamäti, že najvhodnejšie je vybudovať dažďovú záhradu na piesočnatej alebo prachovitej pôde. Ak však máte ílované pôdy, odporúčame zlepšiť priepustnosť pôdy napríklad kompostovaním.

### **Pôdny typ a veľkosť záhrady**

Keď už máte určenú hĺbku dažďovej záhrady a pôdny typ, je potrebné určiť veľkosť. Typ pôdy určuje rýchlosť vsaku vody zo záhrady. Ak pôdny profil je piesočnatý, je potrebné vylepšiť pôdu kompostom. Prachovitá pôda je lepšia ako ílovitá. Ílovitá pôda tiež potrebuje vylepšenie kompostom, v krajnom prípade výmena celého pôdneho substrátu, aby sme zlepšili presiakavosť dažďovej záhrady. Odporúčaný pôdny mix je 50-60% piesku, 30-40% ílovej ornice, ktorú môžete bežne zakúpiť na trhu, resp. u dodávateľoch záhradníckych služieb. Organická hmota by mala dosahovať 5-10%, najvhodnejšia z kompostu.

Ak by ste chceli presnejší pôdny mix, obráťte sa na špecializované organizácie, ktorí budú schopní poskytnúť vám pôdny mix s vhodnými bioretenčnými vlastnosťami.

Výberom veľkosti záhrady a pôdneho substrátu v nej, potrebujete tvar dažďovej záhrady, ktorá esteticky a krajnotvorne zapadne do Vašej záhrady. Existuje viacero zásad, ktoré potrebujete pre návrh tvaru dažďovej záhrady. Dlhšia časť záhrady by mala byť kolmo k prítoku vody. Tým sa maximalizuje schopnosť dažďovej záhrady zachytiť vodu. Mala by byť dostatočne široká, aby sa rovnomerne voda v záhrade rozlievala rovnomerne. Dobrým pravidlom je dodržať pomer dĺžky a šírky záhrady v pomere 2:1.

### **Veľkosť Dažďovej záhrady**

Ak dažďová záhrada má viac ako 30 m<sup>2</sup>, odporúčame dažďovú záhradu rozdeliť na viac menších záhrad.

### **Stanovenie veľkosti dažďovej záhrady**

Pre dobre priepustnú piesočnatú pôdu sa odporúča pomer zbernej plochy ku ploche dažďovej záhrady 5:1. To znamená, že ak máte zbernú plochu 150 m<sup>2</sup>, plocha dažďovej záhrady by mala byť 30 m<sup>2</sup>. Ak sú pôdy horšej kvality a menej priepustné, potom sa odporúča pomer 3:1.

### **Budovanie dažďovej záhrady**

Začnite tým, že ohraničíte obvod vašej záhrady. Tento môžete označiť kolíkmi, vlajkami, alebo záhradnou hadicou pozdĺž okraja. To vám vymedzí oblasť, kde budete kopať. Akonáhle ste určili obvod vašej dažďovej záhrady, môžete začať kopať. Najprv vyberiete mačinu. Ak ste na úplnej rovine, potom vyhlbujete dažďovú záhradu výkopom zeminu a jej odvezením na iné miesta v záhrade, kde túto zeminu potrebujete. Ak je lokalita vo svahu, vykopanú zeminu použijete na navrhnutie hrádze na dolnej strane. Hrádzu zhutnite a vyrovnajte. Pokračujte s kopianím až na úroveň potrebnej hĺbky a v prípade potreby aj navýšenia hrádze, ktorú po zhutnení prikryjete mačinou.



