

# KATALÓG VYBRANÝCH ADAPTAČNO-MITIGAČNÝCH OPATRENÍ PRE URBANIZOVANÉ ÚZEMIE




Október 2020



# KATALÓG VYBRANÝCH ADAPTAČNO-MITIGAČNÝCH OPATRENÍ PRE URBANIZOVANÉ ÚZEMIE

Autori: Pavol Stano, Karpatský rozvojový inštitút  
Andrej Šteiner, Karpatský rozvojový inštitút  
Zuzana Hudeková, Mestská časť Bratislava-Karlova Ves  
Mirek Lupač, CI2, o. p. s.  
Viktor Třebický, CI2, o. p. s.  
Josef Novák, CI2, o. p. s.  
Ľubica Šimkovicová, Inštitút pre pasívne domy  
Vladimír Šimkovic, Inštitút pre pasívne domy  
Silvia Halková, Bratislavské regionálne ochranárske združenie

Grafické spracovanie a tlač:

 **Polygrafické centrum** POLYGRAFICKÉ CENTRUM  
Vajnorská 142, 831 04 Bratislava  
www.polygrafcentrum.sk  
ba@polygrafcentrum.sk

Text neprešiel jazykovou korektúrou

Bratislava, Október 2020

**ISBN: 978-80-570-2374-6**

**EAN: 9788057023746**



Publikácia bola zostavená v rámci projektu DELIVER: DEveloping resilient, low-carbon and more LIVable urban Residential area, DELIVER: Sídlišká ako živé miesta odolné voči zmene klímy, kód LIFE17 CCA/SK/000126 – LIFE DELIVER, ktorý je finančne podporený z prostriedkov Európskej komisie, z finančného nástroja pre životné prostredie: program LIFE, z podprogramu „Ochrana klímy“.

Viac informácií o projekte DELIVER je možné nájsť na stránke <http://odolnesidliiska.sk/>.



# OBSAH

<b>I. ÚVOD A ZAMERANIE PUBLIKÁCIE.....</b>	<b>5</b>
<b>II. PREHĽAD ADAPTAČNO-MITIGAČNÝCH OPATRENÍ .....</b>	<b>7</b>
<b>A. Synergické adaptačno-mitigačné opatrenia .....</b>	<b>7</b>
1 Využitie klimaticky odolného územného plánovania .....	7
2 Výsadba solitérov a malých spoločenstiev stromov na verejných priestranstvách s lokálnym ochladzovacím účinkom .....	9
3 Skupinová výsadba stromov na verejných priestranstvách s primárne mikroklimatickou funkciou .....	11
4 Výsadba drevín s primárne hygienickou, melioračnou a protieróznou funkciou .....	14
5 Budovanie vnútroblokovej zelene zabezpečujúcej príjemnú mikroklimu pre miestnych obyvateľov .....	16
6 Tvorba nových rozsiahlejších plôch zelene s funkčnou stromovou vegetáciou .....	18
7 Prírode blízka údržba zelene vrátane zníženia frekvencie kosenia .....	20
8 Budovanie mokradí v urbánnom prostredí .....	23
9 Zakladanie produkčných mestských záhrad .....	24
10 Budovanie vegetačných striech .....	26
11 Budovanie vegetačných (zelených) stien .....	29
12 Podpora prírode blízkyh opatrení na zachytávanie a vsakovanie zrážkovej vody .....	30
13 Využívanie priepustných povrchov vo verejných priestranstvách .....	32
14 Budovanie technických prvkov na vsakovanie a zadržiavanie zrážkovej vody zo spevnených plôch .....	34
15 Využitie princípov udržateľnej architektúry budov z pohľadu zmeny klímy .....	35
16 Výber a použitie stavebných materiálov .....	37
17 Zvýšenie tepelnej ochrany konštrukcií .....	39
18 Tienenie transparentných otvorov na budovách technickými prvkami .....	41
19 Využívanie odrazivých povrchov na budovách a verejných priestranstvách .....	42
20 Riadené vetranie s rekuperáciou tepla .....	44
21 Výroba energie z obnoviteľných zdrojov .....	46
22 Zachytávanie a využívanie zrážkovej vody v budovách .....	48
23 Zachytávanie a využívanie odpadovej „sivej“ vody v budovách .....	49
<b>B. Adaptačné opatrenia s možným negatívnym mitigačným vplyvom .....</b>	<b>52</b>
24 Ochladzovanie prostredia vodnými prvkami s obehom vody .....	52
25 Modernizácia vozidiel verejnej hromadnej dopravy .....	53
26 Chladenie interiéru budov .....	55
27 Zabezpečenie verejne dostupných vnútorných ochladzovacích priestorov .....	56

# I. ÚVOD A ZAMERANIE PUBLIKÁCIE

Zmena klímy a jej negatívne dôsledky na všetky oblasti života sa stali realitou. Od pred-industriálneho obdobia vzrástla teplota o cca 1,5 °C a podľa rozličných scenárov by jej nárast mohol dosiahnuť až 4 °C do konca 21. storočia. Signatárske krajiny Rámcového Dohovoru OSN o zmene klímy, medzi ktoré patrí aj Slovensko, sa tzv. Parížskou medzištátnou dohodou z roku 2015 zaviazali k opatreniam, ktoré prispievajú k obmedzeniu nárastu teploty do konca tohto storočia max. do 1,5 – 2 °C. Avšak, v súčasnej situácii už nestačí len znížiť emisie skleníkových plynov, ale je potrebné sa aj adaptovať na dopady zmeny klímy a prijímať opatrenia, ktoré smerujú k zníženiu jej negatívnych dopadov.

Reagovanie na zmenu klímy sa stáva kľúčovým v procese spravovania mesta. Zmena klímy a jej dôsledky sa musí stať kľúčovou témou pre ďalší život aj v našich mestách a mala by byť zohľadnená aj pri všetkých ostatných politikách mesta. Pre efektívne reagovanie na celú šírku problematiky zmeny klímy, je potrebné prehodnotenie súčasného tradičného prístupu k procesu plánovania a rozhodovania smerom k posúdeniu vplyvov rozvojových zámerov a cieľov mesta, ako aj rutinných činností mestskej samosprávy z pohľadu zmeny klímy.

Riešením je vytváranie a implementácia mestských klimatických politík, ktoré umožnia systematické a komplexné počínanie mestských samospráv. Opatrenia, ktorými sa mestá v súčasnosti snažia zmierniť negatívne dopady zmeny klímy, sú často nesytemové a predstavujú len čiastkové, momentálne riešenia. Štúdie a prax z iných miest ukazujú, že oddelené prístupy k týmto procesom znižujú na jednej strane komplexnosť reakcie na zmenu klímy a na strane druhej znižujú efektívnosť vynakladania verejných zdrojov. Klimatické spravovanie mesta je proces, akým sa tvorí a uplatňuje vytvorená klimatická politika, akým spôsobom je zapracovaná do iných mestských politík, a tiež ako sa robia kroky smerujúce priamo k ochrane klímy a k zvýšeniu adaptability územia mesta.

Častým problémom pri plánovaní a realizácii investičných aktivít je absencia dostatočných vedomostí o aktuálnych a prognózovaných dopadoch zmeny klímy na mestské prostredie, ako aj o vplyve týchto aktivít na prispôsobovanie sa zmene klímy či produkcii skleníkových plynov. Zároveň je vhodné uprednostňovať také opatrenia, ktoré majú pozitívny ako adaptačný, tak aj mitigačný a biodiverzitný vplyv, čím sa zvýši pridaná hodnota realizovaných opatrení.

Táto publikácia ponúka prehľad vybraných opatrení pre urbanizované územie (s dôrazom na sídliská), ktorý môže pomôcť (nielen) lokálnym samosprávam zorientovať sa v možných opatreniach, ich adaptačnom, mitigačnom ako aj biodiverzitnom vplyve, a napomôcť im pri výbere správneho opatrenia na správne miesta.

Dokument ponúka prehľadný a stručný popis odporúčaných opatrení, ktoré prispievajú k lepšej orientácii v problematike vzájomných vzťahov mitigácie, adaptácie a biodiverzity. Jeho cieľom je predstaviť predovšetkým synergické opatrenia, ktoré majú adaptačný aj mitigačný vplyv (či už pozitívny, alebo negatívny), a tým napomôcť samosprávam pri hľadaní vhodných riešení a opatrení na zmierňovanie, či adaptáciu na zmenu klímy.

Unikátnosťou publikácie je práve zaradenie a popis len tých opatrení, ktoré sa súčasne týkajú tak oblasti adaptácie, ako aj mitigácie v urbánnom prostredí, či už s pozitívnym alebo negatívnym vplyvom. Z dôvodu významu zachovania a podpory biodiverzity z pohľadu zmeny klímy a poskytovania ekosystémových služieb, je pri relevantných adaptačno-mitigačných opatreniach bližšie popísaný aj ich vplyv na rozvoj biodiverzity. Súčasťou prehľadu sú len tie opatrenia, ktoré sa realizujú v intraviláne mesta, alebo majú priamy vplyv a dopady na územie intravilánu mesta.

Každé z opatrení uvedené v tejto publikácii obsahuje stručný všeobecný opis opatrenia, popis jeho mitigačného vplyvu (pozitívneho alebo negatívneho), adaptačného vplyvu (pozitívneho alebo negatívneho) a biodiverzitého vplyvu (pokiaľ je relevantný).

Opatrenia, ktoré majú buď z pohľadu adaptácie alebo mitigácie priamy vplyv neutrálny (teda sú bez priameho účinku), tak do tejto publikácie nie sú zahrnuté (napríklad: budovanie protipovodňovej ochrany formou hrádzí či stien má pozitívny adaptačný efekt, avšak z pohľadu mitigácie nemá ani pozitívny ani negatívny vplyv, preto nie je súčasťou tejto publikácie).

Intenzita vplyvu opatrenia na adaptabilitu prostredia, na redukciu skleníkových plynov, resp. biodiverzitu je určená metódou expertného odhadu a je udávaná v škále:

- - => negatívny vplyv,
- 0 => neutrálny vplyv (iba pri hodnotení vplyvu na biodiverzitu),
- + => mierne pozitívny vplyv,
- ++ => stredne pozitívny vplyv,
- +++ => významne pozitívny vplyv.

Na záver sú pri každom opatrení uvedené doplňujúce informácie užitočné pri samotnej realizácii opatrenia. Ide o odporúčania a informácie, ktoré je vhodné brať do úvahy pri procese plánovania alebo realizácie opatrenia, prípadne, ktoré je vhodné si doštudovať pred realizáciou opatrenia. Môže ísť napr. o legislatívne limity, odporúčania na vhodnú údržbu a manažment, výhody a nevýhody vybraných variantov realizácie, potreba konzultácie so špecialistom pre danú oblasť v procese plánovania a pod.

Cieľom publikácie nie je poskytnúť detailný či technický popis opatrení, ale usmerniť čitateľa a motivovať ho k prioritizácii komplexných opatrení s adaptačným, mitigačným ako aj biodiverzitným vplyvom, vyvarovaniu sa realizácii

opatrení na prispôsobenie sa zmene klímy avšak spôsobujúcich nárast emisií (pokiaľ nie sú nevyhnutné) a doštudovaniu predmetných skutočností a širších vzťahov v špecializovanej literatúre alebo konzultáciou so sektorovým špecialistom. Zoznam uvedených opatrení nie je úplný a vyčerpávajúci, nakoľko ide o výber opatrení využiteľných v sídliskových častiach miest a vychádzajúci z praxe a skúseností autorského tímu publikácie.

Publikáciu s názvom „Prehľad adaptačno-mitigačných opatrení pre urbanizované územie“ vypracoval tím odborníkov v rámci medzinárodného projektu DELIVER – DEveloping resilient, low-carbon and more LIVable urban Residential area (DELIVER: Sídliská ako živé miesta odolné voči zmene klímy), ktorý sa zameriava na zladenie aktivít smerujúcich k zmierňovaniu klimatickej zmeny (mitigácia) s prispôsobovaním sa jej dopadom (adaptácia) a podporou biodiverzity v urbanizovanom území (viac informácií o projekte a ďalších výstupoch je dostupných na <http://odolnesidliska.sk/>).

# II. PREHĽAD ADAPTAČNO-MITIGAČNÝCH OPATRENÍ

## A. SYNERGICKÉ ADAPTAČNO-MITIGAČNÉ OPATRENIA

### 1 Využitie klimaticky odolného územného plánovania

Medzi systémové a najefektívnejšie opatrenia patrí klimaticky odolné územné plánovanie, ktoré už pri plánovaní kompozície mesta (alebo jeho časti) zohľadňuje aspekty zmeny klímy. Prostredníctvom aplikácie rôznych urbanistických prístupov a regulácií je možné výrazným spôsobom minimalizovať produkciu skleníkových plynov na území mesta, či zvýšiť odolnosť mesta voči negatívnym dopadom zmeny klímy (vlny horúčav, riečne povodne, prívateľné povodne a pod.).

Medzi opatrenia v oblasti územného plánovania a urbanizmu na minimalizáciu produkcie skleníkových plynov patria napr.: polycentrický model mesta, model kompaktného mesta s krátkymi dopravnými vzdialenosťami, preferencia verejnej hromadnej dopravy a cyklo/pešej dopravy na úkor individuálnej automobilovej dopravy a iné.

Opatrenia na zvyšovanie odolnosti a adaptability územia mesta voči negatívnym dopadom zmeny klímy sú napr.: zachovanie koridorov na prevetrávanie a cirkuláciu vetra v meste, vytváranie siete biokoridorov, zabezpečenie dostatku funkčných plôch zelene a ich dostupnosť obyvateľom, vhodná parametrická regulácia územia (napr. koeficient vegetačných plôch, podiel nepriepustnosti povrchu, ekoindex) a iné.

Obrázok 1: Aspern Seestadt – nová časť Viedne s prvkami klimaticky uvedomelého územného plánovania a inteligentného mesta



Zdroj obrázka: Wien 3420 Aspern Development AG

#### Mitigačný vplyv opatrenia: ++

Ide o komplexnú problematiku, ktorá môže mať pri správnej a včasnej realizácii významný mitigačný prínos z hľadiska vplyvu sídiel na zmenu klímy. Spájajúcim prvkom týchto opatrení je, že musia byť naplánované včas, už pri spracovaní územného plánu. Zásadné rozhodnutia, ktoré ovplyvňujú štruktúru zástavby, sú totiž prijaté pri práci na územnom pláne, prípadnom regulačnom pláne a územných štúdiách, dávno predtým, než sa začnú projektovať jednotlivé budovy.

Príklady týchto opatrení sú popísané napr. v publikácii Pavlečík et al., 2019. Ide napríklad o parceláciu a štruktúru zástavby, čo vytvára podmienky pre úsporu a získavanie solárnej energie:

- parcelácia umožňuje prevažujúci prístup zo severu a na južnej strane rodinných domov a radovej zástavby veľké zasklené plochy, ktoré umožňujú pasívne solárne zisky,
- regulácia zamedzuje tieneniu budov navzájom, zohľadňuje taktiež sklon terénu, čo umožní na budovách inštaláciu fotovoltických panelov, umiestnenie nových zastavateľných plôch tak, aby bolo možné vyššie uvedené jednoducho zabezpečiť (ideálne rovina alebo južné svahy, bez tienenia ihličnanmi, listnaté stromy sú v zime bez olistenia a netienia, s prístupom zo severu).

Vytváranie „mesta krátkych vzdialeností“: cieľ je organizovať mesto takým spôsobom, aby čo najviac služieb, infraštruktúry a atrakcií, boli v dosahu a aby obyvatelia nemuseli ďaleko cestovať, a taktiež, aby udržiavaná cestná sieť bola čo najkratšia.

Podpora prirodzeného prevetrávania a ochladzovania mesta zmierňuje efekt tepelného ostrova a potrebu aktívneho ochladzovania v budovách.

#### **Adaptačný vplyv opatrenia: +++**

K jedným z najúčinnějších opatrení na znižovanie dopadov vln horúčav a mestského ostrova tepla je ochladzovanie územia prostredníctvom dobrej cirkulácie vzduchu, ktorú je možné dosiahnuť vhodnou kompozíciou budov a verejných priestranstiev v meste. Zastavané plochy svojou hustotou, výškou a štruktúrou zástavby pôsobia na celkové prúdenie drsnosťou. Vhodné je už pri územnom plánovaní rátať s budovaním nezastavaných koridorov, zelených pásov a vhodným trasovaním uličnej siete zabezpečiť pritekanie chladnejšieho vzduchu z extravilánu do zastavaného územia. Vďaka takémuto ochladzovaciemu prúdeniu sa zmierňuje dopad letných horúčav v mestských štvrtiach a zlepšuje sa kvalita ovzdušia. Čím hustejšia je zástavba a orientácia zástavby kolmo na smer prúdenia vetra, tým je znížené prevetrávanie zastavaného územia.

Vhodnou kompozíciou budov a ich okolia je možné taktiež zvýšiť tepelnú pohodu v príľahlých verejných priestranstvách budov (napr. vnútrobloky) počas vln horúčav. Riešením je napr. plánovanie verejného priestranstva určeného na oddych a rekreáciu v (čiastočnom) tieni zástavby pre minimalizáciu prehrievania priestranstva v letnom období.

Vplyv rôznych foriem zelene a opatrení na zadržiavanie vody na zvýšenie prispôsobenia sa mesta zmene klimatických podmienok je popísaný nižšie pri jednotlivých opatreniach.

#### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: ++**

Klimaticky odolné plánovanie, ktoré má vhodne zakomponované plochy a prvky zelene v rôznych rozmeroch a druhoch, jednoznačne pomáha nielen ľuďom prežiť v mestách v exponovanejších podmienkach, ale vytvára aj pre živočíchy a rastliny vhodné podmienky na prežitie.

#### **Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Komplexná realizácia opatrenia je v súčasných podmienkach s existujúcimi mestskými štruktúrami veľmi náročná až prakticky nemožná. Opatrenie je vhodné aplikovať pri plánovaní a budovaní najmä nových mestských štvrtí, alebo pri jednotlivých významnejších infraštruktúrnych rekonštrukciách na území mesta.
- V súčasnosti nie je možné definovať vhodné opatrenia všeobecne platné pre všetky mestá. Pri navrhovaní opatrení je potrebné brať do úvahy prírodné podmienky jednotlivých miest, ako aj ohrozenosť jednotlivých miest na vybrané dopady zmeny klímy.
- V praxi je veľmi náročné nájsť vhodnú kombináciu opatrení zmierňujúcich zmenu klímy (mitigačné) a prispôsobujúcich územie na dopady zmeny klímy (adaptačných) pre dané mesto, nakoľko niektoré z opatrení a prístupov si vzájomne odporujú (napr. budovanie hustej zástavby pre znižovanie dopravnej vzdialenosti a ponechanie dostatku verejného priestoru na rozvoj zelených plôch s dostatočným mikroklimatickým efektom). Preto je vhodné do procesu územného plánovania prizvať aj odborníkov z oblasti reakcie na zmenu klímy.

