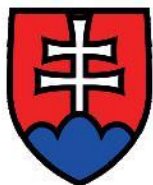


Iceland
Liechtenstein
Norway grants



CLIMADAM

Agentúra na podporu regionálneho rozvoja Košice, n. o.

VODOZÁDRŽNÉ OPATRENIA

Stručné informácie

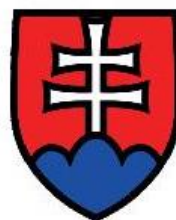


<http://www.eeagrants.sk/>

<https://www.arr.sk/projekt-climadam/>

Príprava publikácie bola realizovaná v rámci projektu CLIMADAM Adaptačná stratégia na klimatickú zmenu a mitigačné aktivity pre slovensko-ukrajinský prihraničný región (číslo projektu – GGC01008) ktorý je podporený z Grantov EHP a Štátneho rozpočtu SR

Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Autori:

Danka Kravčíková

Michal Kravčík

Konzultanti:

Ján Dzurdženík

Lenka Krištofová

Grafické spracovanie: Adrián Adamkovič

Za posledných 20 rokov sa na Slovensku aj vo svete rozpracovalo viacero techník, technológií, ako hospodáriť s dažďovou vodou v urbanizovanej, poľnohospodárskej a lesnej krajine, aby nedochádzalo k rizikám sucha a prehrievaniu krajiny. Začiatky presadzovania zvyšovania vodozadržnej schopnosti krajiny na Slovensku siahajú do 16. storočia, keď v oblasti horného Turca vznikol napríklad Turčekovský vodovod, ktorý zbieral vodu z 11-tich údolí a po vrstevniciach odvádzal do Kremnických baní. Samuel Mikovíni v oblasti Banskej Štiavnice vytvoril unikátny systém v Štiavnických vrchoch, kde tajchami zbieral dažďovú vodu a odvádzal ju do vybudovaných vodných nádrží a táto voda sa využívala v Štiavnických baniach. Išlo však prevažne o budovanie vodozadržných opatrení v lesoch.

K tejto problematike je potrebné spomenúť systémy, ktoré významným spôsobom prispeli k zlepšovaniu vodnej bilancie v stredoveku a takou je Valaská kolonizácia, v ktorej vznikli systémy obhospodarovania poľnohospodárskej pôdy po vrstevniciach, ako unikátne kultúrne dedičstvo v strednej Európe. Zvyšky týchto riešení vidíme v niektorých častiach Slovenska doteraz.



Zvyšky medzí v poľnohospodárskej krajine, ktoré neboli zlikvidované kolektívizáciou poľnohospodárskej krajiny (Spiš, 2020; Pieniny, 2009)

Základným princípom opatrení na zbieranie dažďovej vody je umožniť jej vsak do pôdy, aby sa zlepšili zásoby pôdnej a podzemnej vody. Podzemná voda zlepšuje podmienky výdatnosti prameňov s možnosťou ich využitia. Pôdna voda zvyšuje transpiráciu cez vegetáciu a ovplyvňuje mikroklima.

Cieľom je zozbierať dažďovú vodu v sústredenej terénnej mikronádrži zásobovanej dažďovou vodou z odtokových území na vhodných miestach s dostatočnou kapacitou objemu a vhodným sklonom.

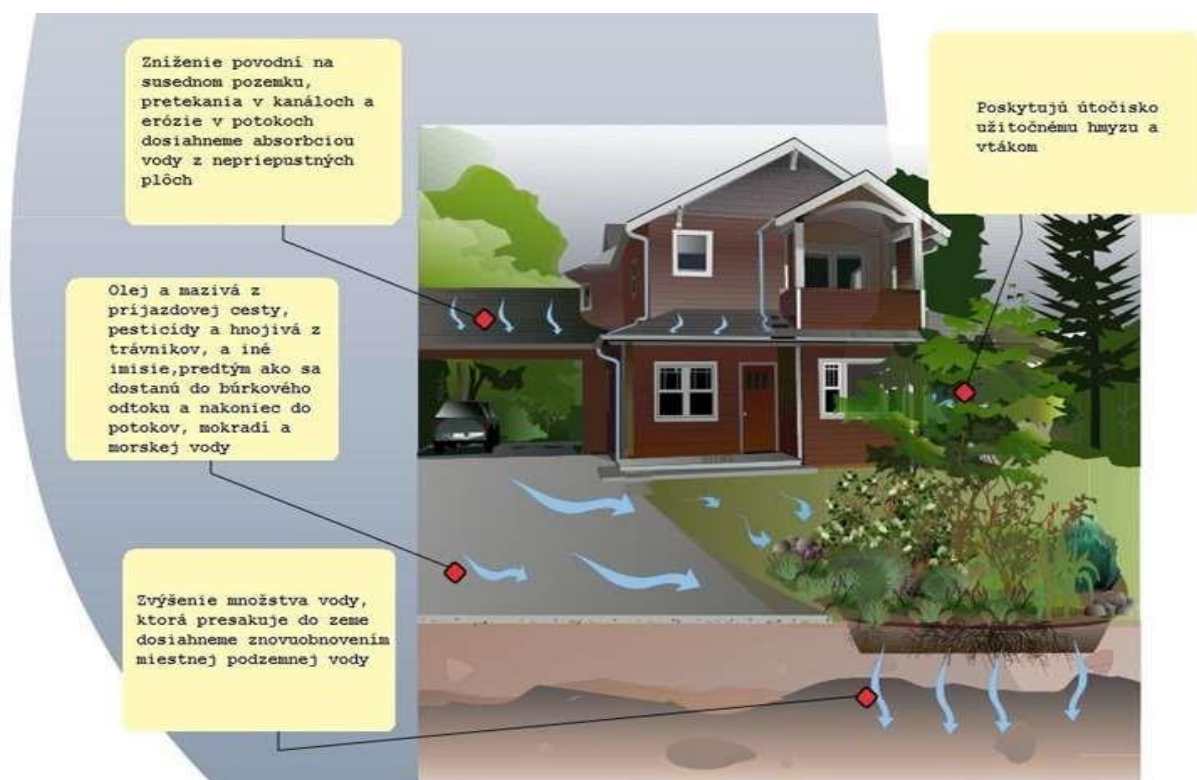
Dažďové záhrady

Dažďová záhrada je atraktívne depresné miesto, väčšinou na trávinatej ploche, na zachytávanie dažďovej vody zo spevnených nepriepustných plôch ako sú strechy, chodníky, parkoviská, príjazdové cesty. Veľkosť dažďovej záhrady závisí od plochy odvodňovaného objektu, veľkosť jednej dažďovej záhrady by však nemala presiahnuť 40 m². Jedná sa o opatrenie, ktoré si vyžaduje samostatný návrh projektu.

S územným rozvojom sa čoraz viac zvyšuje počet nepriepustných plôch s odvedením dažďových vôd, čím sa zhoršuje kvalita prostredia, kde človek žije. Stavebná činnosť zvyčajne pečatí zemský povrch a limituje absorbovanie dažďovej vody do pôdy aj následný výpar a zvyšuje riziká povrchového odtoku dažďovej vody s rastom povodňových rizík. Nepriepustný povrch negatívne ovplyvňuje naše životné prostredie znižovaním

vlhkosti ovzdušia a nárastom výskytu jemných prachových a peľových častíc v ovzduší. Výskumy tiež ukázali, že podstatnú časť znečistenia našich potokov, riek a vodných nádrží spôsobuje splachovanie nečistôt z našich dvorov, ciest či parkovísk. Jednoduchý spôsob, ako udržať čistotu našich tokov a nádrží je realizovať dažďové záhrady. Výhody dažďových záhrad sú rozmanité. Sú schopné vykonávať tieto funkcie:

- Pomáhajú udržiavať čistú vodu v našich potokoch filtrovaním dažďovej vody pred vstupom do miestneho potoka.
- Pomáhajú zmierňovať problémy povodní.
- Zvyšujú atraktivitu záhradnej architektúry v mestách a obciach.
- Poskytujú útočisko a potravinový reťazec voľne žijúcim živočíchom.
- Dopĺňajú zásoby podzemných vôd.
- Zlepšujú mikroklimu prostredia zvýšeným výparom.



Dažďová záhrada je nielen výraznou estetickou súčasťou pri revitalizácii intravilánu mesta, je to aj vhodný priestor pre relax, zároveň je dôležitým prvkom kvality životného prostredia pri ochrane kvality verejnej zelene. Miesta, kde sú zrealizované dažďové záhrady nevysychajú a aj okolie dažďových záhrad je počas celého roka zelené a nevysycha. Dažďové záhrady nie sú ani vodné plochy, ani rybníky. Dobre navrhnutá dažďová záhrada zdržiava dažďovú vodu maximálne 72 hodín. Za ten čas zozbieraná dažďová voda vsiakne do pôdy a zabezpečuje permanentný dostatok vlahy pre vegetáciu aj v období keď neprší. Je často kladená otázka, že dažďové záhrady sú semenišťom komárov. Ak sa dažďová voda vsiakne do pôdy do 72 hodín, k vyliahnutiu komárov nedochádza, lebo životný cyklus komárov je 7-12 dní. Dobre navrhnutá dažďová záhrada nesmie vytvárať podmienky pre stojatú vodu tak dlho, aby mali larvy komárov príležitosť ukončiť svoj životný cyklus. Preto dno dažďovej záhrady sa musí nechať priepustné a nesmie sa používať fólia. Dažďové záhrady majú tiež tú výhodu, že lákajú vážky, ktoré sú predátormi komárov. Pôvodné rastliny pre danú lokalitu v dažďovej záhrade vytvárajú nádherné kvetinové záhony, ktoré nevyžadujú zvláštnu starostlivosť ani hnojenie.

Miesto pre dažďovú záhradu

Dažďová záhrada môže byť umiestnená vo verejnej zeleni v blízkosti budovy so zbieraním dažďovej vody zo strechy i z ostatných spevnených plôch pozemku. Najväčšie zdroje vody sú zo strechy, spevnených plôch a zhutnených pôd. Vzdialenosť dažďovej záhrady od budovy by nemala byť menšia ako 3 metre, aby sa zabránilo vplyvu priesaku vody pod stavbu. Záhrada by tiež nemala byť umiestnená v priestore existujúcej kanalizácie, respektíve priekop.