*Dažďovú záhradu môžete vykopať ručne, alebo záhradným bágrom. Ak ste nutení použiť bager na výkopové práce vašej záhrade, vyvarujte sa manipulácie bágra pri výkopových prácach priamo v dažďovej záhrade, aby nedošlo k zhutneniu pôdy.*

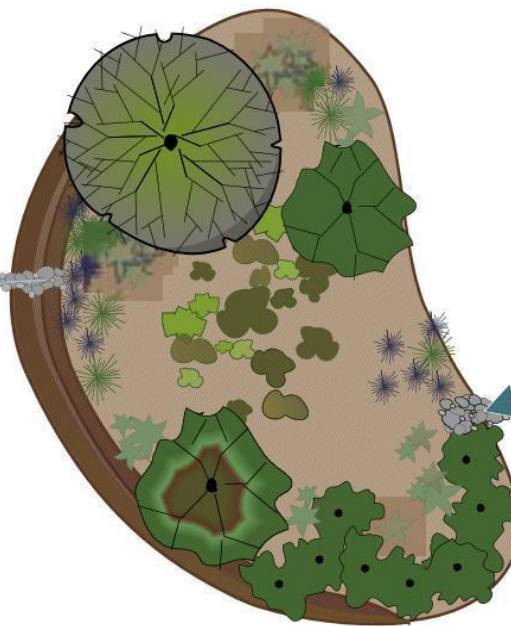


### **Prívod dažďovej vody**

Prívod dažďovej vody do dažďovej záhrady je gravitačný priamo z odkvapovej rúry povrchovo, alebo podpovrchovo. Vyustenie prítoku do záhrady je potrebné zabezpečiť proti prívalom prítoku dažďovej vody, aby nedochádzalo k erózii dna i deformácii flóry v záhrade.

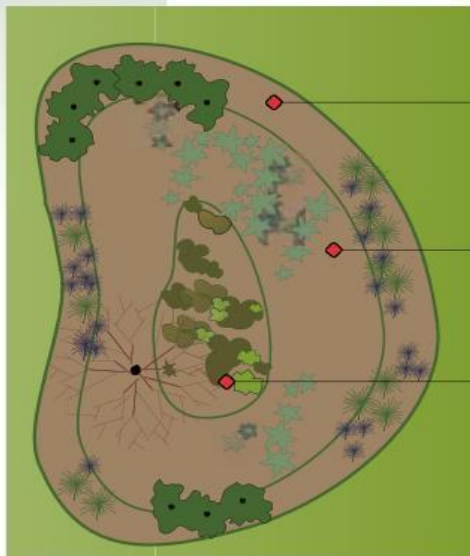


Kameňmi vydláždený odtok



Kameňmi vydláždený vstup. Kamene by mali byť bez usadenín (dôkladne umyté)