#### **Doplňujúce zdroje informácií (linky):**

Lee, t. – Painter, M.: Comprehensive local climate policy: The role of urban governance. In Urban Climate 14. 2015. s. 566 – 577.

Pavlečík, P. – Klápště, P. – Lupač, M. – Třebický, V. 2019: Města a sídelní krajina ČR v době změny klimatu. Stručný přehled problematiky pro představitele veřejné správy. Rudná: CI2, o. p. s., 32 s.

Dostupné na: <[https://ci2.co.cz/sites/default/files/souboryredakce/brozura\\_mesta\\_a\\_sidelni\\_krajina\\_cr\\_a\\_zk\\_0.pdf](https://ci2.co.cz/sites/default/files/souboryredakce/brozura_mesta_a_sidelni_krajina_cr_a_zk_0.pdf)>.

Karpatský rozvojový inštitút. 2015: Stratégia adaptácie mesta Trnava na dopady zmeny klímy – vlny horúčav.

Dostupné na: <[https://www.trnava.sk/userfiles/download/attachment/Strategia\\_adaptacie\\_Trnava%20schv%c3%a1en%c3%a1.pdf](https://www.trnava.sk/userfiles/download/attachment/Strategia_adaptacie_Trnava%20schv%c3%a1en%c3%a1.pdf)>.

Karpatský rozvojový inštitút. 2018: Základná stratégia adaptácie na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy na území mesta Prešov.

Karpatský rozvojový inštitút. 2016: Katalóg adaptačných opatrení miest a obcí BSK na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy. Dostupné na: <[http://www.kri.sk/web\\_object/761.pdf](http://www.kri.sk/web_object/761.pdf)>.

United Nations Economic Commission for Europe. 2011: Climate Neutral Cities, How to make cities less energy and carbon intensive and more resilient to climatic challenges, 98 s.



## 2 Výsadba solitérov a malých spoločenstiev stromov na verejných priestranstvách s lokálnym ochladzovacím účinkom

Pod solitérnym stromom rozumieme osamotene rastúcu drevinu. Môže tiež ísť o malú skupinku dvoch až štyroch stromov, v minulosti vysádzaných hlavne v blízkosti drobných sakrálnych stavieb, alebo priamo v centrálnych priestoroch sídiel, a to napríklad pri určitých historických udalostiach. V súčasnosti sú solitérne stromy a menšie skupiny stromov na verejných priestranstvách vysadené zväčša do spevnených povrchov (ulice, verejné priestranstvá pri stavbách občianskej vybavenosti, ako sú napr. areály školských/zdravotníckych/sociálnych/ kultúrnych zariadení, parkoviská a pod.). Solitérne stromy sa často označujú aj ako bodové prvky zelenej infraštruktúry.

*Obrázok 2: Solitérne stromy je možné vysádzať aj v úzkych uliciach mesta – príklad z belgického mesta Louvain*



*Autorka fotografie: Zuzana Hudeková*

### **Mitigačný vplyv opatrenia: +**

Vegetácia zachytáva a ukladá pri svojom raste uhlík za pomoci procesu, ktorý sa nazýva sekvestrácia. Ide o dlhodobé ukladanie vzdušného oxidu uhličitého do novovytvorenej biomasy (do kmeňov, konárov, listov a koreňov drevín). Miera sekvestrácie závisí na veku dreviny, na jej druhu, ročnom období a stanovišti. U mladých drevín sú záchyty nízke, pretože celkový objem novovytvorenej biomasy je nízky. U dlhovekých drevín sú najvyššie záchyty. V ďalších obdobiach rastu dreviny sa zvyšuje miera sekvestrácie, avšak následne vo fáze dospelosti a hlavne počas odumierania dreviny je miera sekvestrácie opäť nižšia.

Z pohľadu zmierňovania zmeny klímy tiež závisí na spôsobe využitia dreva po výrube drevín – ak je využité ako palivo, uložený uhlík sa opäť dostane do atmosféry. Aj mŕtve drevo je schopné viazať uhlík po desiatky rokov, a teda lesné pôdy majú spravidla vyšší obsah uhlíka než nelesné. Tento v nich môže pretrvávať desiatky až stovky rokov, hlavne ak sú tu zavedené postupy prírody blízkeho hospodárenia. Ak sú dreviny ako surovina využité napr. na výrobu stavebného dreva, predlžuje sa dĺžka mitigačného prínosu.

V rámci tohto typu opatrenia je teda potrebné pri stanovení miery záchytu oxidu uhličitého vychádzať z konkrétnej dreviny a konkrétneho stanovišťa.

Pre novú biomasu platí priemerný záchyt: 1 tona novej biomasy = 3,67 ton pohľteného CO<sub>2</sub>.

V súčasnosti sa začína využívať pri výsadbe stromov v mestách (a to osobitne aj solitérov) tzv. biouhlie (biochar), ktoré dokáže okrem dodania živín pre strom a absorpcie vody aj pohlcovať CO<sub>2</sub> (v skutočnosti sa jedná o pyrolýzu, teda rozklad drevnej biomasy na uhlík v prostredí vysokých teplôt bez prístupu kyslíka). V rôznych štúdiách sa vypočítal potenciál sekvestrácie uhlíka za pomoci biouhlia v rozmedzí 0,7 – 1,8 Gt C/rok (Smyth, 2016).

#### **Adaptačný vplyv opatrenia: ++**

Vysadené solitérne stromy ochladzujú počas horúčav a silného slnečného žiarenia hlavne za pomoci maloplošného tienenia verejného priestranstva, čím poskytujú priestor na krátkodobé ochladenie obyvateľov nachádzajúcich sa v bezprostrednom okolí. Vhodné je doplniť opatrenie osadením mobiliáru (napr. lavičky) pre vytvorenie podmienok na trávenie času obyvateľov.

Aktívne chladenie vďaka evapotranspirácii, keď stromy vyparujú cez svoje prieduchy vodu, ktorá sa premieňa na vodnú paru odoberaním tepelnej energie z okolia, síce tiež prebieha za podmienky, ak je strom zásobený vlhkosťou, avšak prúdenie vzduchu spôsobuje, že aj veľmi mierny vánok zmieša ochladený vzduch s okolitým prehriatym vzduchom. Ochladzovací efekt je teda citelný len v bezprostrednom okolí stromov, čiže takáto forma výsadby stromov nemá významný mikroklimatický účinok mimo zatienenej plochy korunami stromov. Avšak rozdiel teplôt pod stromom (v tieni) a na osvetlenom trávniku je v čase poludnia aj viac ako 20 °C. V koreňovej mise solitérneho stromu je vhodné vysádzať kry alebo trvalky na zvýšenie adaptačného efektu.

#### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: ++**

Solitérne stromy lákajú najmä vtáky, ktoré z týchto stromov lovia korisť v okolitom prostredí v tráve, ale aj na chodníkoch a na asfaltovej ploche. Strom im poskytuje úkryt pred predátorom, aj dobrý výhľad na prípadnú korisť. Zároveň hmyz nachádzajúci sa na strome poskytuje potravu pre drobné spevavce. Solitérny strom funguje aj ako „nášlapný kameň“ pre vtáctvo, ale aj hmyz a aj iné živočíchy, po ktorom alebo popod ktorý sa presúvajú medzi väčšími a vzdialenejšími skupinami stromov v rámci sídliska. V čase kvitnutia, sú solitérne stromy potravným biotopom opelivého hmyzu.

V porovnaní so zatrávenou plochou má najmä skupina stromov, ale aj solitérne stromy doplnené o kry veľký význam pre zvýšenie a udržanie biodiverzity, najmä opelivého hmyzu, chrobákov a vtákov. Zatrávené plochy sa totiž pravidelne kosia a trávnatý biotop je týmto manažmentom pravidelne narušovaný. Stromy a kry prispievajú k stabilizácii biotopu z hľadiska biodiverzity. Na listoch, kmeňoch a v bezprostrednom okolí stromu sa ukrýva hmyz v čase kosenia príľahlej trávinatej plochy.

Dôležité je zachovávať aj dlhoveké dreviny, pretože dlhovekosť vedie k vzniku mnohých špeciálnych prostredí, ako sú dutiny (v koreňoch, kmeni, korune, uzavreté, otvorené, s vodou, suché...), plôšky obnaženého dreva, rôzne pukliny a trhliny v kmeni, odumreté konáre, atď. Všetky tieto miesta na strome predstavujú špecifické prostredie, na ktoré sú naviazané celé spoločenstvá rôznych chrobákov, sekundárnych obyvateľov ich chodieb, ich predátorov a ich parazitov. Senescentné (staré, dozrievajúce) stromy sú vo väčšine prípadov solitérne. Obrovské množstvo takýchto stromov rastie práve v mestách, pozdĺž ciest, pri kostoloch, v parkoch a cintorínoch.

#### **Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Pri výbere vhodných druhov drevín treba zohľadniť podmienky meniacej sa klímy a uprednostňovať domáce (a príbuzné) druhy.
- Pri výsadbe solitérnych stromov na miestach, kde sa očakáva pobyt obyvateľov sa používajú kmenné tvary stromov s bázou koruny nasadenou vo výške nad 2,2 m; v prípade výsadby stromu v blízkosti komunikácie s prejazdom autobusovej dopravy je požadovaná výška nasadenia koruny 4,2 m.
- Kvôli vytvoreniu vhodných podmienok úspešného rastu a ďalšieho vývoja stromov je základnou podmienkou zabezpečenie dostatočného priestoru prekorenenia (priestor, kde bude strom rozvíjať svoju koreňovú sústavu, t. j. koreniť). Toto je možné napr. dostatočnou veľkosťou výsadbovej jamy, ktorá závisí aj od druhu vysadeného stromu. Pre vzrastom väčšie stromy sú vhodné až 8 – 10 m<sup>3</sup> výsadbové jamy, čo je v priestorovo stiesnených podmienkach veľmi problematické.
- V priestore pre prekorenenie stromu, ktorý má byť následne plne pochôdzny, je potrebné realizovať úplnú výmenu substrátu za špeciálny stromový substrát odolný voči zhutneniu (tzv. štruktúrny substrát) a prípadné využívanie mykorhízie či biouhlia, ktoré má aj mitigačný efekt. V prípade zadĺženia, resp. zastavania povrchu okolitého priestoru, je potrebné využiť aj ďalšie technológie (prekoreňovacie moduly) umožňujúce dobrý vývin koreňovej sústavy (napr. DeepRoot, Silva Cells, prevzdušňovacie sondy, tzv. biouhlie a iné). V prípade zachovania pochôdznosti sa inštalujú mreže alebo využívajú iné vodopriepustné povrchové materiály.
- Pri výsadbe solitérnych stromov na parkoviská, STN 73 6110 predpisuje minimálne 1 strom na 4 parkovacie miesta v priestore medzi protiláhlými stojiskami. Priestory pre výsadbu stromov musia mať šírku minimálne 3,00 m pre prirodzený rozvoj podzemných aj nadzemných orgánov stromov. V celom priestore pod ostrovčekom pre zeleň treba osadiť prekoreňovacie moduly, ktorých rozmery (šírka 3 m, hĺbka 0,5 m – 0,8 m) garantujú prirodzený rozvoj koreňovej sústavy.
- Vhodná technológia výsadby a zabezpečenie kvalitnej povýsadbovej starostlivosti s osobitným zreteľom na dostatočnú závlahu (hlavne počas 3 rokov po výsadbe je nutné zabezpečiť primeranú zálievku, závlahová dávka sa odvíja od počasia a je uvedená v Arboristickom štandarde výsadby) a mulčovanie najlepšie organickou hmotou do

10 cm hrúbky. Pri výsadbe stromu postupovať v súlade s STN 83 7010 „Ochrana prírody. Ošetrovanie, udržiavanie a ochrana stromovej vegetácie“ a s odvetvovými normami, štandardom „Rez drevín“, „Ochrana drevín pri stavebnej činnosti“ a „Výsadba drevín“.

- Je potrebné dbať na prevádzkovú bezpečnosť stromu, osobitne ak rastie na verejných priestranstvách a vo verejnej zeleni. V okrajových častiach, resp. po statickom zabezpečení aj v parkoch a verejnej zeleni sa odporúča ponechať staré stromy s rozličnými dutinami, ktoré sú veľmi biologicky cenné.
- K starým (senescentným) stromom je potrebné pristupovať s osobitným typom starostlivosti. Tento spočíva v komplexe opatrení zahŕňajúcich špeciálny rez koruny zameraný na stabilizáciu stromu a podporu jeho regenerácie, ako aj podpory kolonizácie jedinca ďalšími organizmami. V korune stromu sa napríklad ponechávajú aj stabilné odumreté vetvy alebo ich časti a drevná hmota po reze sa ponecháva, pokiaľ je to možné, v blízkosti ošetrovaného stromu (v celku, nie ako štiepka), aby nebol narušený prirodzený kolobeh živín v danej lokalite. Osobitne prínosné je ponechanie aj už odumretých stromov (resp. mŕtveho dreva) v počte 4 – 10 ks na hektár.

#### Doplňujúce zdroje informácií (linky):

Paganová, V. et al. 2018. Arboristický štandard. Ochrana drevín pri stavebnej činnosti 2. 27 s. ISBN 978-80-552-1896-0.

Dostupné na: <<http://ves.uniag.sk/files/pdf/myugaltc5n9q4pcpu6appolam1x5ss.pdf>>

Štátna ochrana prírody. Metodické materiály a arboristické štandardy. Dostupné na: <<http://www.soprs.sk/web/?cl=4103>>.

ISA Slovensko. Publikáčné materiály dostupné na: <<http://www.isa-arbor.sk/publikacie/>>

Mašek, O. et al. Potassium doping increases biochar carbon sequestration potential by 45%, facilitating decoupling of carbon sequestration from soil improvement. In *Sci Rep* 9, 5514. 2019.

Dostupné na: <<https://www.nature.com/articles/s41598-019-41953-0>>.

Smith, P. Soil carbon sequestration and biochar as negative emission technologies. In *Glob. Chang. Biol.* 22, s. 1315 – 1324. 2016.

Paustian, K. et al.: Climate-smart soils. In *Nature* 532, s. 49 – 57. 2016.

Smith, P.: Soil carbon sequestration and biochar as negative emission technologies. In *Glob. Chang. Biol.* 22, s. 1315 – 1324. 2016.

Breuste, J. et al. 2016: *Stadtökosysteme: Funktion, Management und Entwicklung*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

Endlicher, W. 2012: *Einführung in die Stadtökologie*. Ulmer, Stuttgart.

Henninger, S. (Hrsg.). 2011: *Stadtökologie. Bausteine des Ökosystems Stadt*. Verlag Ferdinand Schöningh. Paderborn Meyer, F. H. (Hrsg.). 1982: *Bäume in der Stadt*. Ulmer, Stuttgart.

Zdroje pre výber vhodných druhov stromov na výsadbu:

- <http://www.galk.de/index.php/arbeitskreise/stadtbaeume/themenuebersicht/strassenbaumlis>,
- <https://citree.de>,
- [www.willBAUMhaben.at](http://www.willBAUMhaben.at),
- <https://www.treebuilders.eu/products/structurail-soil-cells/>,
- [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte\\_04\\_2016\\_chancen\\_und\\_risiken\\_des\\_einsatzes\\_von\\_biokohle.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_04_2016_chancen_und_risiken_des_einsatzes_von_biokohle.pdf)

## 3 Skupinová výsadba stromov na verejných priestranstvách s primárne mikroklimatickou funkciou

Verejné priestranstvá so skupinovú výsadbou stromov, respektíve viacetážovou zeleňou alebo stromoradiami je vhodné doplniť vhodným mobiliárom a prvkami malej architektúry, aby sa zabezpečili podmienky na trávenie voľného času obyvateľov v tomto mikroklimaticky priaznivom (tepelne komfortnom) priestore.

#### Mitigačný vplyv opatrenia: +

Priamy mitigačný vplyv výsadby stromov v mestách je obdobný ako v prípade opatrenia 2 a 4. Ide o sekvestráciu vzdušného uhlíka a jeho uloženie do biomasy stromov. Pre novú biomasu platí priemerný mitigačný prínos: 1 tona novej biomasy = 3,67 ton pohlteného CO<sub>2</sub>.

Z hľadiska celkového množstva emisií skleníkových plynov, za ktoré „zodpovedajú“ mestá a ich obyvatelia, je sekvestračný potenciál plôch zelene (tzv. „prírody v meste“), vrátane skupín stromov, skôr obmedzený (EK, 2020). Ako príklad môžeme uviesť mesto Barcelona, kde bol vyčíslený sekvestračný potenciál mestskej zelene len na 0,47% celkovej ročnej uhlíkovej stopy tohto mesta (Baro et al., 2014. 475). Zelená infraštruktúra, plochy zelene, majú však nespočetné ďalšie prínosy (pozri adaptačný prínos a vplyv na biodiverzitu v texte ďalej). Tiež citovaný výskum potvrdil, že v rámci urbanistickej štruktúry sídiel, niektoré druhy využitia územia v meste – najmä zelené plochy, obytné plochy s nízkou hustotou zástavby, plochy s malopodlažnou výstavbou obklopené záhradami, majú najväčšiu kapacitu na zachytávanie uhlíka (Tabuľka 1).

Obrázok 3: Skupinová výsadba stromov – príklad z Amsterdamu (Holandsko)



Autorka fotografie: Zuzana Hudeková

Tabuľka 1: Priemerná sekvestrácia uhlíka z hľadiska rôznej typológie využitia územia v mestách za pomoci prírody blízkyh riešení (nature based solutions – NBS)

<b>Typy zelenej infraštruktúry – prírode blízka plocha</b>	<b>Skóre</b>	<b>Priemerná sekvestrácia uhlíka (kg C/m<sup>2</sup>)</b>
Parky a (polo)prírodné plochy mestskej zelene	5	32,6
Plochy mestskej zelene napojené na šedú infraštruktúru	4	28,9
Modrá infraštruktúra	5	36,1
Sídlná zeleň v blízkosti budov	2	5,4
Plochy mestského poľnohospodárstva a komunitné záhrady	4	23,7
Spríevodná zeleň vodných tokov a vodných plôch	2	12,5

Zdroj: Naturvation 2019a.

Pozn.: Skóre je navrhnuté tak, aby poskytovalo mierku relatívneho príspevku danej plochy zelenej infraštruktúry a prírode blízkeho riešenia k záchytu uhlíka, pričom 5 je relatívne vysoký príspevok a 1 je relatívne nízky príspevok.

### **Adaptačný vplyv opatrenia: +++**

Skupiny stromov a stromoradia vytvárajú príjemnú mikroklímu počas horúčav vo verejných priestranstvách. Aj vďaka nim môžu byť vhodne navrhnuté námestia, ulice či promenády útočiskom obyvateľov (najmä zraniteľných skupín) počas letných mesiacov a vln horúčav.