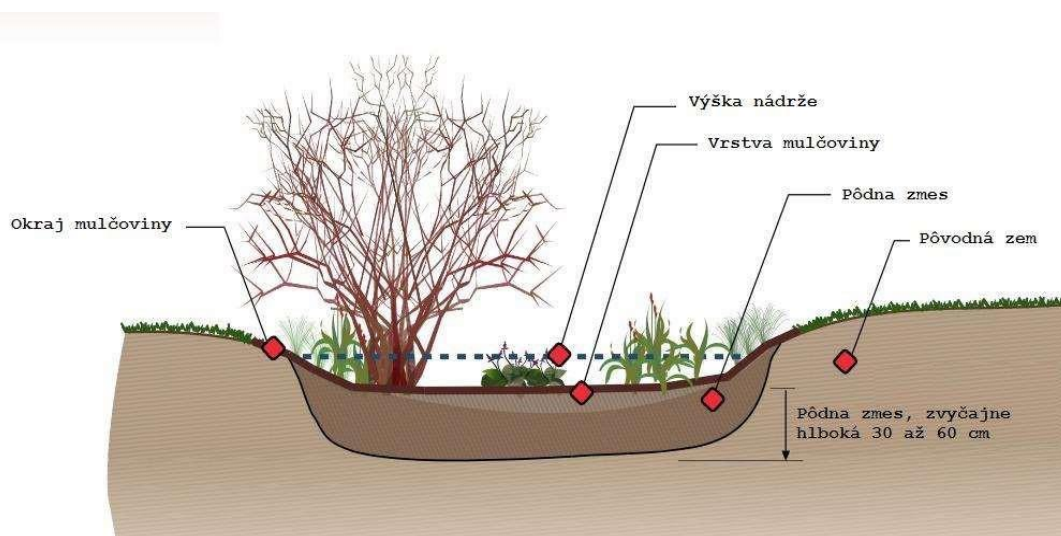
Najvhodnejšie pre dažďovú záhradu je slnečné miesto dizajnovane integrované do celej záhrady, podľa možnosti nie pod veľkými stromami, ani v lokalite veľkých koreňových štruktúr. Často sa používajú trativody k stromom, aby stromy mali čo piť. Lepšie rastú a transpirujú viac vody, čím zlepšujú „klimatizačné zariadenie“ mesta.

Veľkosť dažďovej záhrady

Dažďová záhrada môže byť ľubovoľnej veľkosti. Ideálne je vytvoriť dažďovú záhradu, ktorá bude absorbovať všetok dážď, ktorý za normálnych okolností odteká z pozemku. Typická dažďová záhrada pre rodinný dom je 5-15 m². Veľkosť dažďovej záhrady závisí od týchto faktorov:

- Hĺbka záhrady – odporúčaná na zber dažďovej vody maximálne 35 cm, to znamená, na každý 1 m² dažďovej záhrady pripadá cca vodozberná plocha 3 m².
- Objem odtoku dažďovej vody zo strechy a spevnených plôch – 5-15 m³.
- Druh pôdy v záhrade.

Dažďové záhrady boli prvýkrát použité v Marylande (USA) v roku 1990, ako technológia znižovania rizík znečistenia vodných tokov. Záhrady boli vyvinuté so snahou o čo najlepšiu prax bioretencie dažďovej vody, ako nástroj zbierania vody do preliačín a depresíí a spomalenia odtoku z intenzívneho dažďa počas búrok. To všetko v snahe ochrániť toky pred znečistením a zároveň čo najviac znížiť majiteľom rodinných domov poplatky za odkanalizovanie dažďových vôd.



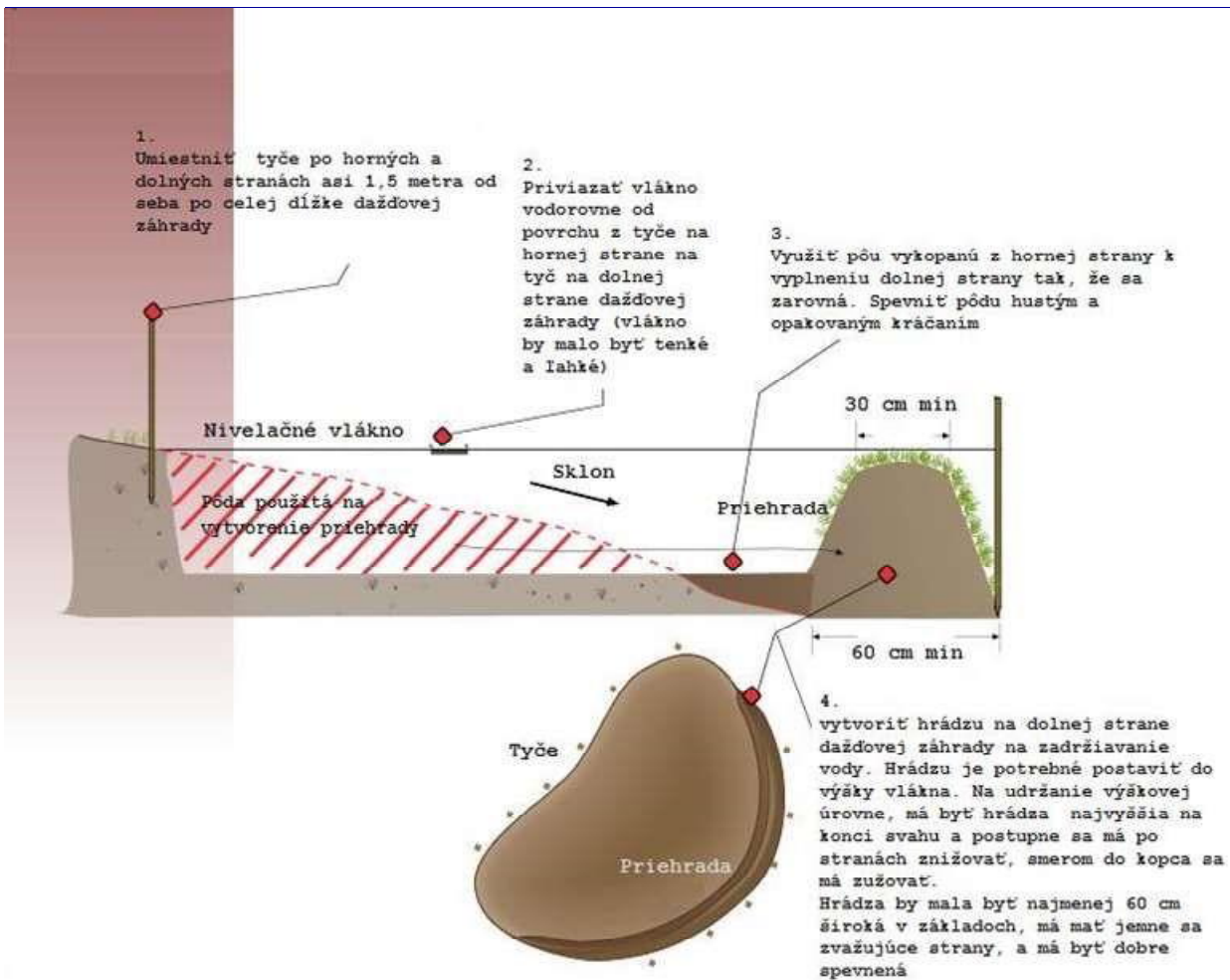
Existuje niekoľko možností privádzania dažďovej vody zo strechy a spevnených plôch do dažďovej záhrady. Je možné odpojiť dažďové odkvapové rúry od dažďovej kanalizácie a presmerovať vodu do dažďovej záhrady

povrchom vyspádovanou priekopou. Alternatívne je možné 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.

Veľkosť dažďovej záhrady ovplyvňuje hĺbka a sklon svahov. Ideálna hĺbka dažďovej záhrady je medzi 15 - 35 cm. Pri hĺbke 15 cm bude musieť dažďová záhrada byť pomerne veľká, aby mala dostatočne veľkú kapacitu na akumulovanie zozbieraného objemu dažďa. Na druhej strane, dažďová záhrada hlbšia ako 35 cm môže zadržiavať dažďovú vodu príliš dlho v závislosti od pôdneho substrátu. Inštaláciu dažďovej záhrady odporúčame v najnižších priestoroch rovinatej časti 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.

Navrhnutie zonácie hĺbok dažďovej záhrady a výpočet plochy zberu dažďovej vody v záhrade je ďalším krokom k určeniu plochy dažďovej záhrady. Ak poznáte plochu strechy, z ktorej budete zbierať dažďovú vodu do dažďovej záhrady, potrebujete urobiť pôdne testy.

Typ pôdy určuje rýchlosť vsaku vody zo záhrady. Ak je pôdny profil piesočnatý, je potrebné vylepšiť pôdu kompostom. Prachovitá pôda je lepšia ako ílovitá. Ílovitá pôda tiež potrebuje vylepšenie kompostom, v krajnom prípade výmenu celého pôdneho substrátu, aby sme zlepšili presiakavosť dažďovej záhrady. Odporúčaný pôdny mix je 50-60% piesku, 30-40% ílovitej ornice. Organická hmota by mala dosahovať 5-10%, najvhodnejšie z kompostu.

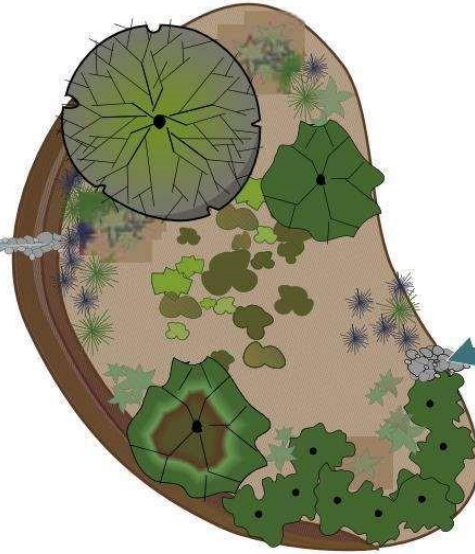


Výberom veľkosti záhrady a pôdneho substrátu v nej navrhne tvar dažďovej záhrady, ktorá esteticky a krajnotvorne zapadne do záhrady, či verejného priestoru. Existuje viacero zásad, ktoré potrebujeme pre návrh tvaru dažďovej záhrady. Dlhšia časť záhrady by mala byť kolmo k prítoku vody. Tým sa maximalizuje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