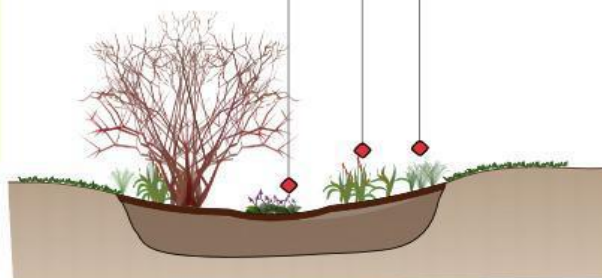
### Zónovanie rastlín



Zóna 3  
pre rastliny, ktoré preferujú  
suchšie podmienky

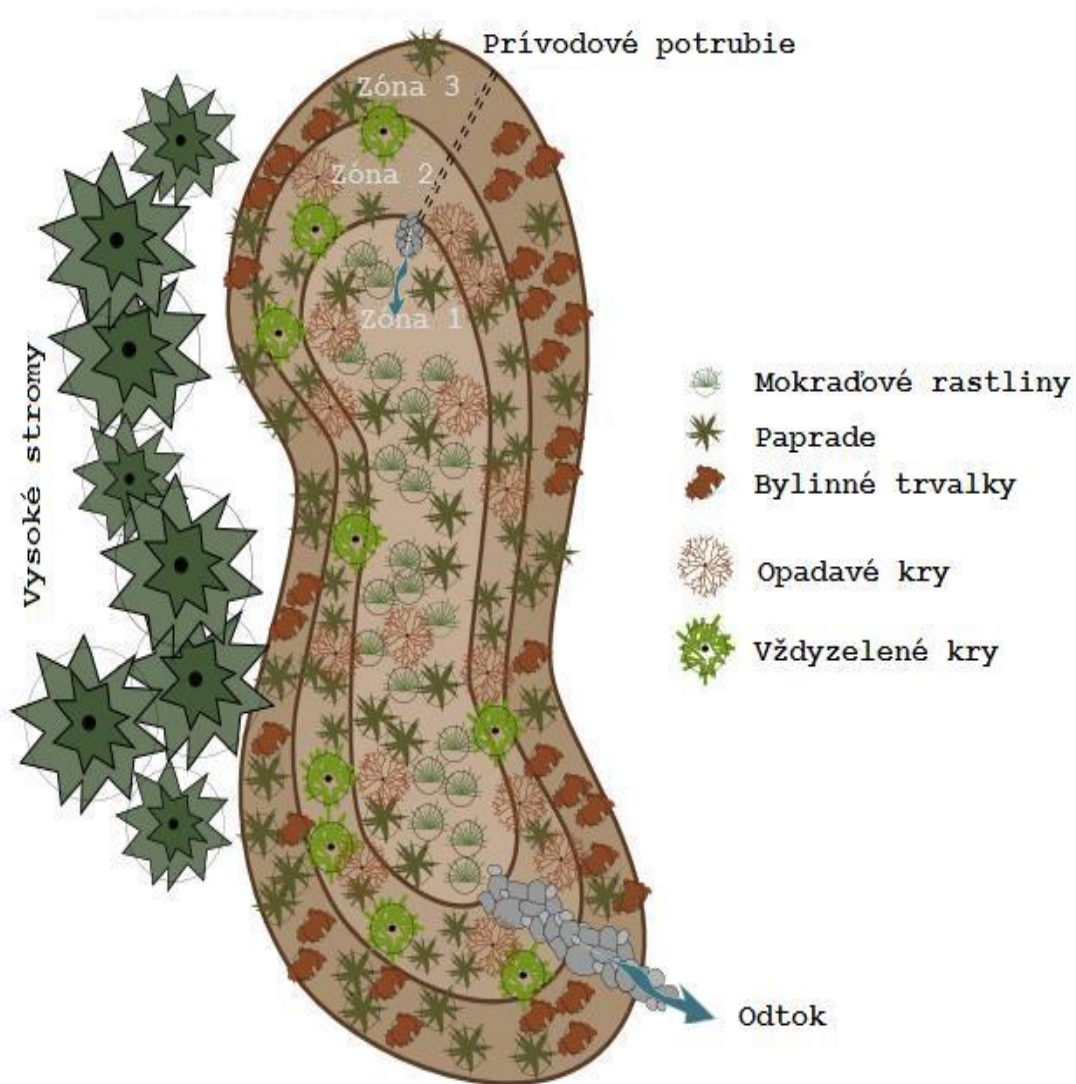
Zóna 2  
pre rastliny, ktoré  
znášajú príležitostné  
stojaté vody

Zóna 1  
pre rastliny, ktoré  
znášajú vodné  
podmienky



Ideálne by mali byť všetky rastliny odolné voči suchu

## Schéma rozmiestnania rastlín



## Príklady dažďových záhrad





## 6. Záver

Štúdia „**Integrovaná obnova poškodených území mestských častí Vysokých Tatier**“ navrhuje integrovaným spôsobom riešiť obnovu poškodených ekosystémov prostredníctvom dažďovej vody, aby bola dažďová voda využívaná v prostredí kde padne s vytvorením prostredia pre príjemné prostredie. V dnešnej dobe a nevyhnutnej potrebe adaptácie na klimatickú zmenu je to nevyhnutné. Štúdia navrhuje riešenia, ktoré sa vo svete v súčasnom období v moderných mestských prostrediach používajú. Predpokladáme, že u zainteresovaných nájde podporu, aby v regióne Slovenska bolo zrealizované riešenie, ktoré pilotné môže slúžiť ako príklad, ako lepšie, lacnejšie a efektívnejšie dobre spravovať vodné zdroje.