Mikroklimatický účinok opatrenia a účinok na bližšie okolie je v závislosti od rozlohy plochy vysadenej stromami. Strom s priemerom koruny 5 metrov zaberá plošný priemet približne 20 m<sup>2</sup>. Na takúto korunu dopadne v jasnom letnom dni najmenej 120 kWh slnečnej energie, pričom 1% sa spotrebuje na fotosyntézu, 5 – 10% je odrazenej späť vo forme svetelnej energie, 5 – 10% sa odrazí vo forme tepla a zhruba rovnaké percento ohreje pôdu. Najväčšia časť dopadajúcej energie (okolo 80%) je vložená do procesu výparu rastlinou – transpirácia. Ak je strom dostatočne zásobený vodou, odparí za deň 100 – 400 litrov, čím využije (vlastne „zrecykluje“) 250 – 1000 MJ slnečnej energie (teda 70 – 280 kWh). V priemerne strom teda v priebehu desiatich hodín chladí výkonom 7 – 28 kW. Pre porovnanie, klimatizačné zariadenia v luxusných hoteloch majú výkon cca 2 kW. Je však potrebné zdôrazniť, že hoci klimatizačné zariadenia ochladzujú vnútorné priestory, tie vonkajšie činnosťou svojho motora zohrievajú a prispievajú k otepľovaniu prostredia.

Mikroklimatický účinok stromov na bližšie okolie je v závislosti od rozlohy plochy vysadenej stromami. Viacetážová zeleň (vrátane etáže krov), podstatne lepšie spĺňa mikroklimatickú funkciu aj z dôvodu zmiernenia prúdenia vzduchu, čím zmierni zmiešanie ochladeného vzduchu s okolitým prehriatym vzduchom.

### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: ++**

Akákoľvek skupina stromov alebo krov automaticky zvyšuje biodiverzitu prostredia, podobne ako bolo popísané vo vyššie uvedených prípadoch – teda priťahuje hmyz, vtáctvo a iné drobné živočíchy – veвериčky, ježe, jašterice, slepúchy. Pri výsadbách, tam kde je to možné vzhľadom na podmienky (vhodné podložie, menej emisií z dopravy a pod.), by sa mali preferovať pôvodné druhy stromov, z ktorých prítomnosti prosperujú naše pôvodné druhy živočíchov. Tam, kde naše pôvodné druhy stromov nebudú schopné prežiť podmienky v mestách, je potrebné vybrať také nepôvodné druhy stromov, ktoré nemajú invázny potenciál.

Význam domácich či pôvodných druhov sa pri výsadbách v centrách miest, osobitne na verejných priestranstvách, často podceňuje. Nepôvodné a šľachtené druhy sú často ozdobnejšie, farebnejšie či bohatšie kvitnú. Dokonca nepôvodné stromy aj často lepšie znášajú meniace sa podmienky zmeny klímy (sucho, letné horúčavy). Pre biodiverzitu to však predstavuje riziko, nakoľko na pôvodné druhy sú naviazané ďalšie druhy fauny. Napríklad na pomerne často vysádzané ginko (aj do uličných stromoradií v mestách) je naviazaných len 7 druhov hmyzu, zatiaľ čo na náš domáci dub vyše 500 druhov. Namiesto našej domácej lipy malolistej (*Tilia cordata*) sa niekde vysádza lipa striebristá (*Tilia tomentosa*), ktorá lepšie znáša sucho a letné horúčavy. Málokto však vie, že nektár prítomný v kvetoch lipy striebristej pôsobí toxicky najmä na čmeliaky a v menšej miere aj na včely. Včely, osy a čmeliaky tento cukor nedokážu stráviť, pretože im k tomu chýba enzým, ktorý tento cukor pomáha tráviť. Manóza-6-fosfát sa v telách včiel hromadí a pri nadmernom množstve vedie k ochrnutiu a smrti.

### **Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Pri výbere vhodných druhov drevín treba zohľadniť podmienky meniacej sa klímy a uprednostňovať domáce (a príbuzné) druhy.
- Kvôli vytvoreniu vhodných podmienok úspešného rastu a ďalšieho vývoja stromov je základnou podmienkou zabezpečenie dostatočného priestoru prekorenenia (priestor, kde bude strom rozvíjať svoju koreňovú sústavu, t. j. koreniť). Toto je možné napr. dostatočnou veľkosťou výsadbovej jamy, ktorá závisí aj od druhu vysadeného stromu. Pre vzrastom väčšie stromy sú vhodné až 8 – 10 m<sup>3</sup> výsadbové jamy, čo je v priestorovo stiesnených podmienkach veľmi problematické.
- V priestore pre prekorenenie stromu, ktorý má byť následne plne pochôdzny, je potrebné realizovať úplnú výmenu substrátu za špeciálny stromový substrát odolný voči zhutneniu (tzv. štrukturálny substrát) a prípadné využívanie mykorhízie či biouhlia. V prípade zadĺždenia, resp. zastavania povrchu okolitého priestoru, je potrebné využiť aj ďalšie technológie (prekoreňovacie moduly), umožňujúce dobrý vývin koreňovej sústavy (napr. DeepRoot, Silva Cells, prevzdušňovacie sondy, či tzv. biouhlie a iné). Výskum rastu ozdobnej hrušky, ktorý sa robil v britskom meste Manchester, poukázal na to, že stromy v nespevnenom teréne, resp. stromy vysadené do špeciálneho „stromového“ substrátu („Amsterdam soil“) rástli 2-krát rýchlejšie ako stromy v spevnených plochách a so zhutneným substrátom, a aj ich chladiaci účinok bol asi 5-krát vyšší (Rahman et al, 2011).
- Vhodná technológia výsadby a zabezpečenie kvalitnej povýsadbovej starostlivosti s osobitným zreteľom na dostatočnú závlahu (hlavne počas 3 rokov po výsadbe je nutné zabezpečiť primeranú zálievku – závlahová dávka sa odvíja od počasia a je uvedená v Arboristickom štandarde výsadby) a mulčovanie najlepšie organickou hmotou do 10 cm hrúbky. Pri výsadbe stromu postupovať v súlade s STN 83 7010 „Ochrana prírody. Ošetrovanie, udržiavanie a ochrana stromovej vegetácie“ a s odvetvovými normami, štandardom „Rez drevín“, „Ochrana drevín pri stavebnej činnosti“ a „Výsadba drevín“.
- Emisie z vozidiel môžu reagovať s produktmi výmeny plynov vznikajúcich pri fyziologických procesoch mestských stromov a iných rastlín, čo má za následok zníženie kvality ovzdušia v mestách v lete (znižuje sa tým inak pozitívny vplyv mestskej vegetácie). Štúdiá ukázala, že počas júlovej horúčavy bolo 20% koncentrácií ozónu spôsobené

emisiami prchavých organických zlúčenín (VOC) z vegetácie, ktoré interagovali s inými znečisťujúcimi látkami v ovzduší. Aj keď VOC z vegetácie môžu prispieť k znečisteniu ovzdušia počas horúčav, to neznamená, že zelené plochy by mohli byť v lete hlavnými zdrojmi prízemného ozónu. Spôsob, ako znížiť hladinu ozónu, je zníženie emisií z vozidiel – hlavný zdroj NOx, ktorý reaguje s VOC z vegetácie.

#### Doplňujúce zdroje informácií (linky):

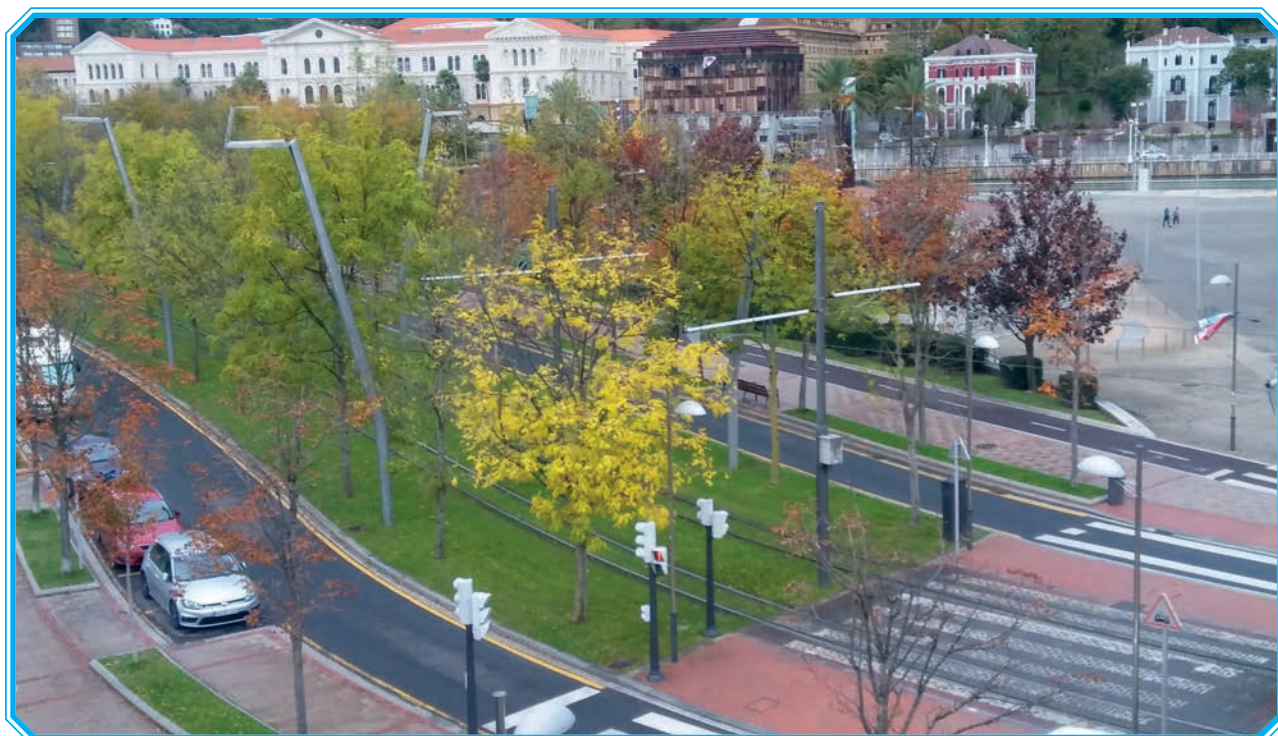
- Baro, F., et al.: Contribution of ecosystem services to air quality and climate change mitigation policies: the case of urban forests in Barcelona, Spain. In AMBIO 43. s. 466 – 479. 2014.
- EK (Európska komisia). 2020: Nature-based Solutions for Climate Mitigation. Analysis of EU-funded projects. Dostupné na: <<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6dd4d571-cafe-11ea-adf7-01aa75ed71a1>>.
- NATURVATION (NATure-based URban inNOVATION project): H2020, November 2016 – October 2020. Dostupné na: <<https://naturvation.eu>>.
- EK (Európska komisia). 2017: Science for Environmental Policy. Urban vegetation can react with car emissions to decrease air quality in summer (Berlin). Dostupné na: <[https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/urban\\_vegetation\\_react\\_car\\_emissions\\_decrease\\_air\\_quality\\_summer\\_Berlin\\_499na1\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/urban_vegetation_react_car_emissions_decrease_air_quality_summer_Berlin_499na1_en.pdf)>.
- Rahman, M. A. et al.: Effect of cooling condition of growth and cooling ability of Pyrus calleryana. In Urban forestry and Urban greening 10(3),s. 185 – 192. 2011.

## 4 Výsadba drevín s primárne hygienickou, melioračnou a protieróznou funkciou

Výsadba spoločenských stromov a drevín, ktorej primárny účel je technického (napr. stabilizácia svahov pred zosuvmi, zabránenie veternej erózii pôdy) alebo hygienického charakteru (napr. pohlcovanie drobných prachových častíc, zamedzenie šírenia hluku ako je napríklad cestná zeleň). Popri primárnej funkcii však pôsobia pozitívne aj z pohľadu reakcie na zmenu klímy – zachytávajú a sekvestrujú uhlík, stabilizujú pôdy pri extrémoch počasia a ochladzujú svoje blízke okolie. Príklady realizácie opatrenia:

- vegetačné stredové deliace pásy cestných komunikácií so stromoradiím,
- pásma hygienickej etážovej zelene v priemyselných zónach a dopravných uzlov,
- vetrolamy,
- dreviny s protieróznou funkciou (ako prevencia a sanácia svahových zosuvov).

Obrázok 4: Cestná zeleň má izolačnú a hygienickú funkciu – príklad z Bilbao (Španielsko)



Autorka fotografie: Zuzana Hudeková

### **Mitigačný vplyv opatrenia: +**

Priamy mitigačný vplyv výsadby stromov v mestách je obdobný ako v prípade opatrenia 3. Ide o sekvestráciu vzdušného uhlíka a jeho uloženie do biomasy stromov. Pre novú biomasu platí priemerný mitigačný prínos: 1 tona novej biomasy = 3,67 ton pohľteného CO<sub>2</sub>.

Existujú aj nepriame vplyvy zelene na znižovanie vplyvu ďalších sektorov na klímu, napríklad na zníženie individuálnej automobilovej dopravy v mestách. Aj keď samotná zelená infraštruktúra nemôže automaticky znížiť podiel automobilovej dopravy, existuje však dokázateľný nepriamy vplyv zelene na zníženie podielu automobilovej dopravy: zníženie počtu parkovacích miest a zvýšenie plôch zelene, a budovanie infraštruktúry pre peších a cyklistickú dopravu v centrách mestách má priamy mitigačný prínos.

Medzi ďalšie mitigačné prínosy zelene možno menovať tienenia a ochladzovania prostredia (napr. v prípade cestnej zelene tienenie dopravných prostriedkov), čím sa znižuje nutnosť použitia technických riešení chladenia.

### **Adaptačný vplyv opatrenia: +++**

Dreviny s primárne hygienickou, melioračnou a protieróznou funkciou majú svoju úlohu hlavne pri znižovaní hluku, množstva prachových častíc v ovzduší, zachytávaní zrážkovej vody, znižovaním intenzity vetra a pod.

Stromy (v závislosti od veľkosti a druhu) veľmi účinne zachytávajú zrážky. V štúdiách sa uvádza, že zatiaľ čo mohutné stromy zachytia 80% zrážok spadnutých na plochu ich koruny, mladé stromčeky len 15%. V celoročnom porovnaní sú viac efektívne v zachytávaní zrážok ihličnaté stromy, nakoľko listnaté stromy v bezlistom stave zachytia len 10 až 30%. Vegetácia vďaka svojej koreňovej sústave napomáha infiltrácii zrážkovej vody až do spodných vrstiev pôdy a do spodnej vody.

Nezanedbateľná je aj funkcia znižovania hladiny hluku v mestskom prostredí, rovnako ako aj znižovanie rýchlosti vetra. Zmiernenie hluku môže predstavovať až 30 dB na 100 metrov, 10 m pás zapojenej zelene s krovínami znižuje intenzitu hluku asi o 1 dB.

Nakoľko sa ako jeden z dopadov zmeny klímy očakávajú aj veterné smršte a víchrice, vhodnou výsadbou drevín vo forme vetrolamov môžeme zmierniť rýchlosť vetra. Najúčinnšie vetrolamy sú polopriepustné s optimálnou priepustnosťou 40 – 50%. Keď označíme  $h$  ako výšku vetrolamu, tak účinnosť na náveternej strane je  $10h$  a na záveternej  $20 - 25h$ .

Zelené plochy ochladzujú okolie a zvyšujú vlhkosť vzduchu (v priemere sa udáva hodnota 5 až 7%) za pomoci vyparovania. Podľa výskumov množstvo vyparenej vody môže u dospelého listnatého stromu dosahovať okolo 100 – 400 l za deň.

### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: ++**

Stromoradia a skupiny stromov uprostred urbánnej plochy pôsobia pre všetko živé ako zelená oáza – lákajú najmä vtáky, ktoré z týchto stromov lovia korisť v okolitom prostredí v tráve, ale aj na chodníkoch a na asfaltovej ploche. Strom im poskytuje úkryt pred predátorom, aj dobrý výhľad na prípadnú korisť. Prípadne im môže poskytnúť priestor na hniezdenie. Zároveň hmyz nachádzajúci sa na strome poskytuje potravu pre drobné spevavce. Stromoradia fungujú aj ako biokoridory pre vtáctvo, ale aj hmyz a aj iné živočíchy, po ktorom alebo popod ktorý sa presúvajú medzi väčšími a vzdialenejšími skupinami stromov v rámci sídliska alebo priemyselného areálu. V čase kvitnutia, sú stromy potravným biotopom opelivého hmyzu (napr. ovocné stromy, lipy, hlohy).

V porovnaní so zatrávenou plochou má najmä skupina stromov doplnená o kry v krovitej etáži veľký význam pre zvýšenie a udržanie biodiverzity najmä opelivého hmyzu, chrobákov a vtákov. Zatrávené plochy sa totiž pravidelne kosia a trávnatý biotop je týmto manažmentom pravidelne narušovaný. Podobne to platí pre stromy pozdĺž ciest. Stromy a kry prispievajú k stabilizácii biotopu a okolitej krajiny z hľadiska biodiverzity. Na listoch, kmeňoch a v bezprostrednom okolí stromu sa ukrýva hmyz v čase kosenia priľahlej trávinatej plochy alebo pri údržbe ciest.

### **Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Pri výbere vhodných druhov drevín treba zohľadniť podmienky meniacej sa klímy a uprednostňovať domáce (a príbuzné) druhy.
- Kvôli vytvoreniu vhodných podmienok úspešného rastu a ďalšieho vývoja stromov je základnou podmienkou zabezpečenie dostatočného priestoru prekorenenia (priestor, kde bude strom rozvíjať svoju koreňovú sústavu, t. j. koreniť). Toto je možné napr. dostatočnou veľkosťou výsadbovej jamy, ktorá závisí aj od druhu vysadeného stromu. Pre vzrastom väčšie stromy sú vhodné až 8 – 10 m<sup>3</sup> výsadbové jamy, čo je v priestorovo stiesnených podmienkach veľmi problematické.
- V priestore pre prekorenenie stromu, ktorý má byť následne plne pochôdzny, je potrebné realizovať úplnú výmenu substrátu za špeciálny stromový substrát odolný voči zhutneniu (tzv. štrukturálny substrát) a prípadné využitie mykorhízie či biouhlia. V prípade zadĺždenia, resp. zastavania povrchu okolitého priestoru, je potrebné využiť aj ďalšie technológie (prekoreňovacie moduly), umožňujúce dobrý vývin koreňovej sústavy (napr. DeepRoot, Silva Cells, prevzdušňovacie sondy, či tzv. biouhlie a iné).
- Vhodná technológia výsadby a zabezpečenie kvalitnej povýsadbovej starostlivosti s osobitným zreteľom na dostatočnú závlahu (hlavne počas 3 rokov po výsadbe je nutné zabezpečiť primeranú zálievku – závlahová dávka sa odvíja od počasia a je uvedená v Arboristickom štandarde výsadby) a mulčovanie najlepšie organickou hmotou do

10 cm hrúbky. Pri výsadbe stromu postupovať v súlade s STN 83 7010 „Ochrana prírody. Ošetrovanie, udržiavanie a ochrana stromovej vegetácie“ a s odvetvovými normami, štandardom „Rez drevín“, „Ochrana drevín pri stavebnej činnosti“ a „Výsadba drevín“.