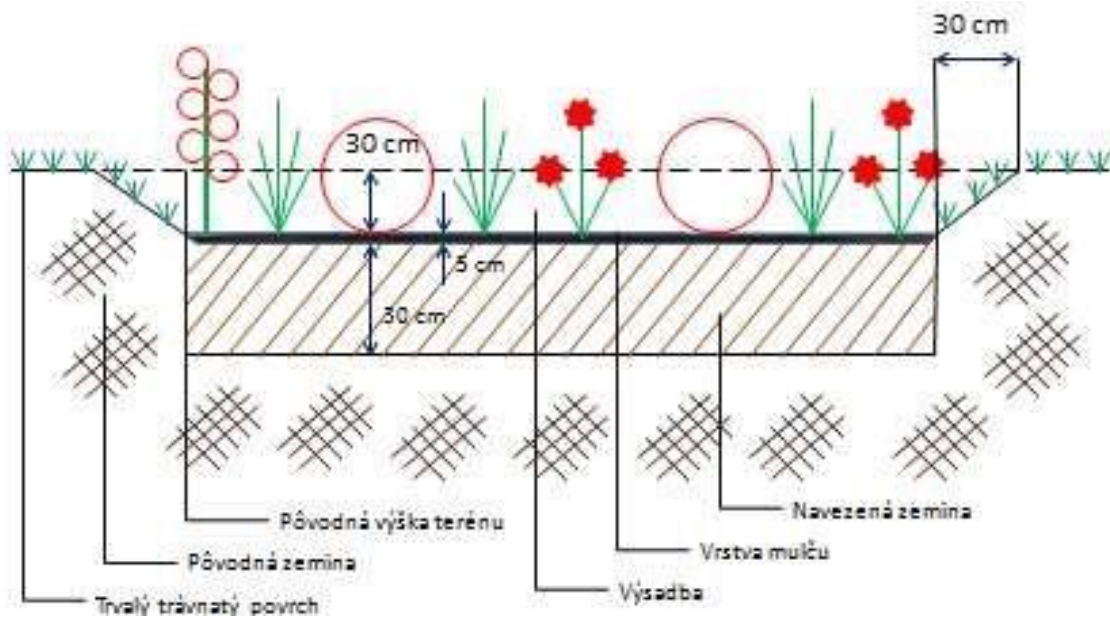
Ak má dažďová záhrada viac ako 40 m², odporúčame dažďovú záhradu rozdeliť na viac menších záhrad. Pre dobre priepustnú piesočnatú pôdu sa odporúča pomer zbernej plochy ku ploche dažďovej záhrady 5:1. To znamená, že ak máme zbernú plochu 150 m², plocha dažďovej záhrady by mala byť 30 m². Ak sú pôdy horšej kvality a menej priepustné, odporúčame pomer 3:1.



Kameňmi vydlážděný odtok



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

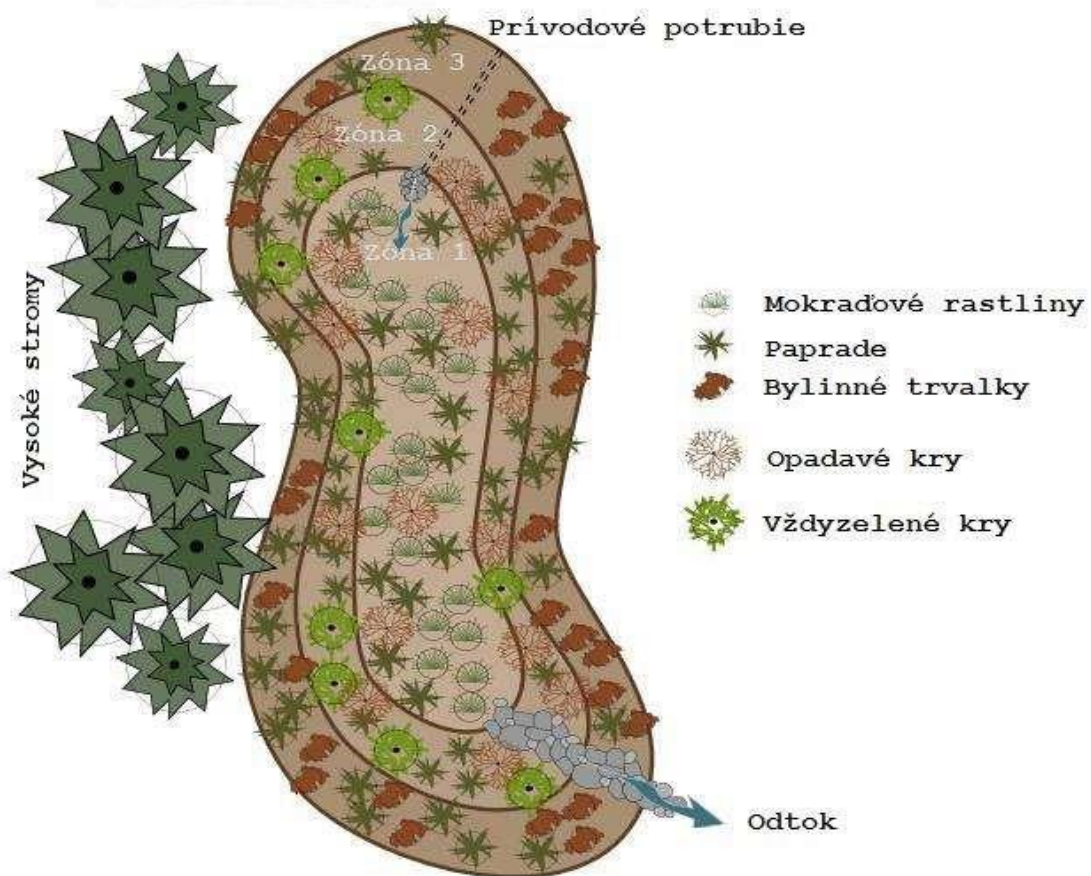


Štruktúra dažďovej záhrady



Ideálne by mali byť všetky rastliny odolné voči suchu

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





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 závisí od konkrétnych podmienok danej lokality a jej dizajnu.

Akumulačná kapacita dažďovej záhrady pozostáva z dvoch zložiek :

1. Objem povrchovej akumulácie [m³] = plocha dna dažďovej záhrady, lôžka [m²] x projektovaná hĺbka vody [m];
2. Objem pôdnej akumulácie [m³] = plocha lôžka [m²] x hĺbka pôdy pre retenciu [m] x koeficient retenčného objemu (bežne 10-20%, môže byť väčší, ak má pôda vysoký obsah organického materiálu);

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

Správne navrhnuté a inštalované dažďové záhrady vyžadujú štandardnú údržbu:

- Keď sa vegetácia dobre prijme, je potrebné ju plieť a ošetrovať.
- Keď je erózia evidentná, je potrebné opätovne dopĺňať mulč. 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.

Odporúčané kvety na výsadbu dažďovej záhrady:

Trvalky



Bergenia cordifolia



Dianthus Scent



Lythrum salicaria



Echinacea purpurea



Astilbe



Ajuga reptans



Phlox subulata



Salvia officinalis



Lewisia cotyledon

Vždyzelené kry



Hebe



Lonicera pileata



Euonymus japonicus

Opadavé kry



Spiraea japonica



Weigela Rosa



Berberis thunbergii

Mokradňné rastliny a paprade



Lysimachia nummularia



Athyrium niponicum

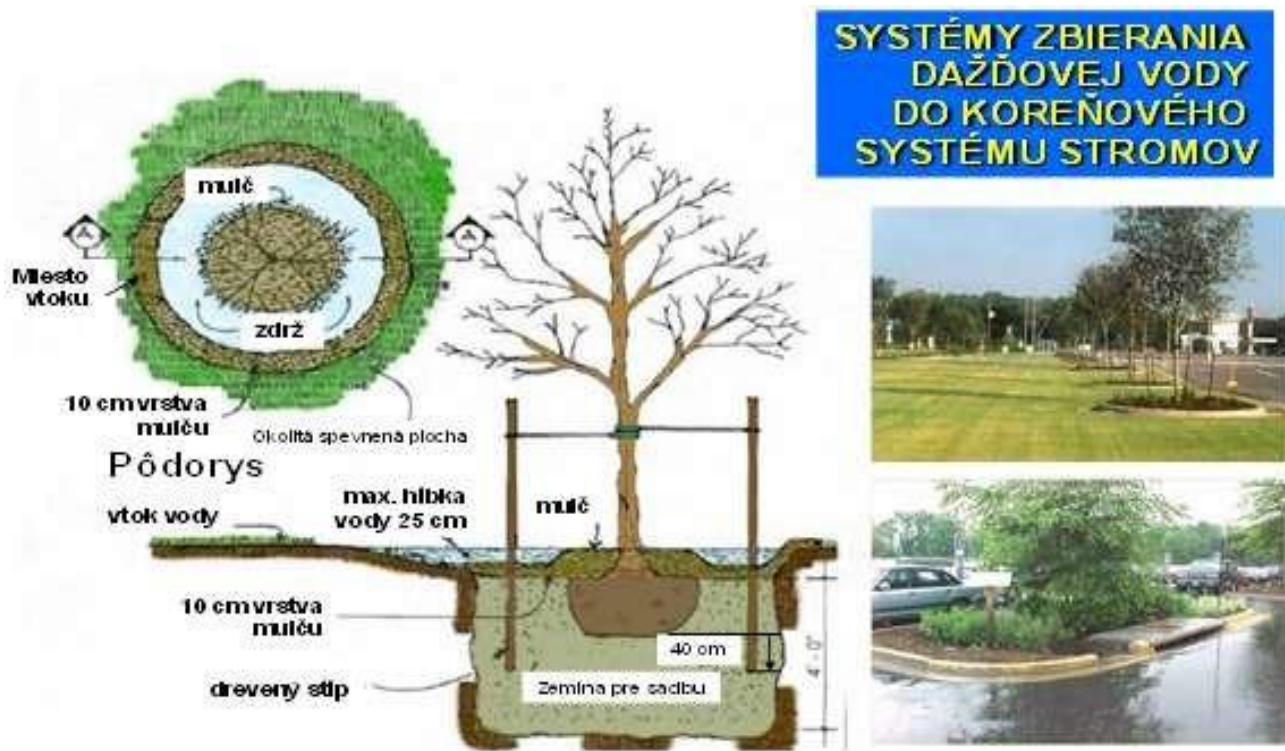


Astrantia major

Dažďové záhrady sú často veľmi užitočné pri vylepšení projektov a môžu byť integrované do už vybudovaných pozemkov a plôch. Určitú starosť vzbudzuje u dažďových záhrad 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.

Dažďové záhrady majú aj rôzne alternatívy:

Jamy pre stromy a kríky - metóda manažmentu dažďovej vody, ktorá zachytáva stekajúcu dažďovú vodu a pre to využíva plytkú hrádzku vo vyhlbenom mulčovacom priestore okolo stromu či kríka.