- Vo verejnej zeleni sa v minulosti vysádzali druhy drevín, ktoré sa aj pod vplyvom zmeny klímy správajú invázne, vstupujú do rastlinných spoločenstiev, odkiaľ vytláčajú pôvodné druhy a vytvárajú monocenózy (spoločenstvá pozostávajúce prevažne z jedného druhu). Problematika nepôvodných a invázných druhov je v riešená v rámci zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov v § 7, ako aj vyhláške MŽP SR 158/2014 Z. z. Nakoľko sa zoznam invázných rastlín neustále dopĺňa je dobré sa vyvarovať výsadiem aj potenciálne invázných druhov.
- Zeleň vysadená popri peších promenádach a cyklotrasách priťahuje svojou atraktivnosťou nielen na rekreačné účely, ale aj na využívanie bicyklovej a pešej dopravy, ako prostriedku každodennej dopravy v rámci samotného mesta, ale zároveň aj prepojením mesta s jeho rekreačným zázemím za pomoci zelenej infraštruktúry.
- Zeleň má priaznivé účinky na čistotu ovzdušia, slúži ako filter pre prachové častice (udáva sa hodnota zachytenia 20 g prachových častíc na m<sup>2</sup> listovej plochy). Výskumníci z Kolumbijskej univerzity zistili, že pomer ochorení na astmu u detí bol 4 až 5-krát nižší u detí žijúcich v mestskom prostredí so stromovými alejami. Stromy na uliciach sú schopné odstrániť oxid siričitý a znížiť obsah tuhých častíc až o 75%. Najväčší efekt zachytávania prachu a absorpcie cudzorodých látok bol zistený u dvojradu stromov s relatívne vysokou hustotou výsadby. Ale už napríklad aj u samostatne stojaceho stromu sa dohaduje 15 – 20% záchyt nebezpečných prachových častíc PM10. Viacero prác sa zaoberá účinnosťou zachytávania biogenických prachových organických látok a prachu podľa druhu stromov a tieto boli vyhodnotené na základe tzv. skóre vplyvu mestského stromu na kvalitu ovzdušia (napr. Urban tree air quality score „UTAQS“).

#### Doplňujúce zdroje informácií (linky):

- Muchová, Z. – Vanek, J. et al.: 2009. Metodické štandardy projektovania pozemkových úprav. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita; Bratislava: Ministerstvo pôdohospodárstva SR, 2009. 397 s. ISBN 978-80-552-0267-9. <http://www.soprs.sk/invazne-web/>
- Xiao, Q. – McPherson, E.: Rainfall interception by Santa Monica's municipal urban forest. In Urban Ecosystems. 6: s. 291 – 302.
- Calder, I. et al. 2008: Woodland actions for biodiversity and their role in water management. Woodland Trust.
- Bartens, J., The Mersey Forest Team. 2009. Green Infrastructure and Hydrology.
- Cermak, J. et al.: Urban tree root systems and their survival near houses analyzed using ground penetrating radar and sap flow techniques. In Plant and Soil. 219(1/2): s. 103 – 116. 2000.
- Donovan, R. et al.: Development and application of an urban tree air quality score for photochemical pollution episodes using the Birmingham, United Kingdom, area as a case study. In Environ. Science Technology 39, s. 673 – 678. 2015.
- Nowak. 1994: Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago urban forest climate project. In Building natural value for sustainable economic development: The green infrastructure valuation toolkit user guide. 22 s. Dostupné na: <[http://www.greeninfrastructurenw.co.uk/resources/Green\\_Infrastructure\\_Valuation\\_Toolkit\\_UserGuide.pdf](http://www.greeninfrastructurenw.co.uk/resources/Green_Infrastructure_Valuation_Toolkit_UserGuide.pdf)>.
- Hudeková, Z. et al. 2018: Zelená infraštruktúra – Príručka nielen pre samosprávy. Bratislava: Mestská časť Bratislava-Karlova Ves, 2018. ISBN 978-80-973076-8-4. Dostupné na: <<https://www.karlovaves.sk/wp-content/uploads/Zelena-infrastruktura-prirucka-nielen-pre-samospravy.pdf>>.
- Jim, C. Y. – Chen, W. Y.: Assessing the ecosystem service of air pollutant removal by urban trees in Guangzhou, In Journal of Environmental Management 88, s. 665 – 676. 2003.

## 5 Budovanie vnútroblokovej zelene zabezpečujúcej príjemnú mikroklímu pre miestnych obyvateľov

Vnútrobloková zeleň je vnímaná obyvateľmi z bezprostredného okolia ako poloverejná, resp. vyhradená zeleň, ktorá je síce verejne prístupná, avšak primárne využívaná miestnymi obyvateľmi. Za vnútroblokovú zeleň sa považuje všetka vegetácia priamo vo vnútroblokoch bytových domov, ako aj zeleň v blízkom okolí obytných budov, ktorá plní rekreačnú a spoločenskú funkciu pre miestnych obyvateľov. Pre zabezpečenie vhodných podmienok pre trávenie času miestnym obyvateľstvom býva súčasťou vnútroblokov vhodný mobiliár s prvkami, umožňujúcimi krátkodobú rekreáciu.

#### Mitigačný vplyv opatrenia: ++

Priamy mitigačný vplyv vnútroblokovej zelene je obdobný ako v prípade opatrení 2, 3 a 4. Ide o sekvestráciu vzdušného uhlíka a jeho uloženie do biomasy stromov. Pre novú biomasu platí priemerný mitigačný prínos: 1 tona



Obrázok 5: Ukážka vnútroblokovej zelene s kvitnúcou lúkou v Bratislave-Karlovej Vsi



Autorka fotografie: Lenka Nemcová

novej biomasy = 3,67 ton pohlteneho  $\text{CO}_2$ . Pre daný typ vegetácie platí relatívne nízka intenzita záchytu uhlíka, pokiaľ ju aplikujeme na  $\text{m}^2$  plochy sa jedná o záchyt 5,4 kg uhlíka na  $\text{m}^2$  (pozri tabuľku 1).

Nepriamy mitigačný vplyv vnútroblokovej zelene je vo forme úspor energie. Na základe prác z USA a Veľkej Británie sa odhaduje úspora energie z dôvodu tienenia stromov na budovy a zníženie tepelných strát z dôvodu spomalenia vetra. Samozrejme záleží hlavne na polohe stromov vo vzťahu k budove, na ich type a veľkosti, vzdialenosti od budovy a pod. Vo všeobecnosti sa odporúčajú vysádzať listnaté opadavé dreviny na južných stranách fasády, ktoré po opade listov naopak umožňujú využívať tepelné zisky zo slnka v chladných mesiacoch.

Celkovo sa odhaduje 3% úspora energií pre každú obytnú budovu, ak do vzdialenosti menej ako 10 metrov sú stromy (Nowak, 1994). Podľa niektorých výskumných prác sa odhaduje zníženie energií na kúrenie a klimatizáciu o 10% ako dôsledok tienenia korunami stromov (Heisler, 1986, Jones, 2003). Vďaka dosiahnutým energetickým úsporám sa priamo znižuje taktiež množstvo emisií  $\text{CO}_2$ .

V prípade prehusteného porastu v okolí budov najmä ihličnatými drevinami, tieniacimi okolité bytové jednotky tak, že je potrebné celodenné svietenie, sa však naopak zvyšujú požiadavky na dodávku energie.

#### **Adaptačný vplyv opatrenia: +++**

Aj pri menších plochách zelene, do ktorých spadajú vnútrobloky, bol preukázaný ochladzujúci účinok. Tento sa dokonca aj pri ploche vnútrobloku 0,24 ha môže šíriť až do vzdialenosti 200 m od samotnej zelenej plochy.

Navyše, pri vhodnej kombinácii tienenia, aktívneho chladenia za pomoci vegetácie a zároveň dostatočného prevetrávania vnútroblokového priestoru, môžu tieto plochy poslúžiť ako priestor pre pobyt a ochladenie v čase letných horúčav.

Mikroklimatický efekt samotnej výsadby na okolité budovy môže byť ešte podčiarknutý použitím vertikálnej zelene na fasádach.

#### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: ++**

Akákoľvek skupina stromov alebo krov automaticky zvyšuje biodiverzitu prostredia, podobne ako bolo popísané vo vyššie uvedených prípadoch – teda priťahuje hmyz, vtáctvo a iné drobné živočíchy – veвериčky, ježe, jašterice,

slepúchy. Pri výsadbách, tam kde je to možné vzhľadom na podmienky (vhodné podložie, menej emisií z dopravy apod.), by sa mali preferovať pôvodné druhy stromov, z ktorých prítomnosti prosperujú naše pôvodné druhy živočíchov. Tam, kde naše pôvodné druhy stromov nebudú schopné prežiť podmienky v mestách je potrebné vybrať také nepôvodné druhy stromov, ktoré nemajú invázny potenciál.

#### Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:

- Pri výbere vhodných druhov drevín treba zohľadniť podmienky meniacej sa klímy, uprednostňovať domáce (a príbuzné) druhy a vzdialenosť miesta výsadby dreviny od fasády.
- Vhodná technológia výsadby a zabezpečenie kvalitnej povýsadbovej starostlivosti s osobitným zreteľom na dostatočnú závlahu (hlavne počas 3 rokov po výsadbe je nutné zabezpečiť primeranú zálievku – závlahová dávka sa odvíja od počasia a je uvedená v Arboristickom štandarde výsadby) a mulčovanie najlepšie organickou hmotou do 10 cm hrúbky. Pri výsadbe stromu postupovať v súlade s STN 83 7010 „Ochrana prírody. Ošetrovanie, udržiavanie a ochrana stromovej vegetácie“ a s odvetvovými normami, štandardom „Rez drevín“, „Ochrana drevín pri stavebnej činnosti“ a „Výsadba drevín“.
- Vo vnútroblokoch, ako aj predstupových priestoroch do obytných domov sa môžeme stretnúť aj s prípadmi nevhodne vysadenej (hlavne) stromovej vegetácie. Už pri výsadbe je potrebné dbať na zabezpečenie vhodných podmienok úspešného rastu a ďalšieho vývoja stromov – a to zabezpečením nielen dostatočného priestoru pre korenenie, ale aj dostatočného priestoru na rast a rozvoj koruny stromu.
- V prípade prehusteného porastu, osobitne ihličnatých drevín, ktoré celoročne a počas celého dňa prílišne tienia okolité bytové jednotky tak, že je potrebné celodenné svietenie, (čím sa znásobujú požiadavky na dodávky energie) je potrebné takéto porasty riešiť presvetlením, resp. čiastočným výrubom.
- Vo vnútrobloku je vhodné podporovať aktívnu účasť samotných obyvateľov pri návrhu a správe tohto priestoru. Vnútroblok má potenciál pre podporu spoločných aktivít tu žijúcej komunity (napríklad aj vo forme spoločnej starostlivosti o zeleň, či výsadbou komunitných záhonov).

#### Doplňujúce zdroje informácií (linky):

- Hudeková, Z. 2019: Ako pripraviť akčný plán pre zelenej infraštruktúry so zohľadnením nových výziev, Bratislava: Mestská časť Bratislava-Karlova Ves, 2019. ISBN 978-80-570-1323-5.  
Dostupné na: <[https://www.karlovaves.sk/wp-content/uploads/Akcny-plan\\_zelena-infrastruktura\\_web.pdf](https://www.karlovaves.sk/wp-content/uploads/Akcny-plan_zelena-infrastruktura_web.pdf)>.
- EK (Európska komisia). 2020: Nature-based Solutions for Climate Mitigation. Analysis of EU-funded projects.  
Dostupné na: <<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6dd4d571-cafe-11ea-adf7-01aa75ed71a1>>.
- NATURVATION (NATure-based URban innoVATION project): H2020, November 2016 – October 2020.  
Dostupné na: <<https://naturvation.eu>>.

## 6 Tvorba nových rozsiahlejších plôch zelene s funkčnou stromovou vegetáciou

Veľkoplošné (min. 0,3 ha) plochy zelene na území mesta sú plochy s rozvinutými spoločenstvami stromov, ktorých koruny zaberajú aspoň 40 – 60% rozlohy územia. Medzi takéto plochy zelene patria napríklad mestské parky, rekreačné oblasti na území mesta, hospodárske a rekreačné lesy v blízkosti zastavaného územia a pod.

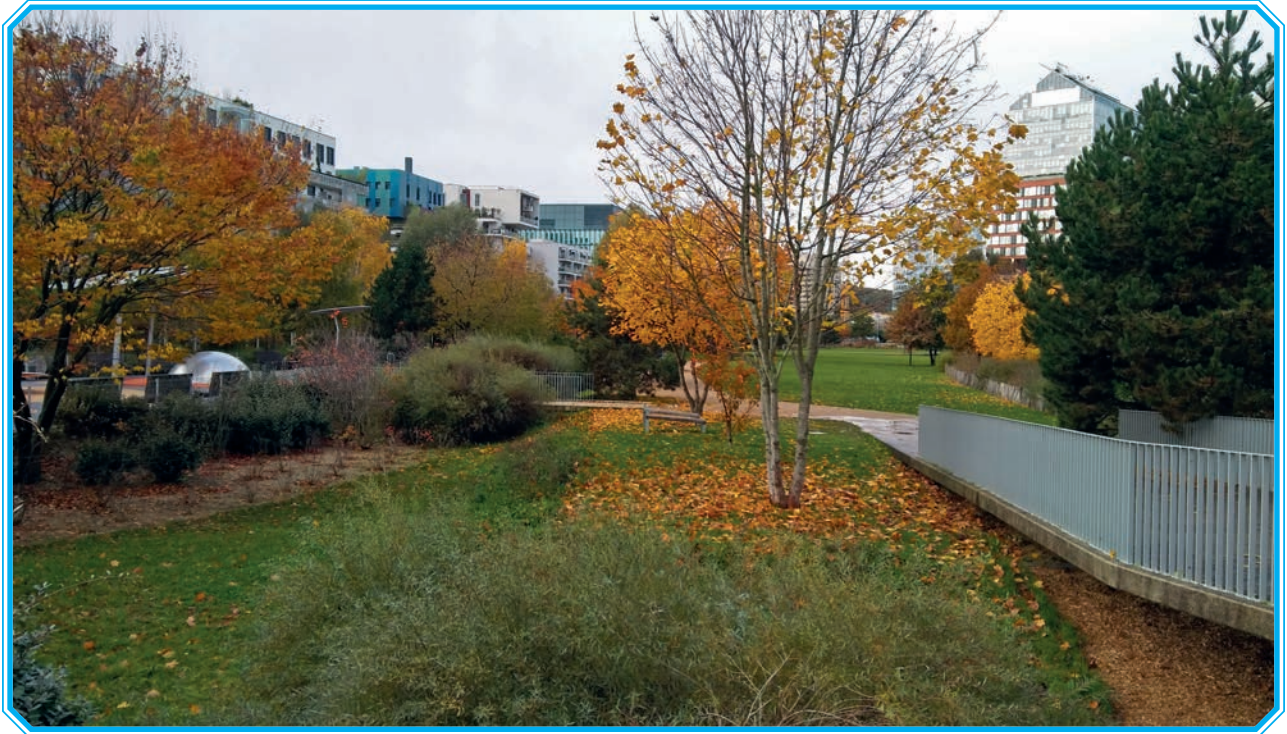
Veľkoplošné plochy zelene môžu vzniknúť v urbanizovanom prostredí napr.:

- vytváraním nových plôch zelene, parkov, lesoparkov (premena nevyužívaných plôch na parky),
- revitalizáciou hnedých plôch na plochy zelene,
- premenou betónových a asfaltových plôch na plochy stromovej zelene,
- zvýšením počtu parkov plniacich funkciu „chladnejších ostrovov“.

#### Mitigačný vplyv opatrenia: ++

Výška mitigačného prínosu je daná lesným zákonom a plánmi starostlivosti o les (pôvodne lesnými hospodárskymi plánmi). Cieľom by malo byť zvýšenie sekvestračného potenciálu lesných porastov, lesoparkov a verejnej zelene, napr. voľbou vhodnej druhovej skladby. V lesoparkoch a prímestských lesoch je dôležité zachovať princípy udržateľného lesného hospodárstva (SFM).

Odhaduje sa, že počas životného cyklu (teda od výsadby po výrub) ihličnatého hospodárskeho lesa sa naviaže priemerne za 1 rok 2,5 tony uhlíka na 1 hektár porastu. V našich podmienkach 250 ročný porast prirodzeného listnatého lesa (bez hospodárskej činnosti) vykazuje záchyty až okolo 494 gramov uhlíka na m<sup>2</sup> (t. j. 49,4 tony uhlíka na 1 hektár). Priemerné hodnoty sekvestrácie uhlíka pre jednotlivé typy prírody blízkych typov plôch v mestách, sú uvedené v tabuľke 1. V prípade rozsiahlejších plôch zelene, ako sú parky, lesoparky, mestské lesy a pod., sú tu uvádzané pomerne vysoké hodnoty sekvestrácie, a to 32,6 kg C/m<sup>2</sup>.



Autorka fotografie: Zuzana Hudeková

#### **Adaptačný vplyv opatrenia: +++**

Podľa simulácie teplôt v Manchestri by sa zvýšením podielu zelene o 10% podarilo udržať priemernú teplotu v husto obývaných oblastiach mesta v roku 2080 na alebo dokonca pod úrovňou rokov 1961 – 1990 (Gill et al, 2007).

Zástavba jedného hektára kvalitnej pôdy s vysokou retenčnou kapacitou cca 4 800 m<sup>3</sup> vedie k výraznému poklesu vyparovania z vegetácie. Energia potrebná na vyparenie takého množstva vody zodpovedá energii, ktorú za rok spotrebuje približne 9 000 mrazničiek, teda asi 2,5 milióna kWh.

Ochladzovací efekt však závisí nielen od pomeru a kvality vegetácie, ale aj od umiestnenia zelene v rámci sídla, charakteru okolitej zástavby, členitosti terénu a i. Na základe viacerých zdrojov vo všeobecnosti možno povedať, že rozdiel teplôt vzduchu, napr. medzi plochami zelene a zastavaným územím, bol priemere od 0,94 °C do 2,26 °C. Leizinger et al. namerali teploty pri skupine stromov od 24 – 29 °C, zatiaľ čo teplota na ulici bola 37 °C a na streche budov 45 °C.

Výrazný ochladzovací efekt vegetácie na svoje okolie sa prejaví len pri parkoch s dostatočne veľkou rozlohou. Tento efekt je badateľný do vzdialenosti 500 m v závislosti od veľkosti parku a charakteru okolitej zástavby. Pri parkoch s rozlohou viac ako 150 ha to môže byť až do vzdialenosti 1 km. Zjednodušene možno povedať, že veľké plochy zelene ochladzujú aj svoje okolie a tento vplyv je badateľný od okraja parku do vzdialenosti zodpovedajúcej približne jeho rozlohe.

V urbanizovanom prostredí majú plochy zelene aj osobitný význam pri zadržiavaní zrážkovej vody, napomáhajú jej vsaku, čím sa znižuje riziko vzniku sucha. Jedná sa nielen o samotnú vegetáciu, ale aj o kvalitu pôdy. Plne funkčná pôda môže udržať až 3 750 ton vody na hektár alebo takmer 400 mm zrážok, alebo jeden meter kubický poréznej pôdy môže udržať 100 až 300 litrov vody.

Stromy, v závislosti od veľkosti a druhu, veľmi účinne zachytávajú zrážky. V štúdiách sa uvádza, že zatiaľ čo mohutné stromy zachytia 80% zrážok, mladé stromčeky len 15%. V celoročnom porovnaní sú viac efektívne v zachytávaní zrážok ihličnaté stromy, nakoľko listnaté stromy v bezlistom stave zachytia len 10 až 30% zrážok.

Zachytením zrážkovej vody ešte „nad povrchom“ (za pomoci korún stromov) sa znižuje množstvo vody, ktorá následne vsakuje do pôdy. Vegetácia vďaka svojej koreňovej sústave napomáha infiltrácii zrážkovej vody až do spodných vrstiev pôdy do podzemnej vody. Rovnako majú stromy význam pri spomaľovaní odtoku počas intenzívnych zrážok nakoľko sa tak odľahčuje odtoková sieť. Štúdia z Manchestru ukazuje, že 10% zvýšenie podielu zelene v meste by pomohlo k 5% zníženiu odtoku dažďovej vody.

#### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: +++**

Veľkoplošné (min. 0,3 ha) plochy zelene s rozvinutými spoločenstvami stromov, majú významnú ekostabilizačnú funkciu pre biodiverzitu v meste. Sú nielen prechodným útočiskom pre živočíchy, ale aj ich trvalým úkrytom. Z týchto plôch sa tieto živočíchy potom vydávajú na pochádzky a let do okolia a vracajú sa naspäť. Toto však platí jedine, ak sa údržba takéhoto prvku vykonáva bez chemických prípravkov a celkovo prírode blízkym spôsobom. Už do 5 rokov

po výsadbe táto plocha môže obsahovať niekoľkonásobne viac druhov rastlín a živočíchov v porovnaní v intenzívne udržiavaným trávnikom. Pokiaľ sú plochy staršie ako 10 rokov, môžu sa stať trvalým domovom spevavcov a opelivého hmyzu. Mladé vysadené plochy je potrebné doplniť úkrytmi pre ježkov a plazy – kopami skál alebo konárov a lístia – ak sa tam majú stabilne zabývať tieto živočíchy. Pre vtáky je potrebné osadiť vtáacie búdky a krmidlá, ale nie na dorastajúce mladé stromy, ale na stojany vedľa.

#### Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:

- Pri výbere vhodných druhov drevín treba zohľadniť podmienky meniacej sa klímy a uprednostňovať domáce (a príbuzné) druhy.
- Vhodná technológia výsadby a zabezpečenie kvalitnej povýsadbovej starostlivosti s osobitným zreteľom na dostatočnú závlahu (hlavne počas 3 rokov po výsadbe je nutné zabezpečiť primeranú zálievku – závlahová dávka sa odvíja od počasia a je uvedená v Arboristickom štandarde výsadby) a mulčovanie najlepšie organickou hmotou do 10 cm hrúbky. Pri výsadbe stromu postupovať v súlade s STN 83 7010 „Ochrana prírody. Ošetrovanie, udržiavanie a ochrana stromovej vegetácie“ a s odvetvovými normami, štandardom „Rez drevín“, „Ochrana drevín pri stavebnej činnosti“ a „Výsadba drevín“.
- Pri diskusii o účinnosti plôch zelene je potrebné sa zamerať aj na kvalitatívnu stránku, a to osobitne na zastúpenie drevín, ktoré má významný vplyv nielen na teplotu danej plochy, ale aj možnosti ochladzovať svoje okolie. Vo viacerých štúdiách (napr. Potscher et al., 2006) sa potvrdilo, že v prípade parkov s len malým podielom stromov, resp. len s vysadenými ozdobnými nízkymi rastlinami je teplota rovnaká, ba môže byť dokonca aj mierne vyššia ako v ich okolí.
- Pri správe lesoparkov a iných lesných porastov je dôležité dodržiavať zásady udržateľného lesného hospodárstva.

#### Doplňujúce zdroje informácií (linky):

EK (Európska komisia). 2020: Nature-based Solutions for Climate Mitigation. Analysis of EU-funded projects.

Dostupné na: <<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6dd4d571-cafe-11ea-adf7-01aa75ed71a1>>.

NATURVATION (NATure-based URban innoVATION project): H2020, November 2016 – October 2020.

Dostupné na: <<https://naturvation.eu>>.

EK (Európska komisia). 2012: Usmernenia týkajúce sa najlepších postupov na obmedzenie, zmiernenie alebo kompenzovanie zástavby pôdy.

Dostupné na: <<https://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/SK%20-%20Sealing%20Guidelines.pdf>>.

Wolff, G. et al. 2011: Environmental impact of urban soil consumption. Urban SMS – Soil Management Strategy.

## 7 Prírode blízka údržba zelene vrátane zníženia frekvencie kosenia

Prírode blízka údržba zelene komplexne pojednáva všetky úkony údržby, od prírodných postupov pri ochrane rastlín bez používania chemických preparátov, odburiňovanie, cez kosenie so zreteľom na ochranu hmyzu a iných živočíšnych druhov, a zároveň s umožnením tvorby semien u jednoročných bylín, dôsledné mulčovanie záhonov, nielen kvôli obmedzeniu rastu nežiaducich bylín a buriny, ale aj kvôli zamedzeniu nežiaducemu vysušovaniu pôdy a pod. Veľká pozornosť sa venuje vhodnému výberu druhov vegetačných prvkov (drevín a bylín), a to napríklad formou využívania trvalkových záhonov nenáročných na závlahu a dobre znášajúcich podmienky sídelných stanovišť. Prírode blízka starostlivosť sa aplikuje aj pri starostlivosti o stromy, a to osobitne so zreteľom k ochrane druhov, dutinových hniezdičov a hmyzu. Tam, kde je to v sídelnom prostredí možné a prípustné, ponecháva sa na prírodnej ploche aj mŕtve drevo.

Významnú plochu miest pokrývajú trávnaté plochy (trávniky, lúky, či pasienky). Tieto plochy na základe svojho účelu, a s tým súvisiaceho správy a údržby líšia. Môžu byť často kosené a druho-veľmi chudobné s potrebou pravidelnej závlahy (ako napr. napr. golfové trávniky, alebo „anglický trávnik“) alebo druho-veľmi pestré s prírodným alebo poloprírodným charakterom s nižšou frekvenciou kosenia a minimálnym nárokom na zavlažovanie. Kosenie trávnatých plôch patrí k základným úkonom údržby zelene.

#### Mitigačný vplyv opatrenia: +

Pre lúky a trávniky platia rovnaké mitigačné charakteristiky ako pre ďalšie typy zelenej infraštruktúry a „zelených“ opatrení. Miera sekvestrácie uhlíka je logicky, vzhľadom k menšiemu objemu biomasy, nižšia ako u drevín či iných trvalých porastov. Časté kosenie naopak, dokonca, prispieva k spätnému uvoľneniu uhlíka do atmosféry a navyše prispieva tiež k vysychaniu trávnikov v letnom období (letná dormancia). Silne preschnutý či vyschnutý trávnik či lúka bude mať veľmi nízku sekvestráciu uhlíka (ak vôbec nejakú, v závislosti na miere preschnutia) a práve naopak, môže sa naopak stať zdrojom uhlíka v meste.

Obrázok 7: Príklad mozaikového kosenia vo Zvolene



Zdroj fotografie: CEEV Živica

Z pohľadu mitigácie sa neodporúča výsadba letničiek a trvaliek, ktoré sa vypestujú vo vzdialených záhradníctvach a v skleníkoch, nakoľko si to vyžaduje zvýšenú dopravu, čím sa opätovne prispieva k emisiám CO<sub>2</sub>. Obdobne, negatívny vplyv majú aj pesticídy alebo chemické hnojivá určené na údržbu zelene, pri výrobe ktorých sa emituje veľké množstvo skleníkových plynov.

Pri menšom počte kosieb sa zároveň ešte aj ušetria finančné prostriedky a zníži sa produkcia skleníkových plynov (v prípade, že sa kosí motorovými kosačkami). Motorové kosačky totiž výrazne prispievajú k emisiám CO<sub>2</sub>. Majú veľmi neekologický výkon motora, len pre porovnanie – v prepočte na rovnaký výkon kosačka emituje 35 x viac CO<sub>2</sub> ako osobný automobil. Kosačka s výkon 5,5 koní pri kosení 1 hodinu, vypúšťa dvakrát toľko emisií CO<sub>2</sub> ako automobil s výkonom 100 koní, ktorý prejde vzdialenosť 90 km.

#### **Adaptačný vplyv opatrenia: ++**

Čím je trávnik vyšší, tým si udržuje lepšiu mikroklímu. Stovky tisíc vysokých desaťcentimetrových stebiel tráv zadržujú výrazne väčší podiel pôdnej vlhkosti, ako na krátko kosený trávnik. Tento v horúčave ľahšie vysychá a prehrieva sa. Nízkokosené trávnaté plochy v lete strácajú svoju ochladzovaciu funkciu, nakoľko sa samy rozohrievajú až na 60 stupňov Celzia. Teplota odmeraná na suchom trávniku v letných mesiacoch bola veľmi podobná teplote prehriatej asfaltovej plochy. Na vysušenom trávniku je pôdny povrch natoľko zhutnený a pre vodu nepriepustný, že pri zrážkach je však zrážkovej vody minimalizovaný. Zrážková voda z vyschnutej a zhutnenej trávinatej plochy odteká porovnateľne, akoby sa jednalo o spevnenú nepriepustnú plochu.

#### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: +++**

„Stálou kosbou stráca lúka“ – *Ovidius*.

Ako z vyššie uvedeného citátu Ovidia vyplýva – častým kosením sa narobí viac škody ako osohu. Pre biodiverzitu rastlín a hmyzu je časté kosenie skoro likvidačné. Pri častom kosení, ktoré sa opakuje každý týždeň alebo každý druhý týždeň, sa počet druhov rastlín v trávniku eliminuje na 2 – 5 druhov a počet hmyzu tiež na 2 – 3 druhy (najodolnejšie sú mravce – niektoré druhy).

Kosenie každý druhý mesiac (v mozaike) alebo len 2-krát do roka z roka na rok znásobuje počet druhov rastlín aj živočíchov a to nielen na takto udržiavaných lúkach, ale aj na vedľajších plochách s intenzívnejšou kosbou (potvrďuje to monitoring realizovaný v Bratislave-Karlovej Vsi v rámci projektu LIFE DELIVER). Pestrosť druhov hmyzu je väčšia, ak sa na trávinatej ploche, alebo lúke nachádzajú rôzne druhy mikrobiotopov. Napr. ak vedie cez lúku vychodená cesta, alebo je lúka vo svahu, ktorý je rozrušený rozhrabávaním vtákmi, alebo je vedľa plochy dvakrát kosenej plocha kosená každý mesiac, a aj plocha, ktorá je kosená iba raz za rok – v lete, a potom až do ďalšej jari sa nechá starať tráva na prezimovanie lariev a jedincov hmyzu. Biodiverzitu zvyšuje aj prítomnosť krtka a krtincov. V krtincoch si môžu nájsť úkryt včely samotárky a čmeliaky, ktoré hniezdia v zemi. Pokiaľ sa nevyhrabe a neodstráni pokosená tráva, vedie to k obohateniu pôdy dusíkom, čo zvyhodňuje iba nitrofilné druhy (napríklad žihľavu). To následne zvyšuje nároky na počet kosieb, ako aj má veľmi nepriaznivý vplyv na početnosť druhov, a tým aj biodiverzitu.

Pri výsadbe záhonov uprednostňujeme do kvetinových záhonov trvalky, a to osobitne také druhy, ktoré poskytujú potravu a úkryt pre vtáctvo a medonosné rastliny. Kvetinové záhony patria medzi veľmi atraktívne plochy zelene do miest. Sú nielen potešením pre oko, ale aj pre opelovače. Letničky sú však často náročné na závlahu, prípadne aj hnojenie. Ukazuje sa, že vždy je priaznivejšia a ekonomicky výhodnejšia výsadba trvaliek.

Mŕtve drevo vo forme spadnutého kmeňa veľkého stromu, ale aj kopy konárov, ktoré slúžia aj ako úkryty pre jašterice, slepúchy a ježe – to sú „zhromaždiská“ biodiverzity. Tým, že mŕtve drevo obsahuje okrem práchna, ktoré je zdrojom živín aj vodu, ktorú absorbuje zo zrážok ako špongia, priťahuje množstvo vzácných živočíchov. Napr. také, ktoré kladú do dreva vajíčka, aby sa tam vyvinuli ich larvy (napr. roháče, fúzače), motýle (napr. modráčiky) – aby si na dreve doplnili minerály a vodu, aj včely samotárky, aby si tam našli úkryt pre seba a potomstvo.

#### Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:

- Starostlivosť o zeleň, a s tým súvisiacu údržbu je potrebné prispôbiť funkcii – iné nároky sú na trávnatú plochu určenú na piknik alebo plochu využívanú na hry a iné na menej využívanú trávnatú plochu popri cestných komunikáciách a pod.
- Pre správnu údržbu trávnikov v čase zmeny klímy je potrebné voliť aj zodpovedajúcu techniku. Existujúce stroje často neumožňujú zvýšiť výšku kosenia. Zároveň vzniká problém s odstraňovaním biomasy z vyššie kosených plôch a to má vplyv na mitigačný prínos opatrení. Firmy, vykonávajúce údržbu trávnikov budú musieť investovať do novej techniky, prípadne bude nutné vymeniť dodávateľa služieb za takého, ktorý zodpovedajúcou technikou disponuje.
- Pri výbere sa osobitne snažíme uprednostniť domáce druhy (najlepšie aj poskytujúce potravu či úkryt pre živočíchov) a druhy, ktoré znášajú extrémne sídelného prostredia, a to predovšetkým s nízkymi nárokmi na zavlažovanie (xeroscaping).
- Čím väčšia biodiverzita, tým menšie riziko premnoženia jednotlivých druhov (vrátane kliešťov).
- Kvitnúce lúky ako plochy s redukovaným počtom kosenia nie sú určené na pobyt. Pre prechádzky okolo týchto plôch je potrebné pravidelne vykášať chodníčky.
- Plochy s redukovaným počtom kosenia lepšie pohlcujú prachové častice zo vzduchu, ktoré sú karcinogénne a vyvolávajú alergické reakcie. Vyššia tráva jemné čiastočky prachu prirodzene filtruje.
- Z dôvodu obmedzenia výskytu a tvorby pelu tráv, ktoré patria k silným alergénom, sa aj na plochách s redukovaným počtom kosenia odporúča vykonať prvú kosbu ešte pred ich kvitnutím (v závislosti od počasia cca na konci mája)
- Je potrebné dvakrát do roka kosené plochy pleť od invázy druhov (zlatobyl' americká/ kanadská, hviezdnik ročný, alebo astra novobelgická) a od bodliakov.

#### Doplňujúce zdroje informácií (linky):

Hudeková, Z. et al. 2018: Príroda v meste: nový pohľad na tvorbu a údržbu zelene a záhrad: príručka nielen pre samosprávy. Bratislava: Živica, 2018. ISBN 978-80-972962-1-6.

Dostupné na: <<https://zivica.sk/kniznica/prirucka-pre-samospravy-priroda-v-meste/>>.

Hudeková, Z. 2016: Príroda blízka údržba mestskej zelene – príručka pre samosprávy. Bratislava: Živica, 2016. ISBN: 78-80-968989-7-8. Dostupné na: <<https://zivica.sk/kniznica/prirucka-priode-blizka-udrzba-mestskej-zelene/>>.

Agentura ochrany prírody a krajiny ČR (AOPK ČR). 2018: Standardy SPPK C02 007 Krajinne trávniky.

Dostupné na: <<https://standards.nature.cz/res/archive/378/061493.pdf?seek=1515420562>>.

Kolektív autorů. Metodické doporučení Management travnatých ploch v období dlouhodobého sucha a horka.

Odbor ochrany prostředí Magistrátu hl. m. Prahy, oddělení péče o zeleň. 2019

Kolektív autorů. Principy tvorby veřejných prostranství. Kancelář architekta města Brna.

Straka, J. – Straková M. 2011: Zakládání trávníků a péče o trávniky. Učební texty. Agrostis Trávniky, s.r.o. Rousínov.

Flandin, J. – Parisot, Chr. 2016: Guide de gestion écologique des espaces publics et privés. Natureparif, 188 s.

Dostupné na: <[https://www.arb-idf.fr/sites/arb-idf/files/document/ressources/guide\\_gestion\\_ecologique\\_natureparif\\_2016.pdf](https://www.arb-idf.fr/sites/arb-idf/files/document/ressources/guide_gestion_ecologique_natureparif_2016.pdf)>.

Hudeková, Z. 2020: Green infrastructure and biodiversity.

Dostupné na: <<https://www.karloves.sk/wp-content/uploads/expert-paper-GI-biodiversity.pdf>>.

## 8 Budovanie mokradí v urbánom prostredí

Budovanie nových prírode blízkych a ochrana prirodzených mokradí v zastavanom území mesta alebo s priamym vplyvom na zastavané územie mesta. Mokrade sú definované ako prírodné alebo umelo vytvorené územia sezónne alebo trvalo zaplavené vodou.

Obrázok 8: Mokrad' Triangl na okraji sídliska Skalka v Prahe



Autor fotografie: Mirek Lupač

### Mitigačný vplyv opatrenia: ++

Budovanie mokradí v mestskom prostredí spĺňa parametre pre spojenie adaptačných a mitigačných kritérií. Z pohľadu mitigácie je významné, že mokrade majú nesmiernu kapacitu pohlcovať a zadržiavať jeden z najvýznamnejších skleníkových plynov, ktorým je oxid uhličitý. Obnova umelo vysušených rašelinísk a mokradí môže zachytávať až 25% emisií z poľnohospodárskej produkcie. Rašeliniská sú špecifickými ekosystémami schopnými ukladať viac uhlíka ako lesy. Až tretina uhlíka v pôde je zachytená práve v rašeliniskách, aj keď tie pokrývajú len 3% celosvetovej súše (Bonn et al., 2016).

Holden (2005) zdôrazňuje, že dlhodobá schopnosť rašelinísk absorbovať oxid uhličitý závisí na prebiehajúcich zmenách klímy a tiež na spôsobe manažmentu daného stanovišťa. Tieto faktory ovplyvňujú hydrologické procesy a tok vody pod povrchom rašeliny. Majú značný vplyv na celkovú mieru sekvestrácie uhlíka, pretože za nepriaznivých podmienok môžu byť rašeliniská čistým zdrojom ďalších skleníkových plynov, ako je metán (Green et al. 2018).