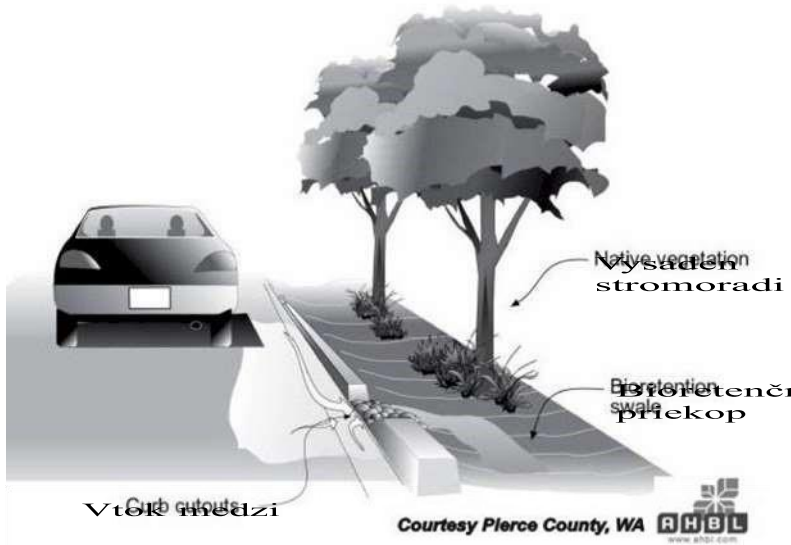
Komerčné/priemyselné/inštitucionálne situácie - v prípadoch komerčných, priemyselných a inštitucionálnych plôch sú možnosti manažmentu dažďovej vody a zelených plôch obmedzené a v takýchto situáciách pôsobia dažďové záhrady pre manažment dažďovej vody a úpravu terénu multifunkčne.

Bioretencia u parkovísk bez obvodových obrubníkov - Dažďová záhrada sa nachádza tesne vedľa parkovacej plochy bez obrubníkov, čo umožňuje dažďovej vode stekať na široko priamo do dažďovej záhrady. Plytké stupne usmerňujú vtok pri primeranej rýchlosti; tento dizajn možno používať spolu s depresným plochami slúžiacim na kontrolu množstva dažďovej vody.

V extrémnych situáciách, keď je priepustnosť menej ako 0,3 cm/hod, je možné aplikovať špeciálne varianty vrátane takých, ktoré sú kombinované s prepojením drenážnych systémov pod povrchom, alebo dokonca aj vybudované mokrade.



ODVÁDZANIE DAŽDOVEJ VODY Z PRÍLAHLÝCH PRIEKOP



Zelené strechy a steny

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 a tiež na zníženie prehrievania bytových domov, zvlášť ak ide o obytné súbory s plochou strechou. Pomocou vhodného výberu materiálu môže aj tenká vegetačná pokrývka poskytovať významnú retenciu. Zelené strechy navyše zlepšujú termoizolačné vlastnosti budov. Jedná sa o technické opatrenie ktoré si vyžaduje samostatnú projektovú dokumentáciu a adekvátny proces schvaľovania. V záujme samospráv bude motivovať súkromných vlastníkov budov, aby sa realizovali zelené strechy a steny na budovách v ich vlastníctve. Môže to byť riešené formou kofinancovania a dotačných schém z grantov. V tabuľke sú zhrnuté výsledné plochy navrhovaných zelených striech a stien. Ich výber a technologické riešenie sa bude odvíjať od konkrétnych riešení.

Zelené strechy

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).

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 nastane 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.

Na výpočet povrchového odtoku z rôznych typov povrchov sa používajú bežné metódy. 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 väčšine prípadov sa všetka dažďová voda 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.

Zadržiavanie dažďovej vody na streche znamená využívanie solárnej energie na výpar vody, čím sa neuvolňuje citeľné teplo a obmedzuje prehrievanie budovy a vzduchu nad objektom, pretože na výpar 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 sa spotrebuje pri výpare vody zo strechy. Pridanou hodnotou je, že na streche prebieha fotosyntéza, vďaka ktorej dochádza k sekvestracii CO₂ z atmosféry, čo je pozitívny vplyv ku zmierneniu dopadov klimatickej zmeny. Zelené steny a 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.

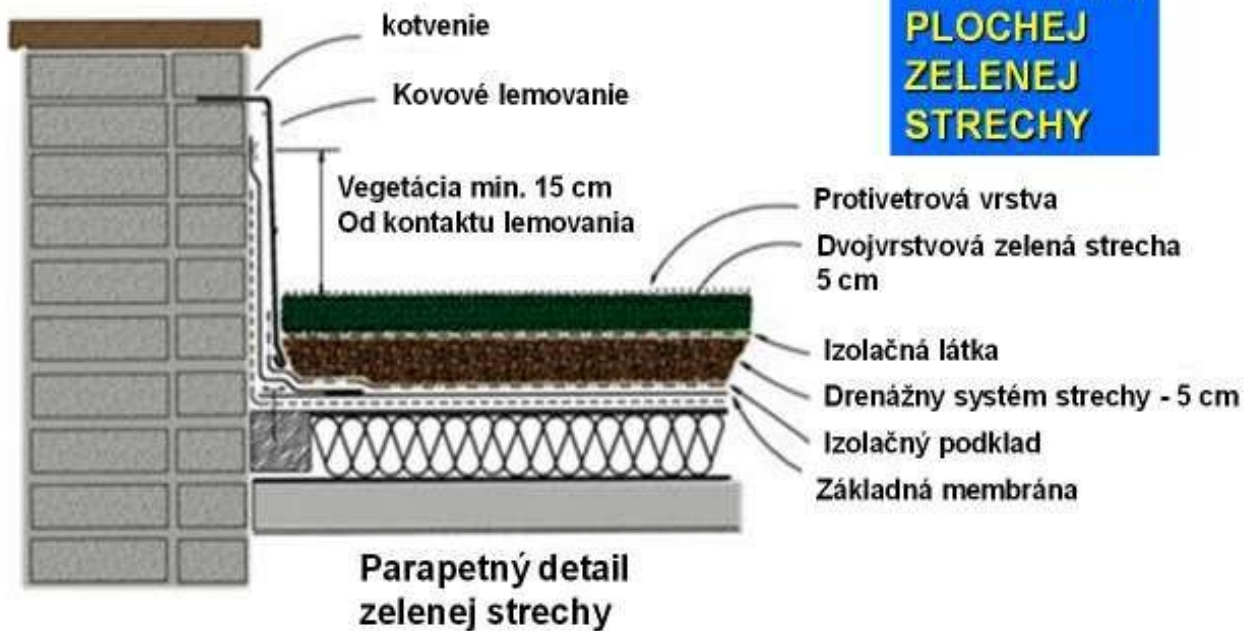


Schéma vrstiev zelenej schémy s detailom ukotvenia

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
- Veľkosť projektu

Rozsiahla zelená pokrývka strechy je skrášľujúcim riešením pomocou vegetácie, ktorá rastie na ináč tradičnej plochej alebo šikmej (>30°svah) streche a úplne ju pokrýva, dodávajúc streche hydrologické vlastnosti omnoho viac sa podobné povrchovej vegetácii než strechy. 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.

Extenzívne



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

Intenzívne



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

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 áno.

Tvorba zelenej strechy

Zelená strecha sa dá prakticky zrealizovať na akejkolvek streche, nemusí ísť len o novostavbu. Dá sa vytvoriť aj na streche staršieho domu či garáže, no v tom prípade je potrebný statický posudok. V prípade novostavby

sa do stavebného projektu rovno zahrnú požiadavky na tvorbu či už extenzívnej alebo intenzívnej zelenej strechy. Základná údržba extenzívnych zelených striech vyžaduje obvykle asi 3 pracovné hodiny ročne na 10 000 štvorcových metrov.

Skladba strechy

Poradie vrstiev zelenej strechy je principiálne rovnaké. Alternatívne riešenia sa navzájom líšia v navrhnutých materiáloch pre jednotlivé vrstvy, ktoré potom ovplyvňujú celkovú skladbu podľa ich schopnosti plniť jednu alebo viac funkcií. Takýmto spôsobom je možné zlúčiť do jednej vrstvy hydroizolačnú funkciu a ochranu proti prerastaniu koreňov alebo hydroakumulačnú a drenážnu funkciu. Skladba strešného plášťa vegetačnej strechy musí pri klasických jednoplášťových strechách obsahovať dva rozdielne hydroizolačné systémy, pričom každý z nich sa musí samostatne odvodniť.

Požiadavky na vrstvy zelenej strechy

Vrstva zemného substrátu umožňuje zakorenenie rastlín, dáva im stabilitu a je zásobárňou živín. Filtračnú vrstvu tvorí filtrovacía tkanina, ktorá zabraňuje vyplavovaniu jemných častíc substrátu do drenážnej vrstvy a tým jej zabahneniu. Drenážna vrstva zabraňuje premokreniu rastlín – odvádza nadbytočnú vodu a prevzdušňuje vegetačnú vrstvu. Taktiež akumuluje vodu a zaisťuje prípadný prívod vody. Pozostáva z vymývaného jemného kameniva (30 – 40 mm), vzlínavej hlíny alebo rôznych druhov špeciálnych drenážnych výrobkov (drenážne rohože, perforované nopové fólie). Ochrana proti prerastaniu koreňov chráni konštrukciu strechy pred chemickým a mechanickým vplyvom koreňov rastlín.

Dokonalá izolácia strechy bude zaistená položením hydroizolačnej vrstvy. Ak je táto vrstva odolná proti prerastaniu koreňov rastlín, nemusí byť inštalovaná samostatná ochrana. Hydroizolácia musí odolávať pôsobeniu plesní a pôdných mikroorganizmov a tiež musí zaručovať mechanickú odolnosť a rozmerovú stálosť. Ukladá sa na spádovú vrstvu nad nosnou konštrukciou strechy, resp. na tepelnú izoláciu. Minimálny spád, ktorý zabraňuje akumulácii vody pri dlhodobých dažďoch, je 1,5 – 2 %. Možno tiež použiť odvodňovacie systémy, ktoré plnia úlohu separačnej vrstvy, odvodnenia a filtrácie v jednom výrobku, čo umožňuje jednoduchú a ľahkú skladbu zelenej strechy.

Zelené steny

Systémové riešenia na zhotovenie vegetačných zvislých stien ponúkajú možnosť vytvorenia rozmanitých, estetických a z architektonického hľadiska zaujímavých plôch, trvalo porastených vegetáciou.

Systém vertikálnych záhrad tvoria predsadené stavebnicové hliníkové panely (ktoré možno nazvať aj kazetami alebo fasádnyimi košmi) vo výrobe napĺňané substrátom, do ktorého sa priamo na mieste sadia rastliny. Panely sa uchytia na závesné profily priskrutkované na stenu alebo fasádu. Zavlažovací systém sa ukladá do vodorovných dutín medzi panely, a je napojený na odkvapové zvody.

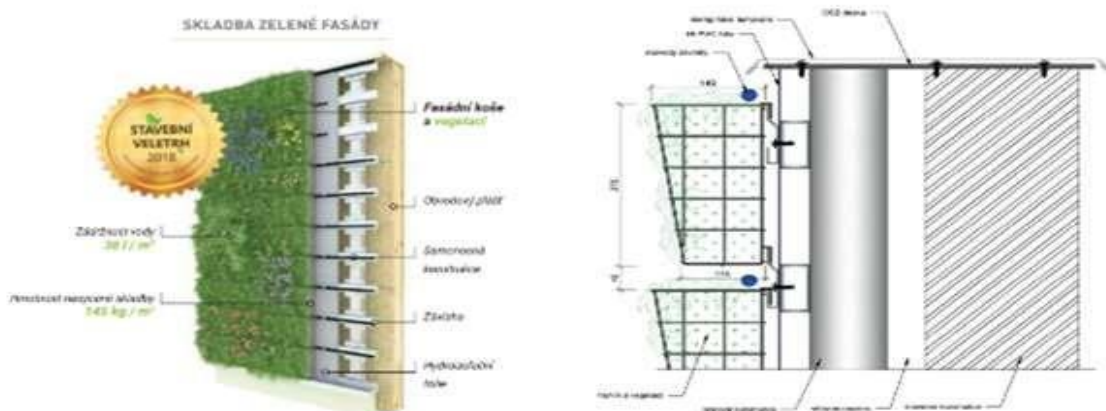
Vertikálne záhrady predstavujú spôsob efektívneho využitia stien a fasád. Ide o architektonický a ekologický prvok, ktorým okrem zvýšenia estetickej hodnoty budovy možno dosiahnuť pozitívny vplyv na zdravie človeka, tlmenie hluku vďaka zníženej zvukovej odrazivosti vegetačných plôch, zlepšenie mikroklimy v budove a v jej okolí, ochranu budovy proti prehrievaniu fasády v letnom období a prílišnému ochladzovaniu v zimnom období, zvlhčenie vzduchu, ochranu proti smogu, zachytenie a filtráciu poletujúceho prachu a škodlivín, viazanie CO₂ a tvorbu kyslíka, zachytávanie dažďovej vody v exteriéri a zníženie odtoku do kanalizácie, zvýšenie rozmanitosti rastlinných druhov v meste, ochranu fasády proti graffiti. Difúzny systém otvorenej fasády umožňuje pestovať na fasáde budovy takmer všetky druhy bežných rastlín.

Spôsob pripevnenia nosných profilov, množstvo a typ kotviacich prvkov treba určiť v súčinnosti so zhotoviteľom steny alebo fasádnej konštrukcie. Základným predpokladom pre trvalé a bezpečné zhotovenie zvislej vegetačnej steny je vhodný podklad s dostatočnou únosnosťou, teda zateplená alebo nezateplená stena alebo fasáda, ktorá unesie dodatočné zaťaženie najmenej 80 kg/m². Na nosné profily sa po ich upevnení do podkladovej konštrukcie montujú závesné profily. Závesné profily treba po montáži vyrovnať do roviny.



Zelená budova, Firma Likos, Slavkov u Brna

Ak je pevnosť a stabilita podkladu dostatočná, možno závesné profily montovať aj priamo na stenu. Na vodorovné závesné profily možno následne zavesiť jednotlivé panely. Panely sa vyrábajú s komôrkami určenými na výsadbu kontajnerových rastlín, ktoré umožňujú ich prekorenenie do panelu.



Konštrukčné riešenie zelenej steny od firmy Likos¹

Nasiakavosť použitého substrátu je 20 litrov vody/m². V závislosti od požiadaviek investora možno použiť rastlinné druhy kvitnúce na jar, v lete alebo vždy zelené trvalky. Pri výbere si treba uvedomiť, že vegetačné steny podliehajú zmenám vzhľadu vegetácie v závislosti od príslušného ročného obdobia. Výška zvislej zelenej steny s ohľadom na vietor a ostatné zaťaženie by nemala v exteriéri presiahnuť 15 m.

¹ Výrobná a stavebná firma LIKO-S (liko-s.sk)

Vodné a zasiakavacie plochy

Na ukážku uvádzame niekoľko rôznych typov vodných a zasiakavacích plôch. Jedná sa o technické opatrenie ktoré si vyžaduje samostatnú projektovú dokumentáciu a adekvátny proces schvaľovania.

Vsakovací bazén

Vsakovací bazén je plytká hrádzová nádrž, v ktorej sa zhromažďuje a vsakuje dažďová voda nachádzajúca sa na vyrovnanej, nenarušenej ploche s relatívne priepustnými pôdami.

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

Do vsakovacích bazénov, ktoré nemajú zeleň a vyžadujú hĺbenie, môžeme zeleň vysadiť. Vysádzanie rastlín na vsakovacej ploche zlepšuje kvalitu vody i transpiráciu vyparovaním a podnieti infiltráciu. Rastliny vhodné pre zazeleňovanie môžu zahŕňať celú škálu: od lúčnej zmesi po významnejšie lesné druhy. Sadbový plán by mal citlivo zohľadňovať hydrologickú variabilitu predpokladanú v bazéne, ako aj špeciálnejšie otázky týkajúce sa pôvodného rastlinstva habitatov, estetiku miesta a ďalších sadbových cieľov. Prístup ťažkých strojov alebo iných vozidiel akéhokoľvek typu tu treba vylúčiť, aby nedochádzalo ku zhutňovaniu pôdy infiltračnej plochy.

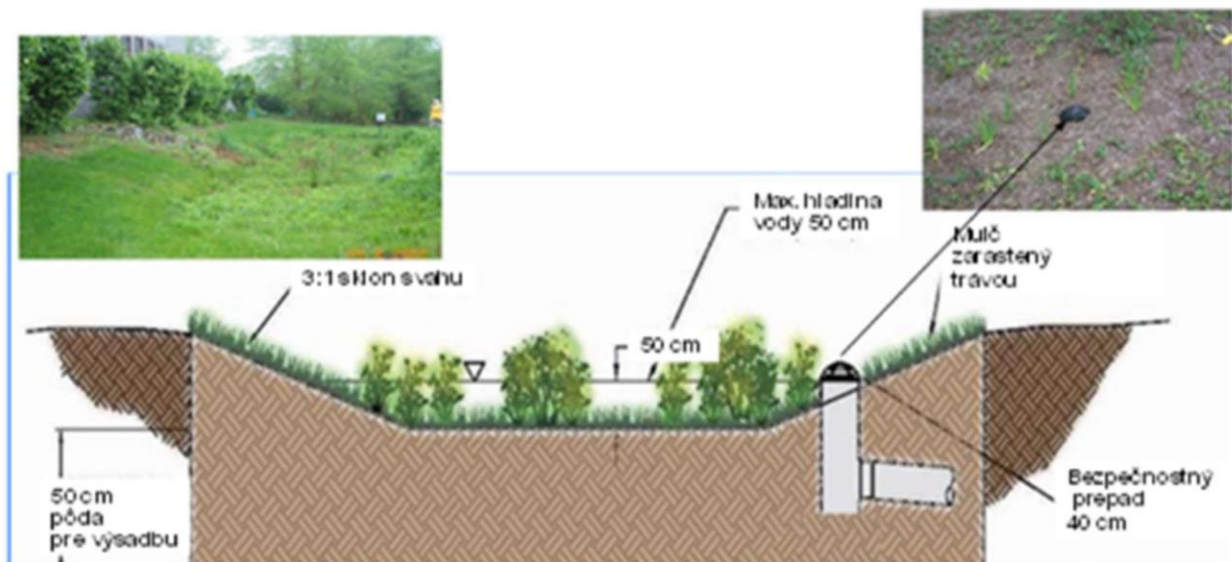
Pri pôdach s malými infiltračnými schopnosťami môžeme infiltráciu pôdy podporiť vyspaním vrstvy piesku alebo štrku (20 cm) na dno vsakovacieho bazénu. Môže byť zmenená tak, aby došlo k zlepšeniu povrchovej priepustnosti bazéna.



Schematický detail zdrže

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 tejto plochy, ktorá bude zavlažovať vegetáciu, čím sa okrem zvýšenia infiltrácie zvýši aj transpirácia vyparovaním a zlepši sa klíma.



Vsakovací bazén

Jestvujúce zatravnené miesta možno premeniť na vsakovacie bazény. Ak je podľa zistení daná pôda a infiltračná schopnosť vhodná, potom je možné bazén uzavrieť a zbieranie dažďovej vody môže byť presmerované aj bez hĺbenia.

Veľkosť vsakovacieho bazéna sa navrhuje podľa množstva dažďovej vody, ktorá je do nej smerovaná. Odporúčaná infiltračná doba (doba, za ktorú lôžko prijme dažďovú vodu a zabezpečí vsak) je 72 hodín.

Údržba a kontrolné prehliadky

- U vsakovacích bazénov by sa mala vykonávať prehliadka a čistiace práce najmenej dvakrát ročne ako aj po dažďoch.
- Vegetáciu vo vsakovacom bazéne je treba udržiavať v dobrom stave a všetky holé miesta by sa mali čím skôr zazeleniť.
- Po vsakovacom bazéne by sa nemali pohybovať ani parkovať motorové vozidlá a pôda by sa nemala príliš utláčať kosením trávy.
- Po daždi je potrebné previesť kontrolu s monitoringom či vsak nepresahuje 72 hodín.
- Ak sa voda odvedie nasiaknutím do 72 hodín, nebude problém s komármi. Pre svoje rozmnožovacie štádiá potrebujú komáre dlhší čas v relatívne stojatej vode.
- Je potrebné vykonávať prehliadku usadzovania sedimentov, poškodenia systému na kontrolu výtokov, opatrení na kontrolu erózie, znakov rozlievania/ kontaminácie vody ako aj stabilitu svahu.
- Trávnik je potrebné kosiť iba ak je to nutné pre druhy nachádzajúce sa vo vegetačnom kryte.
- Z bazéna je potrebné odstraňovať usadené sedimenty podľa potreby. Je potrebné obnovovať pôvodný priečny profil a infiltračnú rýchlosť ako aj likvidáciu sedimentov, ak vzniknú.

Vegetačné zvodnené priehlbne

Vegetačná zvodnená priehlbňa 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 príslušných nepriepustných plôch, umožňujúc tak usádzanie niektorých kontaminantov.

Vegetačné zvodnené priehlbne sú široké plytké kanály určené na spomalenie odtoku dažďovej vody, pomáhajú infiltrácii a filtrovaniu kontaminantov a sedimentov počas procesu odvádzania odtokov. Vegetačné priehlbne poskytujú vynikajúcu environmentálnu alternatívu klasickým voduodvážacím systémom s obrubníkmi a cestnými priekopami, pričom zabezpečujú aj čiastočnú úpravu s možnou distribúciou dažďovej vody do systémov na zbieranie a odvádzanie dažďovej vody.