Priemerné hodnoty sekvestrácie uhlíka pre jednotlivé typy prírode blízkych typov plôch v mestách, sú uvedené v tabuľke 1. V prípade modrej a modrozelenej infraštruktúry platia najvyššie hodnoty sekvestrácia uhlíka – 36,1 kg C/m<sup>2</sup>. Podobne značný príspevok majú plochy mestskej zelene napojenej na šedú infraštruktúru (28,9 g C/m<sup>2</sup>).

### Adaptačný vplyv opatrenia: +++

Mokrade prispievajú k retencii vody, obmedzujú kolísanie prietokov v tečúcich vodách, dopĺňajú zásoby podzemnej vody, vodu čistia a odstraňujú z nej škodlivé látky. Tým, že dokážu akumulovať veľké množstvo zrážok (je to podobný efekt, ako má „špongia“), podstatne môžu zmierniť záplavy z privalových dažďov.

Výskumy ako aj praktické skúsenosti dokazujú, že výpar z mokradnej a inej vlhkomilnej vegetácie dostatočne zásobenej vodou má veľmi priaznivý vplyv na mikroklimatické podmienky. Navyše, ako už bolo popísané v predchádzajúcich

statiach, ide o ochladzovanie za pomoci výparu z vodnej hladiny, nakoľko voda spotrebuje 2500 kJ na odparenie 1 mm vody/m<sup>2</sup>. V súčasnosti nie je známych veľa výskumov, ktoré by sa zaoberali kombinovaným ochladzovacím efektom výparu vody a výparu z mokradnej a inej vegetácie. Hammel et al. (2012) vo svojich výskumoch poukázal na priaznivý stav vlhkosti v rámci okolitej pôdy, čo má tiež pozitívny vplyv na ochladzovanie prostredia.

#### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: +++**

Pozitívny vplyv vybudovaných mokradí na miestnu biodiverzitu je vysoký. Po vybudovaní vodnej plochy je táto hneď obsadená živočíchmi viazanými na vodu – vážkami, vodnými chrobákmi, žabami a pod., ktoré sa bez existencie tejto vodnej plochy nezaobídu. Okrem toho stabilné mokrade slúžia ako napájadlá pre hmyz, vtáky aj menšie cicavce – ježe, veвериčky z okolia. Mokrade svojou existenciou zvyšujú šance živočíchov na prežitie v čase horúčav a sucha. Vybudované mokrade sa používajú v mnohých krajinách ako zelená infraštruktúra na záchyt zrážkovej vody (vrátane predčistenia odpadových vôd), ale môžu to byť aj „hotspoty“ biodiverzity. V niektorých štúdiách sa zvýšil počet rastlinných druhov (vrátane niekoľkých chránených) o viac ako 200%.

#### **Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Vybudované mokrade slúžia ako nákladovo efektívna a viacúčelová možnosť hospodárenia so zrážkovou vodou v mestskej krajine, ktorá ponúka ochranu pred povodňami a tiež biotopy voľne žijúcich živočíchov.
- Avšak vzhľadom na existujúce požiadavky potenciálnej evapotranspirácie (výparu z vegetácie) sa náš región posúva v nižších polohách do stepného klimatického pásma. Poukazujú na to mapy posunu klimatických okrskov. Ide predovšetkým o Podunajskú a Záhorskú nížinu, ale aj nižšie polohy na juhu stredného a východného Slovenska (asi do 250 m n. m.). Vysušovanie však prebieha aj inde na Slovensku, len tam to nie je smerom k stepnému pásmu, ale k zhoršeniu podmienok pre viaceré dreviny (predovšetkým smrek). Mokrad' v malej nadmorskej výške, prípadne v suchom okolitom prostredí spotrebuje vyparovaním obrovské množstvo vody (aj vyše 800 mm ročne na m<sup>2</sup>), teda o 50% až 100% viac ako okolitá krajina s trávnatou alebo príležitostnou nezavlažovanou vegetáciou. Výsledkom je, že mokrade by sme mali budovať len tam, kde je prirodzene dostatok vody napr. lužné lesy okolo Dunaja. Tam, kde je vody nedostatok (stepi a polopúšte bez riek bohatších na vodu) je umelé budovanie mokradí nežiadúce, lebo sa tým stráca cenná voda, ktorá je v krajine potrebná na iné účely.
- Štúdie poukazujú aj na fakt, že ak sa v blízkom okolí vybudovanej mokrade nachádza znečisťujúci priemysel, mokrade môžu akumulovať vysoké úrovne znečistenia a byť potenciálne toxické pre voľne žijúce zvieratá.

#### **Doplňujúce zdroje informácií (linky):**

Green, S. M. – Baird, A. J. – Evans, C. D. et al.: Methane and carbon dioxide fluxes from open and blocked ditches in a blanket bog. In *Plant Soil* 424, s. 619 – 638. 2018.

Holden, J. 2005: Peatland hydrology and carbon release: why small-scale process matters. In *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 363(1837), s. 2891 – 2913. 2005.

Peatlands In The Eu: Common Agriculture Policy (Cap) After 2020.

Dostupné na: <[https://www.eurosite.org/wp-content/uploads/CAP-Policy-Brief-Peatlands-in-the-new-European-Union-Version-4.8.pdf?fbclid=IwAR2KdXy0QY68QLMNj8zWkHe4YX4MwMo\\_LP3kzdCJYnFnQCQyjuXOFgbUqDw](https://www.eurosite.org/wp-content/uploads/CAP-Policy-Brief-Peatlands-in-the-new-European-Union-Version-4.8.pdf?fbclid=IwAR2KdXy0QY68QLMNj8zWkHe4YX4MwMo_LP3kzdCJYnFnQCQyjuXOFgbUqDw)>.

EK (Európska komisia). 2016: Science for Environmental Policy. Constructed wetlands boost biodiversity: evidence from Italy. Dostupné na: <[https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/constructed\\_wetlands\\_boost\\_biodiversity\\_evidence\\_from\\_italy\\_457na2\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/constructed_wetlands_boost_biodiversity_evidence_from_italy_457na2_en.pdf)>.

## **9 Zakladanie produkčných mestských záhrad**

Pestovanie potravín priamo v mestách a zakladanie tzv. komunitných záhrad v mestách sa stáva čoraz viac populárnym. Jedná sa o možnosť, ako zveľadiť verejné priestranstvá a nevyužívané plochy. V súčasnosti vznik komunitných záhrad reaguje na nedostatok zelene v mestách, stratu verejných priestranstiev na úkor súkromných priestorov, premenu opusteného priestoru, vytváranie príjemnejšieho prírodného prostredia alebo prepojenie lokálnej komunity s mestským poľnohospodárstvom. Trávnaté plochy na sídliskách, parky, opustené pozemky alebo dokonca strechy budov sú ideálnym miestom pre ich zakladanie. Pestuje sa tu najmä zelenina, ovocie a bylinky, ale aj kvety a kríky. Ak je k dispozícii dost' miesta, vysádzajú sa stromy. Súčasťou môžu byť rôzne príbytky a úkryty pre užitočné živočích.

Typy mestských záhrad:

- komunitné záhrady na verejných priestranstvách a vnútroblokoch,
- záhrady na strechách budov,
- produkčné záhrady.



Obrázok 9: Komunitná záhrada ako súčasť verejnej zelene v Bratislave-Karlovej Vsi



Zdroj fotografie: Mestská časť Bratislava-Karlova Ves

#### **Mitigačný vplyv opatrenia: ++**

Pri použití správnych postupov môže mestské poľnohospodárstvo znížiť emisie skleníkových plynov priamo prostredníctvom záhytu (sekvestrácie) a nepriamo, znížením dopravnej vzdialenosti pri transporte poľnohospodárskych produktov či znížením využívania a výroby pesticídov a hnojív.

V súlade s tabuľkou 1, priemerná sekvestrácia uhlíka pre tento typ funkčného využitia územia je 23,7 kg C/m<sup>2</sup>.

K presnejšiemu určeniu mitigačného efektu by bola potrebná komplexná analýza uhlíkovej stopy danej poľnohospodárskej výroby (emisie súvisiace s poľnohospodárskou výrobou, palivami, energiou a hnojivami, uhlík uložený v nadzemnej a podzemnej biomase). Obdobne to platí, aj keď v menšom meradle aj pre súkromné produkčné či komunitné záhrady, či iné formy pestovania v mestách. Výskumy ukazujú, že intenzívne obhospodarovaná európska poľnohospodárska pôda je čistým producentom emisií skleníkových plynov (podľa niektorých zdrojov je sektor poľnohospodárstva zodpovedný za ¼ všetkých skleníkových plynov), a teda nijako neprispieva k záhytu uhlíka (Lugato et al. 2016).

Samotná pôda zohráva dôležitú úlohu pri ochrane klímy, nakoľko dokáže pohlcovať a aktívne viazať atmosférický uhlík. Zmena využívania pôdy, procesy degradácie a erózia často vedie k tomu, že sa pôdny organický uhlík uvoľňuje z pôdy do atmosféry, čo znižuje kapacitu pôdy ukladať CO<sub>2</sub>.

Výskumom sa zistilo, že asi 86% európskych poľnohospodárskych oblastí vykazovalo straty uhlíka (t. j. jeho prenos do atmosféry) z dôvodu erózie (Pérez-Soba et al. 2018: 44), pričom väčšie straty uhlíka sú spojené s intenzívne obhospodarovanými systémami (napr. vinice alebo trvalé plodiny).

#### **Adaptačný vplyv opatrenia: +**

Podľa veľkosti rozlohy komunitnej záhrady, ako aj formy výsadby, osobitne podielu ovocných stromov poskytujúci zatienenie, sa prejavuje chladiaci účinok zelene. V komunitných záhradách sa veľmi často zachytáva zrážková voda (napríklad zo striech okolitých budov), ktorá sa následne využíva na polievanie.

Okrem samotného dopestovania potravín, čím sa zvyšuje potravinová sebestačnosť obyvateľstva, má veľký význam aj samotné budovanie a podpora komunity.

**Biodiverzitný vplyv opatrenia: +**

Oproti často koseným trávnikom na sídliskách prináša mestská záhrada s pestrou paletou pestovaných rastlín oživenie biodiverzity, pokiaľ sa pri pestovaní nepoužívajú chemické látky. Biodiverzitu opelovačov je možné zámerne prilákať šikovným výberom pestovaných kvitnúcich rastlín zamiešaných v zeleninových záhonoch, ktoré kvitnú počas sezóny postupne od jari až do jesene. Je odporúčané preferovať tradičné nenáročné odrody – tulipány, snežienky, konvalinky, primulky, prvosenky, floxy, nezábudky, vlčí bôb (lupina), ruže, materina dúška, oregano, tymián, klinčeky, na výslunné miesta aj skalničky – skalné ruže, rozchodníky a pod. Vhodnou kombináciou so zeleninou sa dá predísť väčším škodám spôsobeným škodcami.

Napájačky inštalované uprostred záhrad, ktoré sú pravidelné dopĺňané vodou sa stávajú v tejto mestskej záhrade uprostred sídliska vyhľadávanými miestami pre hmyz aj vtáky, hlavne v lete.

**Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Jednou z možných prekážok je nájdenie vhodného pozemku a vyriešenie vlastníckych vzťahov, resp. dlhodobého prenájmu pozemku. K ďalším prekážkam na Slovensku patrí vandalizmus.
- V zahraničí je už viacero pozitívnych príkladov. Nemecké mesto Andernach dnes svojim obyvateľom ponúka zážitok, ktorého cieľom je zmeniť spôsob života v meste, a to z klasického mestského modelu na mesto so zdravým jedlom. S nápadom pestovať ovocie a zeleninu v mestských parkoch prišla skupinka susedov ešte v roku 2010, a takto začali obhospodarovať 8 000 metrov štvorcových sádov a asi 13 hektárov obecných pozemkov, kde štátna správa pestuje mnohé druhy zeleniny, ktorú si môžu ľudia z Andernachu zozbierať na vlastnú spotrebu z verejnej zelene.
- Hnutie „Incredible edible – neuveriteľne jedlé“ vzniklo v britskom mestečku Todmorden. Vďaka „pirátskym“ výsadbám na verejných priestranstvách v rámci „Incredible edible“ si začalo vlastné jedlo pestovať až 57% obyvateľov a ich cieľom je stať sa sebastačným mestom v pestovaní jedla. A nečakaným výsledkom sa stal aj pokles kriminality a násilných činov. Hnutie „Incredible edible – neuveriteľne jedlé“ sa následne rozšírilo aj do ostatných európskych krajín.

**Doplňujúce zdroje informácií (linky):**

Iniciatíva Incredible Edible Network. Dostupná na: <<https://www.incredibleedible.org.uk/>>.

Jedlé mesto: mestské záhradníctvo na zelených plochách Andernachu.

Dostupné na: <<https://richtiggut.bauhaus.info/garten-freizeit/beet-balkon/andernach-essbare-stadt-urban-gardening>>.

Gerber, P.J., et al. 2013: Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.

Lugato, E., et al. 2016: Quantifying the erosion effect on current carbon budget of European agricultural soils at high spatial resolution. In *Global Change Biology*, 22(5), s. 1976–1984. 2016.

P. rez-Soba, M., et al. 2018: D2.3: Report on patterns and trends of Public Goods/Ecosystem Services in relation to land management systems, PEGASUS: Public Ecosystem Goods and Services from land management – Unlocking the Synergies, European Commission.

## 10 Budovanie vegetačných striech

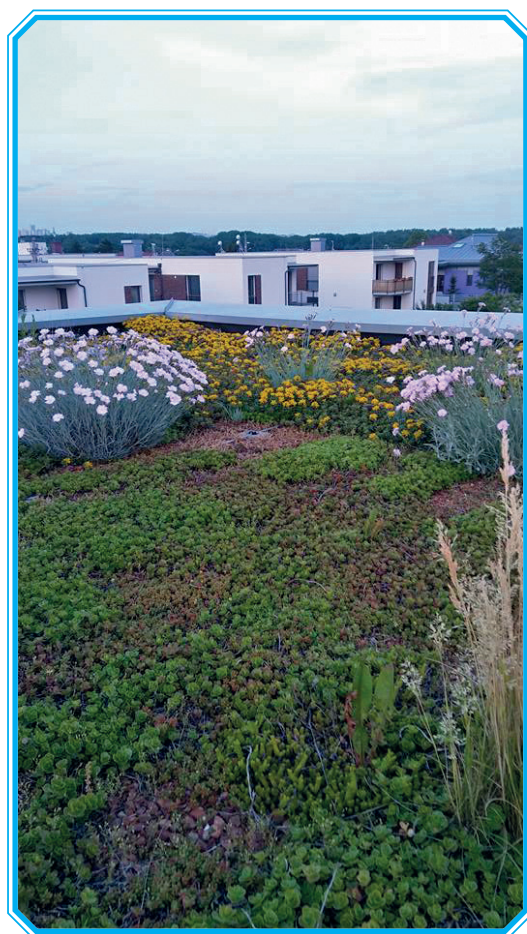
Vegetačné strechy sú efektívnym adaptačno-mitigačným opatrením v intenzívne urbanizovanom území, v ktorom je nedostatok voľných plôch. Vegetačné strechy sa dajú budovať na stavbách s rovnou, ale aj šikmou strechou.

Na základe druhového zloženia a na to nadväzujúcich parametrov (napr. hrúbka substrátu...) sa vegetačné strechy členia na intenzívne a extenzívne. Intenzívne vegetačné strechy majú väčšinu plochy pokrytú nízkou až stredne vysokou vegetáciou (najčastejšie rôzne druhy tráv, trvaliek, či menších krov), pod ktorou sa nachádza substrát v hrúbke niekoľko desiatok centimetrov a izolačné vrstvy. Pre udržanie prosperujúcich podmienok pre strešné rastlinstvo je zväčša potrebná pravidelná údržba a pravidelná zálievka podľa potreby a zvolených druhov vysadenej vegetácie. Extenzívna vegetačná strecha je na druhú stranu zvyčajne takmer bezúdržbová (údržba 3 – 4 krát do roka) a pokrytá nenáročnými druhmi rastlín (napr. machy, rozchodníky, sukulenty, trávy a byliny) s hrúbkou substrátu do 20 až 25 cm a izolačnými vrstvami.

**Mitigačný vplyv opatrenia: +**

K zmierňovaniu zmeny klímy a znižovaniu emisií skleníkových plynov prispievajú vegetačné strechy dvomi spôsobmi. Prvým je pohlcovanie uhlíka samotnou strešnou vegetáciou, ktorá ho využíva ako stavebný prvok pri svojom vlastnom raste a vŕha ho vo vlastnom organizme. Ďalším spôsobom je zlepšenie tepelnoizolačných parametrov

Obrázok 10: Aj na extenzívnej vegetačnej streche je možné kombinovať rozchodníky s nenáročnými skalničkovými trvankami a trávami



Autorka fotografie: Zuzana Hudeková

strechy budovy a zabránenie nadmernému prehrievaniu budovy počas letných vln horúčav, resp. jej ochladzovaniu. Vďaka zvýšenej izolácii nie je pre zabezpečenie tepelného komfortu v budove potrebné aktívne strojové chladenie (napr. sítě veľmi rozšírenými, ale z pohľadu mitigácie nevýhodnými klimatizačnými zariadeniami), čím sa znižuje spotreba energie na ochladzovanie vnútorných priestorov.

Konkrétny mitigačný prínos sa bude odvíjať od typu budovy, na ktorej je vegetačná strecha umiestnená, samotného umiestnenia tejto budovy, jej orientácie voči svetovým stranám, a od spôsobu vykurovania. Účinok tohto opatrenia je potrebné posudzovať spolu aj ďalšími ostatnými realizovanými opatreniami na budove, ktoré rovnako prispievajú k zníženiu emisií skleníkových plynov. Všeobecne platí pre novú biomasu na vegetačnej streche hrubý mitigačný prínos: 1 tona novej biomasy = 3,67 ton pohltenej  $\text{CO}_2$ . Z dôvodu lepšej izolácie a zateplenia budovy prostredníctvom vegetačnej strechy platia poznámky ohľadom úspory paliva na vykurovanie, uvedené pri opatrení 17. Pokiaľ bude budova v horšom energetickom štandarde a vykurovaná fosílnymi palivami, bude prínos vyšší ako u existujúcej nízkoenergetickej budovy. Z publikovaných výskumov vyplýva, že zelené strechy zvyšujú tepelnú izoláciu strešného systému za pomoci tienenia, zvýšenej izolácie a evapotranspirácie, a tým dosahujú zníženie energetickej dopytu danej budovy. Z publikovaných dát vyplýva, že zelené strechy môžu ušetriť od 1,8 kWh/m<sup>2</sup> do 6,8 kWh/m<sup>2</sup> v prípade chladenia a 6,44 kWh/m<sup>2</sup> na vykurovanie.

Úspora energií na klimatizáciu v prípade zelenej strechy predstavuje až 150 W/m<sup>2</sup> (Handley, 2010), a s tým aj súvisí odhad zníženia emisií  $\text{CO}_2$  na základe energetických úspor (odhad zníženia emisií je spojený s ušetrenou energiou vynásobenou 0,537 kWh čo predstavuje uhlíkovú intenzitu pre elektrinu Defra/Carbon Trust).