Sú často silne porastené hustou a rôznorodou zmesou pôvodných, blízko seba rastúcich vodomilných rastlín s vysokým potenciálom odstraňovať znečisťujúce látky a zabezpečovať výpar vody. K rôznorodým mechanizmom na odstraňovanie cudzorodých látok priehlbni 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 priehlbňa pozostáva zo skupín hustej vegetácie, pod ktorou je aspoň 40 cm priepustnej pôdy. Priehlbne zostrojené s podložíom 25 – 50 cm hrubej vrstvy výborne znižujú objem a znižujú aj rýchlosť odvádzania dažďovej vody. Priepustný pôdny materiál by mal mať rýchlosť infiltrácie minimálne 1 cm/hod a obsahovať veľa organického materiálu, aby dokázal zvýšiť odstraňovanie kontaminantov. Netkaná geotextília by mala úplne obalovať priepustný pôdny materiál od rastlej zeminy.

Hlavnou starosťou a záujmom pri projektovaní vegetačných priehlbni je zaistiť, aby sa nadmerný prúd dažďovej vody, svahy a iné faktory spolu nekombinovali a nedali tak možnosť vzniku erózií, ktoré už presahujú kapacitu vegetačnej priehlbne.

Kľúčovou črtou dizajnu vegetačnej priehlbne je, že priehlbňa možno dobre integrovať do charakteru okolitej krajiny. Vegetačná priehlbňa môže často zvýšiť estetickú hodnotu miesta výberom vhodnej pôvodnej vegetácie. Priehlbne môžu tiež nenápadne, prirodzene zapadať do krajinných črt, najmä keď sú pri cestách.

Trávnaté priehlbne

Trávnaté priehlbne sú v podstate klasické odvodňovacie (kanálové) priekopy, ideálne vo veľmi miernom sklone. Trávnaté priehlbne sú obvykle menej nákladné ako priehlbne s vyššou a hustejšou vegetáciou. Poskytujú však omnoho menej možností pre infiltráciu a odstraňovanie kontaminantov. Trávnaté priehlbne sa majú používať len na predúpravu ďalších štruktúrnych riešení. Dizajn trávnatých priehlbni je často založený na rýchlosti. Tam kde sa hodia, sú trávnaté priehlbne uprednostňované pred záchytnými bazénmi a potrubiami kvôli svojej schopnosti redukovať rýchlosť toku cez pozemok.

Suchá studňa

Suchá studňa alebo priesaková jama je kombináciou infiltračného systému navrhnutého pre prechodnú akumuláciu a infiltráciu dažďového odtoku. Objem suchej studne je definovaný ako objem z prítoku. Objem

jednej suchej studne je navrhnutý na 75 m³. Jedná sa o technické opatrenie ktoré si vyžaduje samostatnú projektovú dokumentáciu a adekvátny proces schvaľovania.

Suchá studňa, niekedy zvaná aj priesaková jama, je podpovrchové akumulčné zariadenie, ktoré prechodne zhromažďuje, uskladňuje a infiltruje dažďovú vodu. Vyhĺbená jama naplnená štruktúrovaným kamenivom frakcie 3-5 cm uloženej v geotextílii. Suché studne vypúšťajú nazhromaždenú dažďovú vodu infiltráciou do okolia.

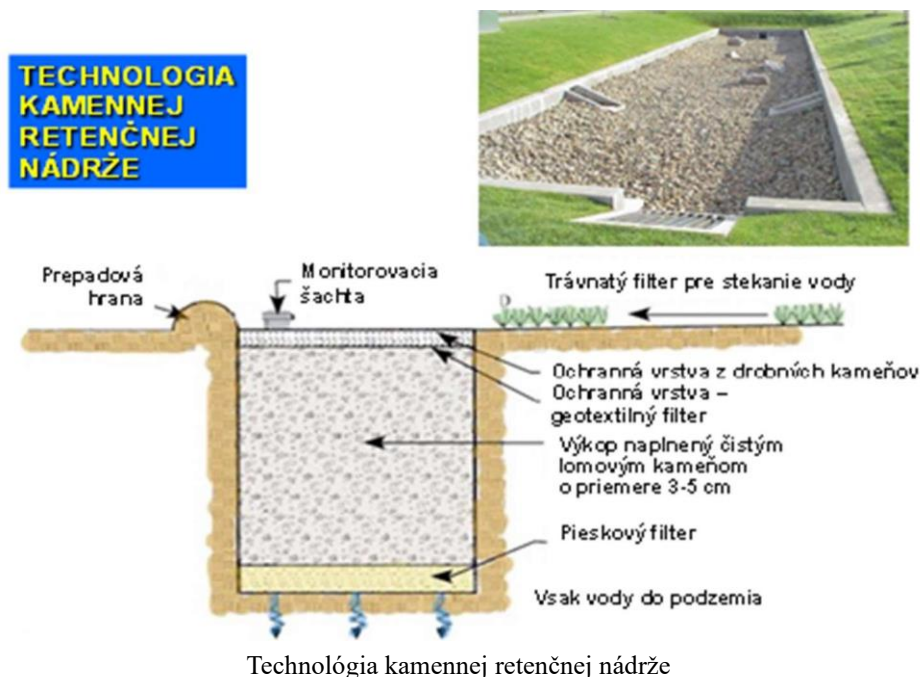
Pre potreby prepojenia suchej studne s bezpečnostným prepacom pre udržanie bezpečnostnej hladiny sa môže projekčne riešiť prepojenie bezpečnostného prepadu napojením napríklad na väčšiu infiltračnú plochu a pod., čím sa zabezpečí odvedenie ďalšieho odtoku gravitačne. Znížením objemu odtoku dažďovej vody môžu suché studne tiež redukovať aj rýchlosť týchto odtokov a zvýšiť kvalitu vody. Tak ako všetky infiltračné metódy, ani suché studne sa nemusia hodiť pre problémové či iné plochy, kde možno očakávať veľké zaťaženie znečisťujúcimi látkami alebo sedimentami. Suché priesakové studne odporúčame budovať od určitej stanovenej vzdialenosti od budov, najlepšie minimálne 10 m.

Objem suchej studne je definovaný ako objem z prítoku.

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

*plocha suchej studne [m] * hĺbka vody v suchej studni [m] * 40%*

(ak je plnená kameňmi). V suchej studni sa voda infiltruje ako cez dno tak aj cez strany (bočne).



Podzemná nádrž s fontánou

Z budov a spevnených plôch patriacich samosprávam navrhujeme dažďovú vodu zviešť do podzemných nádrží a zbieranú dažďovú vodu používať ako zdroj pre fontány. Jedná sa o technické opatrenie, ktoré si vyžaduje samostatnú projektovú dokumentáciu a adekvátny proces schvaľovania. Tieto fontány sú vynikajúcim klimatickým zariadením sídel v letných horúčavách.

Ďalšie spôsoby redukcie odtoku dažďovej vody zo striech sú technicky náročnejšie, ale majú aj oveľa väčšie možnosti využitia zachytenej vody, no ich realizácia si vyžaduje spoluprácu s odborníkmi v danej oblasti. Príkladom je zberná nádrž zakopaná pod úrovňou terénu. K zhromažďovaniu a uchovávaníu dažďovej vody je ideálne použiť podzemné nádrže, ktoré zabezpečujú stabilnú teplotu vody bez prístupu svetla a tým nedochádza k zhoršeniu kvality vody. Akumulačné nádrže sú inštalované do nezamrzenej hĺbky, čo umožňuje prakticky celoročné využívanie dažďovej vody.

Základnými prvkami zostavy na využitie dažďovej vody je akumulčná nádrž a vodáreň, ktorá zabezpečuje distribúciu zrážkovej vody. Do nádrže je pomocou zvodov zaústená zrážková voda dopadajúca na odvodnené plochy (strecha, chodníky, príjazdová cesta a pod.). Z týchto plôch môže dochádzať k splavovaniu nečistôt, napríklad lístia či piesku. Pred nádrž sa preto predsádza šachta s čistiteľným filtračným košom. Vodáreň by mala byť umiestnená do temperovaných priestorov, aby voda v jej nádržeke nezamrzala. V nádrži môžu byť inštalované ďalšie prvky podporujúce čistotu vody ako je napr. tvarovka pre ukľudnenie prítoku proti víreniu vody atď. Každá nádrž by mala mať tiež bezpečnostný prelev, ktorý môže byť vytvorený do vsakovacieho objektu.

Zatravnovacie tvárnice

Rozvoj cestnej infraštruktúry, regulácia riečnych brehov, urbanizácia a iné ľudské činnosti majú nepriaznivý vplyv na hydrológiu krajiny. V sídlach nadmerné odkanalizovanie dažďovej vody spôsobuje suchu a zvýšenú produkciu citeľného tepla. Odkanalizovanie má aj negatívny dopad na zásoby podzemných vôd a zároveň počas intenzívnych zrážok môže spôsobiť povodne.

Jedným zo spôsobov zmiernenia týchto negatívnych dopadov je spevnenie mestských povrchov ekologickým prístupom namiesto betónovania, ktoré má nepriaznivý vplyv na zmenu klímy a prispieva k záplavám a suchu.

Betónové parkovacie plochy v riešenom území navrhujeme nahradiť zatravnovacími tvárniciami. Zatravnovacie tvárnice, niekedy nazývané aj ako vegetačné tvárnice, sú vynikajúcim riešením pre spevnenie zaťažovanej plochy pozemku s ohľadom na zachovanie rastúcej zelene. Tráva prerastá cez tvárnice, takže je zachovaná ako nosná funkcia dlažby, tak aj vsakovacie vlastnosti trávinatej plochy. Jedná sa o technické opatrenie ktoré si vyžaduje samostatnú projektovú dokumentáciu a adekvátny proces schvaľovania.

Tvárnice určené na zatravnenie sa hodia v prvom rade všade tam, kde je nutné spevniť terén, sú vhodné na parkovacie státie. Možnosti využitia sú skutočne rôznorodé. Môžeme vytvoriť spevnené zelené parkovacie státi pre osobné vozidlá, odstavné plochy pre nákladné automobily, cesty a chodníčky pre chodcov, státi pre zvieratá, výbehy do jazdiarní, ochrániť svahy proti eróziám či zosunutiu pôdy a mnohé ďalšie. Dlaždice plnia vsakovaciu funkciu. Stáva sa z nich tzv. drenáž, vďaka ktorej povrchová voda lepšie vsakuje do zeme.

Plocha na pokládku nemusí byť ani spádovaná v jednej rovine. Špeciálny zámkový systém nedovolí, aby sa jednotlivé diely od seba oddelili, takže je možné presne kopírovať akýkoľvek členitejší terén bez toho, aby sme sa museli obávať narušenia jednoliatosti celku. Výsledok nemusí mať iba pravouhlý tvar, dajú sa zakúpiť aj kruhové alebo oblúkové rošty.

Navrhujeme použiť plastové zatravnovacie tvárnice miesto betónových, hlavne kvôli funkcii betónu nasávať vodu. Typ tvárnice závisí od miesta realizácie a požadovaných funkcií konkrétneho miesta. Plastové tvárnice

je možné použiť ako riešenie na spevnenie povrchu, takže nie je nutné vykonávať akýkoľvek odborný zásah v predstihu. Pokládku je možné zrealizovať bez problémov priamo na pôvodný terén. Zatrávňovák z plastu sa najčastejšie vyrábajú z polyetylénových fólií, ktoré sa kombinujú s klasickým recyklovaným plastovým odpadom.

Plast je samozrejme oveľa ľahší ako betón, vďaka menšej hmotnosti sa s ním oveľa ľahšie manipuluje a navyše môžete počítať s nižšími nákladmi za dopravu. Umelá hmota je k tráve šetrnejšia, neodoberá ju potrebnú vlhkosť, čo znamená, že trávny porast bude zelenší a bude vyzeráť zdravšie. Plastové zatrávňovacie dlažby sú bohužiaľ viac kĺzavé ako tie betónové, zvlášť v daždivom počasí a o to viac v kopcovitom teréne. Dajú sa však kúpiť aj varianty s protišmykovou úpravou. Okrem toho sú nerozbitné, ekologicky nezávadné a odolné proti výkyvom teplôt.

Plastové zatrávňovacie dlaždice sa dajú zakúpiť v dvoch variantoch - hrubostenné a tenkostenné. Prvý spomínaný druh má kvôli svojej hrúbke podobné vlastnosti ako betónová zatrávňovacia dlažba. Majú približne rovnako vysokú nosnosť, ale nevysušuje trávne mačiny ako práve betón. Hrubostenné plastové tvárnice majú vysokú odolnosť proti poveternostným podmienkam, ako je vietor, dážď, mráz, soľ alebo UV žiarenie. Tento typ je však finančne najnákladnejší. Pre dlhodobejšie použitie je potrebné zhutniť podložie a spevniť výsledný tvar pomocou obrubníkov, čo takisto zvyšuje ich cenu.

Výsadou tenkostenných plastových tvární je minimum použitého materiálu, čo znamená maximum zatravnenej plochy. Dlaždice môžu pekne splynúť s okolitým prostredím, takže nebudú na prvý pohľad pôsobiť až tak rušivo. Ďalšou výhodou je rýchlejšia montáž. Jednotlivé diely je totiž možné pevne spojiť k sebe spojovacími zámkami, ktoré zaistia, že celok bude držať pohromade bez nutnosti dodatočnej inštalácie obrubníkov alebo kotvenia tvární do svahu. Rozpájanie zámkov ide o poznanie horšie ako ich spájanie, takže demontáž nepatrí medzi plusy tohto variantu. Bez nespevneného podložia nie je vhodné používať tenkostenné dlaždice ako provizórne riešenie na chôdzu alebo pojazd automobilov.

Malá vodná nádrž

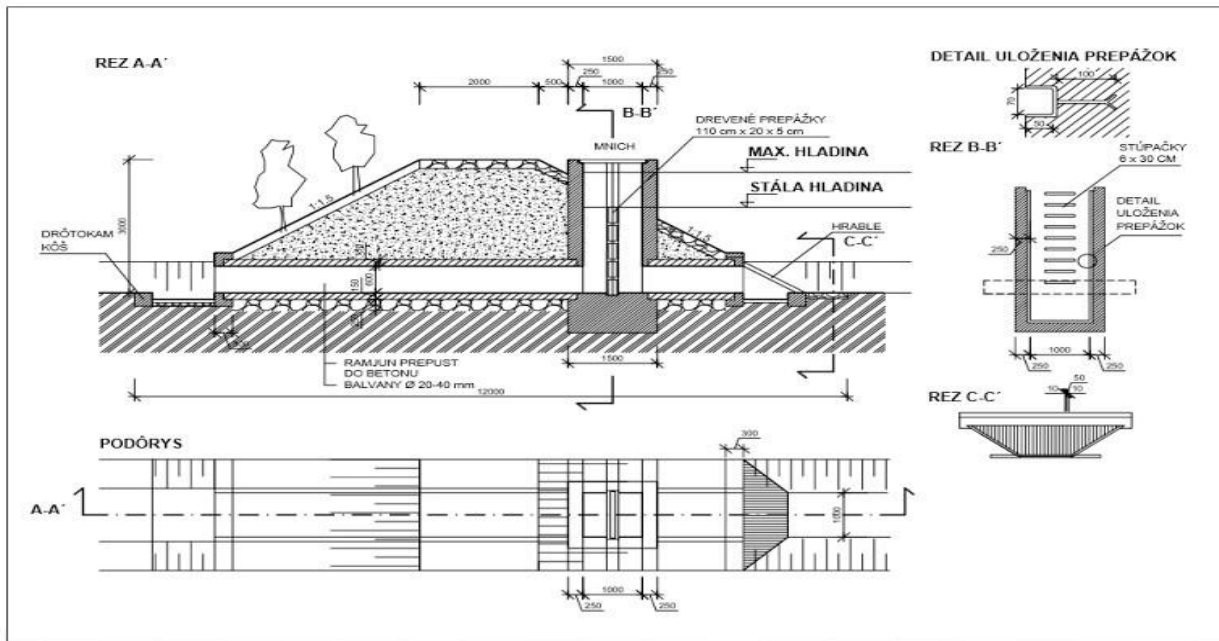
Jedná sa o technické opatrenie ktoré si vyžaduje samostatnú projektovú dokumentáciu a adekvátny proces schvaľovania.

Protipovodňový ochranný priestor realizovaný prostredníctvom malých vodných nádrží s priemerným vodozadržným objemom 2 000 m³, ktoré budú zásobované pritekajúcou dažďovou vodou. Tieto rezervoáre,

s maximálnou hĺbkou do 1,5 metra a retenčným protipovodňovým objemom 1 m nad výškou stálej hladiny. Navrhujeme tieto nádrže technicky riešiť tak, aby bolo možné prevádzkovať hladinový režim v prospech možného zvýšenia kapacity protipovodňovej ochrany pre extrémnejšie povodňové stavy. Tiež pre tieto nádrže bude výhodné zvyšovať hladiny na vyššie vodné stavy z hľadiska potrieb pre iné polyfunkčné využívanie, tak aby tieto lokality bolo možné využívať aj pre protipožiarnu ochranu a s vytvorením lokálnych oddychových zón. Je predpoklad, že časom sa v týchto lokalitách budú postupne vytvárať miestne rybníky, či iné polyfunkčné využitie, čo zatriktívni prostredie.



Lokality na vybudovanie vodných nádrží je potrebné starostlivo vybrať tak, aby to korešpondovalo s celkovým strategickým zámerom zatriktívnenia celého územia, čo zásadným spôsobom prispeje k zvýšeniu ekonomického a rozvojového potenciálu mesta a okolitého územia.

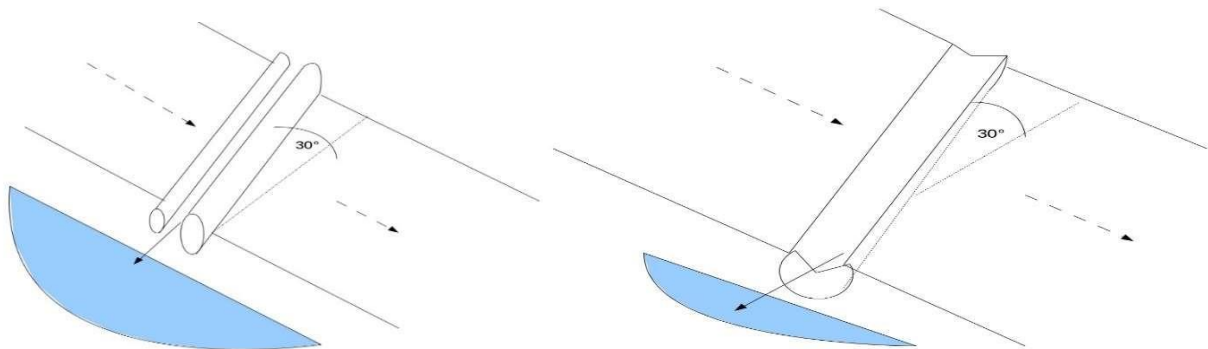


Technický náčrt malej vodnej nádrže

Riešenia pre lesnú dopravnú infraštruktúru - Odrážky na spevnených a nespevnených cestách a zasiakavacie jamy

V pláne je navrhnutých celkovo 4 828 odrážok v ktorých budú zasiakavacie jamy. Odrážky na cestách navrhujeme typizovať, tak aby ku každej odrážke bola zrealizovaná vodozadržná jama. Odporúčané typy odrážok sú uvedené nižšie. Dôležité však je, aby dažďová voda z odrážky bola zbieraná do zasiakavacích jám, z ktorých bude presakovať do porastu. Nie je dôležitý tvar zasiakavacej jamy, ale jej objem. Navrhujeme ku každej odrážke zrealizovať objem zasiakavacej jamy 10 m³, čo v praxi znamená nevyhnutnú potrebu zrealizovania odrážok vo vzdialenosti každých 40 m lesnej cesty, zväžnice. Približovacie linky odporúčame hneď po ťažbe zrevitalizovať. Vzdialenosť odrážok neovplyvňuje sklon cesty, pretože objem odtekajúcej vody po zhutnenej či lesnej, alebo poľnej ceste je približne rovnaký. V tomto prípade nejde o rýchlosť, ale o celkový objem odtekajúcej vody.

Odrážky odporúčame vytvárať z kombinácie rôznych materiálov, najmä dreva v závislosti od finančných možností. V rozpočte bol braný do úvahy miestny materiál – drevo. Odrážka zabezpečuje odtok dažďovej vody do zasiakavacej jamy, kde sa hromadí a následne vsakuje do podlažia krajiny. Vsakovací priestor zároveň obmedzuje eróziu pôdy najmä, ak je vyložený kameňom pod výústením odrážky.



Schematické znázornenie odrážky zhotovenej z dreva (guliače, žrd'e, žľab). Šípky znázorňujú smer toku vody po ceste a jej presmerovanie odrážkou do terénu, resp. do zasiakavacej jamy

Pri zhotovovaní odrážok odporúčame osadenie odrážky do telesa cesty. Na miestach, kde je to možné, je vhodné vybudovať odrážky vytvorením malej depresie na ceste a jej vysypaním kameňom. Odrážky musia byť v miernom sklone v smere odtoku vody, aby dochádzalo v čo najväčšej miere k ich samočisteniu. Nevyhnutnou podmienkou fungovania vybudovanej siete odrážok je ich údržba a čistenie.