#### **Adaptačný vplyv opatrenia: ++**

Vegetačné strechy majú významný vplyv na zabraňovanie prehrievania budovy počas letných vln horúčav. Vďaka tieniacemu účinku vegetácie a dodatočnej izolácii (pôdny substrát a technické izolačné vrstvy) dokážu udržiavať počas slnečných letných dní vnútornú teplotu budovy až o niekoľko °C chladnejšiu ako v porovnateľnej budove s klasickejšou strechou. Prostredníctvom výparu zo strešnej vegetácie taktiež mierne prispievajú k ochladzovaniu svojho

okolía. Ďalším adaptačným vplyvom vegetačných striech je zachytávanie a spomaľovanie odtoku zrážkovej vody, a tým napomáhajú manažmentu zrážkovej vody v meste a znižujú riziko vzniku lokálnych povodní. 1 m<sup>2</sup> extenzívnej vegetačnej strechy s hrúbkou substrátu 25 cm môže zachytiť okolo 137 litrov zrážkovej vody (čo je porovnateľné množstvo vody v napustenej vani). Vegetačné strechy majú v porovnaní s nepriepustným povrchom o 85 až 90% nižší maximálny odtokový koeficient.

Intenzita adaptačného vplyvu vegetačných striech sa však výrazne mení v závislosti od typu a samotného prevedenia opatrenia.

#### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: +**

Vegetačné strechy poskytujú vo vysoko urbanizovanom prostredí útočisko a životný priestor pre množstvo živočíchov. Podľa typu realizácie zelenej strechy sa odvíja aj miera vplyvu z pohľadu biodiverzity. Extenzívne vegetačné strechy s druhovo málo pestrou a vzrastom prevažne nízkou vegetáciou poskytujú úkryt prevažne pre bezstavovce. Intenzívne vegetačné strechy s rôznorodejšou a bujnějšíou vegetáciou poskytujú priestore pre život, potravu či od-dych pre širšiu škálu živočíchov vrátane vtáctva, opelovačov a pod. Pre zvýšenie biodiverzitého účinku je možné doplniť vegetačnú strechu okrem bežnej vegetácie aj napr. o drobný vodný prvok slúžiaci na napájanie vtáctva v čase sucha, či o rôzne kusy dreva a rastlinného materiálu, ktoré slúžia ako útočisko pre hmyz a iné bezstavovce. V čase sucha je potrebné vodu do napájadla dopĺňať.

Na strechách je možné integrovať prvky ako včelie úle, bohatý sortiment kvitnúcich nektarodajných rastlín, vytvorenie iných inovatívnych prvkov, ktoré budú podporovať biodiverzitu (miesta, ktoré budú útočiskom pre vhodné živočíšne druhy, napájadlá pre včely a vtáky a pod.).

Pre podporu biodiverzity sa odporúča:

- Zachovať rôznorodosť a pestrosť (diverzifikáciu rastlinných druhov a vrstiev), čiže vysadiť, rozličné druhy s rozličnou výškou porastu. Uprednostňovať domáce druhy, v niektorých prípadoch je možné aj mačinovaním „preniesť“ časť kvitnúcej lúky na strechu.
- Ak je to technicky možné, použiť substrát o hrúbke viac ako 20 cm, ak to nie je možné aspoň medzi 8 a 10 cm. Odporúča sa využiť lokálny substrát s kvalitou blízkou prírodnej pôde (najlepšie miestna pôda).
- Umiestnenie prvkov na podporu biodiverzity (skaly, mŕtve drevo, prípadne vodný prvok, alebo prístrešky na streche), napájadlo pre vtáky a hmyz.
- Nevyužívať automatickú závlahu, nielen kvôli úspore vody, ale aj z dôvodu podpory prírodných procesov.

V štúdiu, kde sa zbierali poznatky z 31 vegetačných striech (Grooves – Green ROOfs Verified Ecosystem) bolo identifikovaných 200 druhov rastlín, z ktorých 70% vyrástlo spontánne. Zároveň bolo identifikovaných viac ako 300 druhov fauny vrátane 250 druhov hmyzu. Aj z tohto pohľadu môžu slúžiť vegetačné strechy ako „biokoridory“ pre rozličné druhy nakoľko poskytujú potrebný úkryt potravu a aj možnosť hniezdenia a rozmnožovania pre vtáky, ako aj iné druhy živočíchov.

#### **Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Základnou podmienkou a limitom pre výber vhodného druhu vegetačnej strechy sú technické parametre stavby. Intenzívne strechy sú podstatne náročnejšie na dostatočnú nosnosť a statiku strešného pláštia a sú realizovateľné prevažne na strechách s nízkym sklonom. Extenzívne strechy zväčša nevyžadujú zvýšené nároky na strešnú nosnosť a dajú sa realizovať aj na strechách s vyšším sklonom.
- Povrch striech je počas letných vln horúčav vystavený extrémnym teplotám, a preto je potrebné pri plánovaní zvážiť vhodné druhové zloženie vegetácie (najmä pri bezúdržbových extenzívnych strechách) alebo efektívny zavlažovací systém v prípade intenzívnych vegetačných striech.

#### **Doplňujúce zdroje informácií (linky):**

Hudeková, Z. 2016: Príroda blízka údržba mestskej zelene – príručka pre samosprávy. Bratislava: Živica, 2016. ISBN: 78-80-968989-7-8.

Dostupné na: <<https://zivica.sk/kniznica/prirucka-prirouka-blizka-udrzba-mestskej-zelene/>>.

Iniciatíva GRÜNSTATTGRAU: Informácie o Zelených službách v mestskom prostredí.

Dostupné na: <<https://gruenstattgrau.at/urban-greening/leistungen-von-begrueenung/>>.

Hill J, Drake J, Sleep, B. 2016: Comparisons of extensive green roof media in Southern Ontario. In Ecological Engineering 94, s. 418 – 426. 2016.

Príklad technológie na realizáciu vegetačných striech na strechách s vyšším sklonom.

Dostupné na: <<https://www.optigreen.com/system-solutions/pitched-roof/15-45-cable/>>.

Karpatský rozvojový inštitút. 2016: Katalóg adaptačných opatrení miest a obcí BSK na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy. Dostupné na: <[http://www.kri.sk/web\\_object/761.pdf](http://www.kri.sk/web_object/761.pdf)>.

## 11 Budovanie vegetačných (zelených) stien

Pod pojmom vegetačné steny rozumieme steny budov pokryté vertikálnou zeleňou rôznym technickým prevedením a s rôznym druhovým zložením. Medzi hlavné typy (kategórie) vegetačných stien patria vegetačné fasády a tzv. živé steny (z angl. *living walls*).

Vegetačné fasády sú tvorené popínavými rastlinami rastúcimi priamo na povrchu steny alebo na opornej predsa-denej konštrukcii. Korene rastlín sú v zemi pri stene a rastlina postupne zdola-hore obrastá plochu steny.

Živé steny sú komplexnejším systémom s opornou konštrukciou, ktorej súčasťou je vegetácia zakorenená v nádobách (napr. s pôdou, či vodným roztokom) osadených na opornej konštrukcii alebo priamo na stene a zavlažovací systém. Často je celý systém riešený formou modulárnych panelov.

Obrázok 11: Príklad vegetačnej fasády na bytovom dome



Autorka fotografie: Zuzana Hudeková

**Mitigačný vplyv opatrenia: +**

Konkrétny mitigačný prínos sa bude odvíjať od typu a umiestnenia stavby, typu vegetačnej steny a existujúcej energetickej náročnosti budovy. Popínavé rastliny výrazne znižujú teplotu múru, nielen v závislosti od klimatického pásma, ale hlavne od plochy, ktorú pokrývajú. Zníženie teploty sa tak pohybuje v rozmedzí 10 – 30 °C. Bolo vypočítané, že zníženie teploty múru o 5,5 °C ušetrí 50% elektrickej energie potrebnej na klimatizovanie budovy. Keď vezmeme do úvahy, že 1/3 energie na kúrenie v zime sa vynakladá na vetrom ochladzované múry, prinášajú popínavé rastliny (osobitne stále zelené ako napr. brečtan) energetické zisky aj v zimnom období.

**Adaptačný vplyv opatrenia: ++**

Obvodový plášť stavieb je počas celého roka vystavený poveternostným vplyvom a žiareniu slnka, čím dochádza k pomerne veľkým výkyvom tepla na jeho povrchu. Prehrievaniu obvodového plášťa možno efektívne zamedziť jeho zatienením vertikálnou vegetáciou, čo má pozitívny dopad aj na tepelný komfort v interiéri. Doplnkovo táto vegetácia ochladzuje svoje okolie, ako aj budovu prostredníctvom výparu. Odporúča sa realizovať vegetačné steny predsadené od steny niekoľko centimetrov pre zabezpečenie cirkulácie vzduchu medzi vegetáciou a stenou. V takomto prípade sa zachovávajú pozitívne ochladzovacie účinky (tienením a ochladzovaním prostredníctvom výparu rastlín), chráni sa konštrukcia steny (pred mechanickým poškodením, nečistotami, kyslými dažďami žiarením a pod.) a minimalizuje sa možný negatívny vplyv vegetačnej steny na povrch steny (napr. vplyvom prílišnej vlhkosti, narúšaniu štruktúry úponkami rastlín a pod.).

Od vybraného typu a prevedenia vegetačnej fasády sa následne odvíja intenzita jej efektu.

**Biodiverzitný vplyv opatrenia: +**

Kvety kvitnúce na zelenej stene lákajú hmyz v čase kvitnutia a počas zimy môžu v stene aj prezimovať v zemnom substráte. Takže jednoznačne toto opatrenie zvyšuje biodiverzitu v urbanizovanom prostredí.

**Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- V prípade vegetačných stien sa odporúča vybudovanie zavlažovacieho systému pre zásobovanie rastlín dostatočným vodom.
- Nižšie časti vegetačnej steny je možné využiť taktiež ako formu mestskej záhrady a pestovať na nej bylinky, či vybrané druhy zeleniny.

**Doplňujúce zdroje informácií (linky):**

Yeh, Y.P. 2012: Green Wall-The Creative Solution in Response to the Urban Heat Island Effect. National Chung-Hsing University.

Basdogan, G. – Cig, A. 2016: Ecological-social-economical impacts of vertical gardens in the sustainable city model. Dostupné na: <[https://www.researchgate.net/publication/316505048\\_Ecological-social-economical\\_impacts\\_of\\_vertical\\_gardens\\_in\\_the\\_sustainable\\_city\\_model](https://www.researchgate.net/publication/316505048_Ecological-social-economical_impacts_of_vertical_gardens_in_the_sustainable_city_model)>.

## 12 Podpora prírode blízkyh opatrení na zachytávanie a vsakovanie zrážkovej vody

V intenzívne urbanizovanom prostredí je vhodné podporovať vytváranie nových vodných plôch s prvkami zelene. Medzi takéto plochy patria aj prírode blízke opatrenia na zachytávanie a vsakovanie zrážkovej vody.

Zberné jazierka a iné retenčné plochy – jazierka a iné malé vodné plochy v sídelnom prostredí napomáhajú vytvárať atraktívne prostredie pre ľudí v priamom kontakte s vodou. Za osobitne výhodné sa dajú považovať tie vodné prvky, ktoré využívajú zachytenú zrážkovú vodu, resp. vodné plochy, ktoré zároveň slúžia aj na zachytávanie zrážkovej vody, alebo slúžia na dočasné zachytenie extrémnej zrážky. Príkladom môže byť takéto jazierko v Brne Nový Lískovec, kde sú zvedené zrážkové vody zo striech troch panelových bytových domov.

Terénne modelácie s cieľom zachytiť a spomaliť zrážkovú vodu – tieto je možné realizovať v trávnatých plochách vo verejnej zeleni. Za mimoriadne dôležité je umožniť vsak zo spevnenej plochy do plochy zelenej. V súčasnosti sú častými prekážkami napr. obrubník, zlé vyspádovanie spevnenej plochy, resp. plocha zelene je na vyššej úrovni ako spevnená plocha, čím dochádza k zanášaniam a vyplavovaniu častí zeminy na chodník, resp. komunikáciu, nakoľko preschnutá a zhutnená pôda (ku ktorej prispievame aj intenzívnym skosením trávnik v letných mesiacoch) nemá dostatočne schopnosť zachytávať zrážkovú vodu.

**Mitigačný vplyv opatrenia: +**

Znížené nároky na čistenie odpadovej vody, ktoré vedú k zníženiu spotreby energie a súvisiacich emisií CO<sub>2</sub>. Pri čistení odpadovej vody vznikajú emisie skleníkových plynov najmä kvôli organickému znečisteniu a úniku metánu

Obrázok 12: Príklad terénnej depresie na zachytávanie zrážkovej vody (Kampus Ekonomickej univerzity vo Viedni)



Zdroj fotografie: IEPD

do atmosféry. Tento plyn je 28 x silnejším skleníkovým plynom ako oxid uhličitý. Pre odpadovú vodu platí orientačný emisný faktor (prepočítaný na ekvivalenty  $\text{CO}_2$ ) –  $0,815 \text{ kg CO}_2\text{e}/\text{m}^3$ . Pokiaľ teda zamedzíme odtoku napr.  $100 \text{ m}^3$  dažďovej vody a jej zmiešaní s vodou odpadovou, mitigačný prínos bude  $81,5 \text{ kg CO}_2\text{e}$ .

Podľa údajov syntetickej správy Európskej komisie (Nature-based Solutions for Climate Mitigation. Analysis of EU-funded projects), je priemerný mitigačný prínos „zelených plôch určených na nakladanie s vodou“  $12,5 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2$ . Doplnkové informácie sú taktiež uvedené v tabuľke 1: Relatívny príspevok prírode blízkych opatrení (NBS) z hľadiska rôzneho typu využitia plochy v mestách.

#### **Adaptačný vplyv opatrenia: ++**

Počas intenzívnych zrážok zachytávajú časť vody a pôsobia ako akumulčné nádrže spomaľujúce odtok vody z územia. Následne môže byť zachytená voda postupne zasakovaná do pôdy, alebo udržiavaná na mieste a ochladzujúca svoje okolie prostredníctvom výparu, ako aj priamo z hladiny vodnej plochy, čím napomáha udržiavať príjemnú mikroklimu.

Udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami vo forme prírode blízkych opatrení na zadržanie a vsak zrážkovej vody znižuje riziko povodní (ich frekvencie ako aj rozsahu škôd). Rovnako prispieva aj k prevencii proti suchu tým, že napomáha vsaku aj do spodných vrstiev pôdy, a tým dopĺňa zásoby podzemnej vody.

#### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: +**

Dažďové jazierka, ktoré prechodne kumulujú po daždi vodu, priťahujú hmyz, žaby, plazy, lebo sú zdrojom vlhky a koristi (hmyz pre plazy). Pokiaľ sú tieto dažďové jazierka vysadené trvankami rôzneho druhu, zvyšuje sa tým aj biodiverzita rastlín.

#### **Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Prvotným predpokladom pre vsakovanie je určenie koeficientu vsaku, ktorý charakterizuje vsakovaciu schopnosť pôdy a horninového prostredia skúmanej lokality a používa sa vo výpočtoch pri návrhu vsakovacieho zariadenia.
- Pri dažďových záhradách sa nepočíta s trvalou hladinou vody, zrážková voda pri správnom návrhu vsiakne do 48 hodín.

- Ďalším pozitívom prírode blízkyh riešení je zlepšenie kvality podzemnej vody, ktorá sa vsakom cez jednotlivé vrstvy filtruje od škodlivých látok a znečistenia.

#### Doplňujúce zdroje informácií (linky):

Oborová norma TNV 75 9011 Hospodárení se srážkovými vodami.

Dostupná na: <[http://eagri.cz/public/web/file/209372/TNV\\_75\\_9011\\_\\_brezen\\_2013.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/209372/TNV_75_9011__brezen_2013.pdf)>.

CEEV Živica. 2020: Klíma nás spája: Čo je to dažďová záhrada?.

Dostupné na: <<https://www.klimaspaja.sk/co-je-to-dazdova-zahrada/>>.

EK (Európska komisia). 2020: Nature-based Solutions for Climate Mitigation. Analysis of EU-funded projects.

Dostupné na: <<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6dd4d571-cafe-11ea-adf7-01aa75ed71a1>>.

## 13 Využívanie priepustných povrchov vo verejných priestranstvách

Opatrenie spočíva v znižovaní rozlohy nepriepustných povrchov a budovaní priepustných povrchov všade tam, kde je to technologicky a legislatívne možné. Opatrenie sa môže realizovať rekonštrukciou existujúcich nepriepustných povrchov na (polo)priepustné, alebo využitím (polo)priepustných materiálov pri budovaní nových plôch. Pre zabezpečenie ochrany kvality pôdy a podzemnej vody je vhodné v územiach s rizikom zasakovania škodlivých látok (napr. parkoviská) opatrenie doplniť technológiami na zachytávanie a viazanie prípadných škodlivých látok prostredníctvom mechanickej filtrácie, či filtrácie absorbčným materiálom (napr. lapače olejov, odlučovače ropných látok a pod.). Medzi vhodné priepustné povrchy v urbanizovanom prostredí patria napr.:

- priepustný betón/asfalt,
- (polo)vegetačné tvárnice,
- mlatový povrch,
- zámková dlažba,
- špeciálne povrchy (živicom viazané systémy).

#### Mitigačný vplyv opatrenia: +

Mitigačný prínos opatrenia je skôr nepriamy a s menším dopadom, ale pozitívny. Vďaka zníženiu povrchového odtoku sa zníži množstvo odkanalizovanej zrážkovej vody, a tým menej vody sa bude musieť upravovať, prepravovať, čistiť, čo má za následok šetrenie energie a prostriedkov. Platí to najmä v prípade, ak v meste nie je vybudovaná delená kanalizačná sieť pre odpadovú a dažďovú vodu. Pri čistení odpadovej vody vznikajú emisie skleníkových plynov najmä kvôli organickému znečisteniu a úniku metánu do atmosféry. Tento plyn je 28x silnejším skleníkovým plynom ako oxid uhličitý. Pre odpadovú vodu platí orientačný emisný faktor (prepočítaný na ekvivalenty CO<sub>2</sub>) – 0,815 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>. Pokiaľ teda zamedzíme odtoku napr. 100 m<sup>3</sup> dažďovej vody a jej zmiešaniu s vodou odpadovou, mitigačný prínos bude 81,5 kg CO<sub>2</sub>e.

Nezanedbateľný aspekt v prípade tohto opatrenia predstavuje uhlíková stopa, t. j. emisie spojené s výrobou napr. zatravnovacích dlaždíc. Je vhodné preferovať materiály s nižšou uhlíkovou stopou pri výrobe.