Množstvo starých nefunkčných lesných približovacích liniek a zväžnic sa v čase privalových dažďov aktivuje a prispieva k strate vody z lesa aj z poľnohospodárskej krajiny aj pri veľmi malých pozdĺžnych sklonoch.



Infiltračné priekopy pozdĺž ciest

Jedná sa o technické opatrenie ktoré si vyžaduje samostatnú projektovú dokumentáciu a adekvátny proces schvaľovania.



Schéma infiltračnej priekopy pozdĺž cesty, príklady aplikácie a zbierania dažďovej vody v rigoloch (USA, Rakúsko)

V častiach, kde cesty sú trasované lúkami, na ochranu ciest i na zníženie odtoku dažďovej vody tiež navrhujeme infiltračné priekopy, do ktorých sa bude zbierať všetka dažďová voda.

Zasiakavacie pásy a obnova vetrolamov poľnohospodárskej krajiny

Najvhodnejšie je zrealizovať zasiakavacie pásy na pôvodných melioračných kanáloch, ktoré postupne vytvoria s doprovdnou zeleňou tak potrebné vetrolamy v poľnohospodárskej krajine. Preto zasiakavacie pásy na trvalých trávnatých porastoch navrhujeme osadiť stromoradiám. Môžu byť aj ovocné stromy. V zmysle Európskej poľnohospodárskej politiky je potrebné vynechať z poľnohospodárskej krajiny minimálne 5% poľnohospodárskych pôd na mimoprodukčné funkcie poľnohospodárskej krajiny. Preto navrhujeme typ opatrení, ktoré toto zabezpečí prostredníctvom zasiakavacích pásov aj na ornej pôde v už doteraz vybudovanej infraštruktúre odvodňovacích kanálov, ktoré v istých úsekoch budú prehradené (zemné hrádze), aby sa dažďová voda v nich zbierala a ostávala v nich na obdobie, keď dlho neprší. Zadržaná dažďová voda bude vsakovať a cez vegetáciu vyparovať a tým sa posilnia denné mikrocykly tvorby rosy.

Skúsenosti z Čiech hovoria o tom, že podiel horizontálnych zrážok dosahuje až 10% z celkovej bilancie ročných zrážok. Táto dažďová voda, ktorá sa v čase prebytkov zachytí a cez výpar sa vráti do atmosféry cez deň prináša denne zavlaženie rosou vo vrchole leta až 10 kubíkov vody denne, čo spôsobí prírastok biomasy v poľnohospodárskej krajine za vegetačné obdobie 750 kg/ha a zvýšenie spotreby CO₂ na fotosyntézu ročne až 1 t/ha. Vieme, že fotosyntéza viaže čistý uhlík do pôdy cez korene, čo sú minerálne látky, potrebné pre zúrodnenie ťažkých pôdy, aké sú na Východoslovenskej nížine.

Štruktúru zasiakavacích pásov navrhujeme riešiť všade tam, kde sú vybudované melioračné systémy. Riešenie je pomerne jednoduché. Odvodňovacie kanály každých 15-20 metrov prerušiť zemnou hrádzou. Podmienkou je však, aby dokázali absorbovať spomínanú 60 mm zrážku. Treba však dotiahnuť detaily, pretože najväčšie problémy na Východoslovenskej nížine sú v mimovegetačnom období, kedy súhrn zrážok za zimné obdobie zvykne bežne dosahovať aj 250 mm.



Tento typ opatrení spôsobí malú revolúciu v poľnohospodárskej krajine, lebo prinúti poľnohospodárov nechávať v poľnohospodárskej krajine dostatočný priestor pre mimoprodukčné ekostabilizačné funkcie zveľaďovania krajiny.

Odporúčaná hĺbka zasiakavacích pásov je do 1,2 metra. Môže byť aj väčšia v závislosti od hĺbky melioračných kanálov. Vetrolamy na ornej pôde budú štruktúrovane diverzifikované tak, ako sú teraz v poľnohospodárskej krajine situované melioračné kanály. Zasiakavacie pásy by mali byť vhodne poprapájané na malé vodné nádrže, aby dokázali zbierať aj extrémnejšie zrážky. Z nich by sa mali stavať vodné farmy a rybníky. Celkovo navrhujeme 571 606 bežných metrov zasiakavacích pásov/vetrolamov. Zvážiť ktoré druhy by bolo vhodné vysadiť do priestorov zasiakavacích pásov. To zásadne zatraktívni krajinu a zároveň vytvorí dostatok únikových plôch pre drobnú zver.



Zasiakavacie jamy v poľnohospodárskej krajine

Významným revitalizačným prvkom sú zasiakavacie jamy, ktoré zbierajú dažďovú vodu z poľnohospodárskej krajiny. Z nich sa postupne vytvoria mokrade a pufrovacie zóny pre voľne žijúce živočíchy. Budú ekostabilizačnými prvkami v krajine, prispievajúcimi k zvyšovaniu zásob podzemných vôd. Zvýšeným

výparom vody z mokradí sa bude postupne ozdravovať mikroklima. Tieto opatrenia významne prispievajú napríklad aj k tvorbe rosy v krajine, čo má v suchých obdobiach významný prínos pre udržiavanie vlahy. Toto opatrenie je tiež preventívnym opatrením pred suchom, z ktorého vznikajú riziká požiarov.



Zasiakavacie jamy odporúčame realizovať s maximálnou hĺbkou do dvoch metrov s vodozadržným objemom 50 m³. Z týchto lokalít sa postupne vytvoria mokradné ekosystémy, ktoré sa stanú nie len súčasťou komplexnej preventívnej ochrany pred povodňami, ale budú významným ekostabilizačným prvkom okolitej krajiny s významným prínosom pre ochranu biodiverzity, ako súčasť ekostabilizačných mimoprodukčných funkcií.

Hrádzky všetkých typov v lesnej krajine

V priemere vodozadržný objem jednej prehrádzky bude dosahovať 20-50 m³ s tým, že viditeľný objem vodozadržného priestoru bude 40 m³, a 10 m³ bude príspevok každej hrádzky na nasycovanie okolitého prostredia, spôsobené vzdušným zadržaním vody. Vychádzajúc z charakteristiky reliéfu v údolniciach a erózných ryhách sa pripúšťa variabilita vodozadržného priestoru od 5 m³ po 50 m³.

Je možné, že reálny počet objektov nemusí byť zhodný s navrhovanými počtami. Nie je však dôležitý počet objektov, ale vodozadržný objem. Ten musí byť dodržaný pri realizácii. Počet objektov bude závisieť práve od objemu vodozadržných objektov.

Prekladané drevené hrádzky v roklinách

Okrem už uvedených skutočností sa na vzniku povodňových rizík podieľajú aj zanedbané erózne ryhy, rokliny a výmole. Je potrebné staré výmole a erózne ryhy revitalizovať. V najvyšších úsekoch navrhujeme na realizáciu opatrení miestny materiál. Najvhodnejším opatrením pre tieto časti sú prekladané hrádzky z konárov a drobného dreva, ktorého je v roklinách dostatok.

Výhodou tohto riešenia je, že hrádzky sa rýchlo zanesú sedimentmi a drevo v sedimentoch sa zakonzervuje a vydrží niekoľko desaťročí. Hrádzky sa tak stanú umelými nivami, ktoré budú zadržiavať dažďovú vodu počas každej zrážky. Vytvorením kaskády prekladaných hrádzí sa stabilizujú erózne ryhy a rokliny. Dno roklní sa dvihne, čo bude zároveň pôsobiť ako prevencia pred zosuvmi a prehĺbovaním dna roklní a eróznymi rýh.

V sedimentoch sa budú vytvárať zásoby vôd, lebo tieto sedimenty budú napájané dažďovou vodou, ktorá sa v nich bude akumulovať. Na sedimentoch hrádzí vznikne nový porast, čo významným spôsobom prispeje k obnove a dobrej kondícii porastov a postupné preberanie povodňovej ochrany vegetáciou.



Prekladané hrádzze sa rozdeľujú na nasledujúce typy:

- Prekladaná hrádza hrabľová
- Prekladaná hrádza skĺz
- Prekladaná hrádza vzostupná
- Prekladaná hrádza priechodová
- Prekladaná hrádza fašinová
- Prekladaná hrádza bobria

Uvedené typy prekladaných hrádzí sú schematicky znázornené na nasledujúcich výkresoch.

Drevené hrádzky

V lokalitách, kde nie je vhodné realizovať prekladané hrádzky, navrhujeme drevené hrádzky rôzneho typu v závislosti od miestnych pomerov a miestneho materiálu. Tie je vhodné používať v najvyšších lokalitách erózných rýh. Ich spôsob konštrukcie a výstavby úplne závisí na miestnych podmienkach. Môžu byť z odpadového dreva, kaskádovito umiestnené v tých poškodených lokalitách, ktorých hĺbka nepresahuje 2 metre.



Pre klasické drevené hrádzky odporúčame používať odkôrnené drevo.



Kamenné hrádzky

V lokalitách, kde je prebytok miestneho kameňa, budú vyskladané hrádzky do výšky 1 metra. Ak sú v lokalitách potrebné vyššie hrádzky, odporúčame používať lomový kameň o priemere 30-80 cm. Tieto typy opatrení navrhujeme realizovať v údolných častiach roklín s maximálnou výškou do dvoch metrov. Nižšie hrádzky do 1,5 metra budú osadené na konci údolia pred sútokom do hlavného toku mikropovodia. V prípade drobného miestneho kameňa s frakciou 5-30 cm, navrhujeme zároveň hrádzku drevenými trámami tak, aby došlo k previazaniu dreva s kameňov.



Zrubové hrádzky

V suchých roklinách budú použité zrubové hrádzky. V území je veľa jelšového dreva, preto navrhujeme jelšové drevo. Zrubové hrádzky navrhujeme realizovať nad kamennými hrádzkami v poradí.



Gabiónové hrádzky

Na jednotlivých drobných potokoch sa budú striedať kamenné sypané hrádzky a gabióny. Gabióny budú použité ako posledná hrádzka na drobných potôčikoch. Budú robené na periodicky vysychajúcich roklinách i na drobných bezvýznamných vodných tokoch. Budú zrealizované do výšky 1,5 m.



Dažďový rezervoár

Dažďový rezervoár je zemná hrádza zapustená do svahu, respektíve vyhlbená jama v prípade rovního terénu, ktorá zbiera dažďové vody do rezervoára a podporuje jej vsak s dopĺňovaním dažďovej vody do pôdy a do podzemia. Voda, ktorá ostáva v rezervoári znižuje odtok vody z územia, dopĺňuje zásoby pôdnej vody sa následne vyparuje a napomáha termoregulácii krajiny. Objem jedného rezervoára by mal byť okolo 300 m³. Voda zbieraná v dažďovom rezervoári môže slúžiť aj na zavlažovanie vegetácie.