#### Adaptačný vplyv opatrenia: ++

Nepriepustné povrchy predstavujú v urbánnom prostredí fyzickú bariéru pre vsakovanie zrážkovej vody, čo môže v prípade intenzívnych zrážok spôsobovať lokálne povodne a problémy odvodňovacej a kanalizačnej sústavy. Zvyšovanie podielu priepustných plôch prispeje k zasakovaniu časti zrážkovej vody v mieste dopadu a zníži objem rýchlo odtečenej vody a zredukuje prípadnú povodňovú vlnu. Zároveň sa tým znižuje zaťaženie kanalizačnej siete a čistiarní odpadových vôd, čím sa prispieva k zefektívnemu vodného hospodárenia v sídle.

Zvýšením saturácie pôdy zrážkovou vodou sa zvyšuje krátkodobá odolnosť územia na prípadné obdobie sucha, ktoré môže nasledovať po období intenzívnych zrážok, a prostredníctvom výparu z pôdy prispieva k zlepšeniu mikroklimy v území.

#### Biodiverzitný vplyv opatrenia: +

Opatrenie má pozitívny biodiverzitný vplyv, pretože zrážkové vody udržané medzi dlaždicami a v priepustnom povrchu poskytujú podmienky pre pôdne živočíchy, aby sa schovávali v takomto prostredí. Takéto vlhké miesta sú atraktívnym biotopom pre žaby a plazy.

#### Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:

- Pri návrhu odvodnenia alebo využitia priepustného povrchu cestných komunikácií a parkovísk je potrebné poznať mieru znečistenia vody vsakujúcej cez povrch a mieru rizika havarijného úniku nebezpečných látok. Kvalitatívne podmienky vody na vsakovanie upravuje napr. nariadenie vlády SR č. 269/2010 Z. z.



Obrázok 13: Príklad využitia priepustného mlatového povrchu v parkovej zeleni  
príklad z eko-štvrte Boulogne Billancourt (Francúzsko)



Autorka fotografie: Zuzana Hudeková

- Pre systémové zabezpečenie realizácie opatrenia je odporúčané samosprávam implementovať do regulatívov územného plánu koeficient maximálnej nepriepustnosti plôch (ekoindex).

#### **Doplňujúce zdroje informácií (linky):**

Kováč, B. 2009: Regulácia na lokálnej úrovni. Dostupné na: <<http://www.uzemneplany.sk/clanok/regulacia-na-lokalnej-urovni>>.

Hudeková, Z. et al. 2012: Ekoindex: Stanovenie regulatívu pre metodiku spracovania ÚPD so zameraním na zadržiavanie dažďových vôd v urbanizovanom prostredí.

Dostupné na: <[http://rebratislava.sk/wp-content/uploads/2017/11/Eko\\_index.pdf](http://rebratislava.sk/wp-content/uploads/2017/11/Eko_index.pdf)>.

MDaV SR. 2019: Technické podmienky nakladania s dažďovými vodami odvádzanými z pozemných komunikácií a parkovísk. Dostupné na: <[https://www.ssc.sk/files/documents/technicke-predpisy/tp/tp\\_112\\_2019.pdf](https://www.ssc.sk/files/documents/technicke-predpisy/tp/tp_112_2019.pdf)>.

Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy. 2013: Manuál tvorby veřejných prostranství v Praze – D.1 materiály a povrchy. Dostupné na: <[https://www.iprpraha.cz/uploads/assets/manual\\_tvorby\\_veřejnych\\_prostranstvi/pdf/D.1.pdf](https://www.iprpraha.cz/uploads/assets/manual_tvorby_veřejnych_prostranstvi/pdf/D.1.pdf)>.

Mesto Benešov. 2016: Manuál městských povrchů pro město Benešov.

Dostupné na: <[https://www.benesov-city.cz/assets/File.ashx?id\\_org=219&id\\_dokumenty=49486](https://www.benesov-city.cz/assets/File.ashx?id_org=219&id_dokumenty=49486)>.

## 14 Budovanie technických prvkov na vsakovanie a zadržiavanie zrážkovej vody zo spevnených plôch

Vsakovacie a retenčné plochy sa osobitne využívajú v priestorovo obmedzených miestach (napr. pri vsaku zrážkovej vody v rámci komunikácií, alebo v silne urbanizovanom prostredí).

Plošné vsakovacie zariadenia a vsakovacie prielahy sú plytké povrchové vsakovacie zariadenia so zatrávenou, resp. vysadenou humusovou vrstvou. Vsakovacia ryha je vyhlbené líniové vsakovacie zariadenie vyplnené priepustným štrkovým materiálom, s retenciou a vsakovaním do priepustnejších pôdnych a horninových vrstiev. Vsakovacia nádrž je objekt s výraznou retenčnou funkciou spolu so vsakovaním cez zatrávenú/vysadenú humusovú vrstvu.

V prípade, že v danej lokalite nie je možné vsakovanie, je možné využívať detenčné nádrže, ktoré v urbanizovanom prostredí majú aj formu tzv. vodných námestí (water plazas).

Hlavným cieľom „vodných námestí“ (water plazas) je mať pod kontrolou intenzívnu búrkovú činnosť, osobitne pri extrémnych zrážkach, a tak ochrániť pred lokálnymi povrchovými záplavami okolitú infraštruktúru a budovy. Mimo tohto obdobia môžu „vodné námestia“ plniť spoločenskú, zhromažďovaciu, rekreačnú či športovú funkciu ako akékoľvek iné verejné priestranstvo.

Obrázok 14: Využitie vsakovacích prielahov v obytnej zóne – príklad z eko-štvrte Bottière-Chénaie v Nantes (Francúzsko)



Autorka fotografie: Zuzana Hudeková

### Mitigačný vplyv opatrenia: +

Mitigačný prínos je podobný ako pri opatrení 13 – znížením povrchového odtoku sa zníži množstvo kanalizovanej zrážkovej vody. Vďaka tomu sa jej bude musieť menej prepravovať, upravovať a prečistiť, čím sa ušetrí na spotrebe energie, ako aj prostriedkoch. Pozornosť je nutné venovať technickému prevedeniu a uhlíkovej stope použitých materiálov a zariadení.

### Adaptačný vplyv opatrenia: +

Udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami vo forme vybudovania technických prvkov na zadržanie a vsak zrážkovej vody znižuje riziko povodní (ich frekvencie ako aj rozsahu škôd). Rovnako prispieva aj k prevencii proti suchu tým, že napomáha vsaku aj do spodných vrstiev pôdy a dopĺňa zásoby podzemnej vody.

### Biodiverzitný vplyv opatrenia: +

Opatrenie má pozitívny biodiverzitný vplyv, pretože zrážkové vody udržané medzi dlaždicami a vedľa v zatrávených prielahoch poskytujú podmienky pre pôdne živočíchy, aby sa schovávali v takomto prostredí. Tiež priťahujú takéto vlhké miesta žaby a plazy.

Pri podzemnom vsakovaní (vsakovacie bloky, šachty a pod,) je len nepriamy vplyv na biodiverzitu vo forme zásobenia pôdneho profilu infiltrovanou zrážkovou vodou.

#### **Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Prvotným predpokladom pre vsakovanie je určenie koeficientu vsaku, ktorý charakterizuje vsakovaciu schopnosť pôdy a horninového prostredia skúmanej lokality a používa sa vo výpočtoch pri návrhu vsakovacieho zariadenia.
- Príkladom detencie môže byť Water Plaza v Rotterdame. „Vodné námestie“ v Rotterdame by sme mohli rozdeliť na dve hlavné časti: na časť určenú na šport a na ihrisko s terénnymi modeláciami, ktoré sú zároveň aj retenčnými nádržami. Športovisko je umiestnené 1 m pod terénom a vstup naň je umožnený prostredníctvom schodov, ktoré zároveň môžu slúžiť ako prípadné hladisko pre divákov, sledujúcich tu odohrávajúce sa športové zápasy. Ihrisko s terénnymi modeláciami poskytuje priestor na piknik a rozličné hry pre deti. Počas intenzívnych lejakov, kedy spadne extrémne množstvo zrážok sa postupne budú naplňovať vodou jednotlivé časti „vodného námestia“. Celkovo je námestie dimenzované na zadržanie 1000 m<sup>3</sup> zrážkovej vody. V čase dažďa sa tu vytvoria potôčiky, ako aj malé ostrovy a iné zákutia, ktoré môžu lákať deti na hru s vodou. Objem zrážkovej vody je tu možné ponechať až do upadnutia hrozby lokálnych povodní. Vtedy sa akumulovaná zrážková voda postupne vypustí do najbližšieho vodného recipientu.

#### **Doplňujúce zdroje informácií (linky):**

Regionálne ekologické centrum Bratislava. 2018: Keď neprší, ale leje – dôsledky zmeny klímy.

Dostupné na: <<http://rebratislava.sk/ked-nepri-ale-leje-dosledky-zmeny-klimy/>>.

MDaV SR. 2019: Technické podmienky nakladania s dažďovými vodami odvádzanými z pozemných komunikácií a parkovísk. Dostupné na: <[https://www.ssc.sk/files/documents/technicke-predpisy/tp/tp\\_112\\_2019.pdf](https://www.ssc.sk/files/documents/technicke-predpisy/tp/tp_112_2019.pdf)>.

SUSDRAIN: Flood risk management benefits.

Dostupné na: <<https://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/benefits-of-suds/flood-risk-management.html>>.

ČSN 75 9010 Vsakovací zariadení srážkových vod

Oborová norma TNV 75 9011 Hospodárení se srážkovými vodami.

Dostupná na: <[http://eagri.cz/public/web/file/209372/TNV\\_75\\_9011\\_\\_brezen\\_2013.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/209372/TNV_75_9011__brezen_2013.pdf)>.

Vítek J. et al. 2018: Hospodárení se srážkovými vodami – cesta k modrozelené infrastruktuře. Olomouc: 2018.

## **15** Využitie princípov udržateľnej architektúry budov z pohľadu zmeny klímy

Udržateľná architektúra z pohľadu zmeny klímy je taká, ktorá má minimálny negatívny vplyv na životné prostredie. Efektívnym nástrojom na znižovanie negatívneho vplyvu budov a ich emisnej bilancie je predovšetkým koncepčný návrh už vo fáze projektovania s cieľom minimalizovať spotrebu energie na prevádzku, a to najmä na potrebu energie na vykurovanie, chladenie a vetranie, prípravu teplej vody, spotrebu energie na osvetlenie, ale aj spotrebu vody a pod. Pri projektovaní udržateľných stavieb je potrebné využívať princípy integrovaného dizajnu. Tvar budovy a jej orientácia, použitie vhodných stavebných materiálov s požadovanými technickými parametrami, umiestnenie a veľkosť transparentných výplní, využívanie zrážkových či sivých vôd, premyslená výsadba stromov v okolí budovy i kvôli vytvoreniu tienenia, majú veľký vplyv na energetickú hospodárnosť budovy, ako aj zabezpečenie tepelného komfortu v interiéri počas celého roka.

Veľký vplyv na bezprostredné okolie budovy či súboru budov má zvolený zdroj tepla a teplej vody (výmenníková stanica, plynový kotol či napr. tepelné čerpadlo), predovšetkým však nosič energie (zemný plyn, iné fosílné palivá, piecky na drevnú štiepku, či biomasu, respektíve energia prostredia využívaná pomocou tepelných čerpadiel alebo solárna energia vo forme termických či fotovoltických panelov).

#### **Mitigačný vplyv opatrenia: +++**

V tomto opatrení sa spája viacero opatrení, ktoré sú samostatne popísané v tejto publikácii, preto sa tu nachádza len stručný výpis najdôležitejších:

- voľbu materiálov a spôsob ich dopravy na stavenisko,
- koncepčné a dispozičné riešenie budov,
- tepelnú sanáciu obalových konštrukcií budov,
- aplikácia vysoko odrazivých povrchov budov a okolitých verejných priestranstiev,
- využitie solárnych ziskov v budovách,
- využitie sálavého tepla a chladu z obvodových konštrukcií,
- rekuperácia tepla z odpadového vzduchu,

Obrázok 15: Obytná budova s prvkami udržateľnej architektúry (Domov pre seniorov v pasívnom štandarde, Modřice pri Brne)



Zdroj fotografie: IEPD

- zazelenenie strechy,
- riadené vetranie s rekuperáciou tepla a chladu,
- ukladanie tepla a chladu,
- tienenie zasklených plôch budov,
- využitie šedej vody,
- použitie prírodných a recyklovaných materiálov na výstavbu budov,
- využitie flexibilných konštrukčných systémov,
- použitie materiálov a konštrukcií s dlhou životnosťou.

#### **Adaptačný vplyv opatrenia: +++**

V súvislosti s nárastom exteriérových teplôt bude potrebné na úrovni budov v zmysle princípov udržateľnej architektúry realizovať viaceré opatrenia, ako napr. zabezpečiť účinné tienenie predovšetkým južne a západne orientovaných transparentných konštrukcií, okien a dverí s cieľom znížiť prehrievanie interiéru, v prípade nepriaznivého tvaru, pamiatkovo chránených budov, budov v zástavbe a podobne, korigovať kvalitu vnútorného prostredia aj technickými zariadeniami (napr. chladiacimi zariadeniami, viď opatrenie 26), kde je možné prípadný negatívny mitigačný vplyv znížiť inštaláciou obnoviteľných zdrojov energie (OZE), napr. fotovoltickými panelmi. Nárast teplôt bude so sebou prinášať i väčšie množstvo intenzívnych zrážok, preto vytvorenie povrchov s možnosťou vsakovania vody prispieje k minimalizácii škôd spôsobených povodňami a k zlepšovaniu mikroklimatických podmienok v danej lokalite.

#### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: +**

Vhodne naplánovaná budova, ktorá myslí aj na živočíchy a rastliny okolo seba, môže zvýšiť biodiverzitu v širokom okolí. Napr. zakomponovanie búdok pre dážďovníky na bytových domoch, alebo vegetačná stena, nemusia byť nákladné riešenia, ktoré oživujú architektúru. Taká „zelená“ budova nemusí predstavovať bariéru pre pohyb živočíchov, ale naopak pôsobiť ako nášlapný kameň pri prechádzaní živočíchov cez urbanizované prostredie.

#### **Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Pri realizácii navrhnutých opatrení pre existujúce budovy je častým problémom nesprávny technologický postup pri aplikácii opatrení. Pri novostavbách je hlavnou prekážkou nedostatočná informovanosť odborníkov a obyvateľov, ako aj nedostatočná podpora zo strany štátnej správy.

### Doplňujúce zdroje informácií (linky):

- Kepl, J. et al. 2013: Rukoväť udržateľnej architektúry. Selce: Vydavateľstvo tlačovín Slovenskej komory architektov, 2013. 168 s. ISBN 978-80-971205-1-1. Dostupné na: <[https://www.fa.stuba.sk/ueea-na-stiahnutie.html?page\\_id=1749](https://www.fa.stuba.sk/ueea-na-stiahnutie.html?page_id=1749)>.
- Pavelčík, P.; Klápště, P.; Lupač, M.; Třebický, V. 2019: Města a sídelní krajina ČR v době změny klimatu. Stručný přehled problematiky pro představitele veřejné správy. Rudná: CI2, o. p. s., 32 s. Dostupné na: <[https://ci2.co.cz/sites/default/files/souboryredakce/brozura\\_mesta\\_a\\_sidelni\\_krajina\\_cr\\_a\\_zk\\_0.pdf](https://ci2.co.cz/sites/default/files/souboryredakce/brozura_mesta_a_sidelni_krajina_cr_a_zk_0.pdf)>.
- Malý, V. et al. 2019: Adaptace domů na změnu klimatu. Agentura Koniklec. Dostupné na: <<http://www.poradme.se/adaptacedomu/publikace.pdf>>.
- Karpatský rozvojový inštitút. 2016: Katalóg adaptačných opatrení miest a obcí BSK na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy. Dostupné na: <[http://www.kri.sk/web\\_object/761.pdf](http://www.kri.sk/web_object/761.pdf)>.

## 16 Výber a použitie stavebných materiálov

Pri výbere stavebných materiálov je dôležité prihliadať na ich vplyv z hľadiska mitigačného aj adaptačného. Pri nových aj obnovovaných budovách je v SR od 1. januára 2021 požadované dosiahnuť štandard budov s takmer nulovou potrebou energie, ktorá vychádza z európskej smernice o energetickej hospodárnosti budov a na Slovensku sa premietla do viacerých predpisov a noriem. Pri návrhu stavebných konštrukcií a budov sa treba riadiť aktuálnou (r. 2020) tepelno-technickou normou STN 73 0540, ktorá definuje kritériá minimálnych tepelno-izolačných vlastností stavebnej konštrukcie (hodnoty súčiniteľa prechodu tepla konštrukcie U), t. j. vonkajších obvodových stien, strechy, podlahy nad nevykurovaným priestorom. Stavebnú konštrukciu preto môže tvoriť jednovrstvová alebo viacvrstvová konštrukcia, pokiaľ spĺňa požiadavky definované normou a príslušnými predpismi na dosiahnutie energetickej triedy budovy pri certifikácii. Typ stavebného materiálu má rôznu akumuláciu schopnosť, ako aj teplotný fázový posun.

Obrázok 16: Komunitné centrum Ludesch (Rakúsko) v pasívnom energetickom štandarde a s fasádou z dreva získaného z okolitých lesov



Zdroj fotografie: IEPD

**Mitigačný vplyv opatrenia: +/-**

Na rozdiel od iných opatrení uvedených v tomto katalógu, zohráva kľúčovú rolu v prípade výberu a použitia stavebných materiálov uhlíková stopa spojená s výrobou materiálov. V súčasnej dobe existuje mnoho informačných zdrojov, kde je možné získať tieto informácie (pozri doplňujúce zdroje informácií). Výroba niektorých materiálov má značný negatívny dopad, najmä ak sa vyrábajú z primárnych a energeticky náročných surovín – napr. hliník, oceľ, ale i betón. U iných, prírode-blízkyh materiálov, ako je drevo či bambus, môže byť celková uhlíková bilancia dokonca pozitívna (vzhľadom na absorpciu uhlíka počas rastu dreviny alebo plodiny). Podobne je výhodné využívať aj recyklované materiály.

Výber materiálov, spôsob zhotovenia stavby či rekonštrukcie zásadným spôsobom ovplyvňujú mitigačné aspekty prevádzky budovy. V EÚ sú budovy zodpovedné za približne 40% spotreby energie a 36% emisií skleníkových plynov. Budovy sú tiež významným zdrojom vyprodukovaných emisií (uhlík viazaný v stavebných materiáloch a energii spotrebovanej na výstavbu budov). Výstavba nových budov s takmer nulovou potrebou energie a pasívnych budov môže významne prispieť k zmierňovaniu zmeny klímy tým, že ušetrí veľkú časť emisií CO<sub>2</sub>, ktoré by boli spojené s konvenčne navrhnutými budovami.

V súčasnej dobe sú približne 3/4 európskych budov považované za neefektívne, ročne sa obnovuje iba 0,4 – 1,2% (v závislosti od krajiny) stavebného fondu za účelom zvýšenia energetickej hospodárnosti. Cieľom taxonómie EÚ pre udržateľné financovanie (EK 2020) je pri „zásadných obnovách“ dosiahnuť úsporu v súlade s požiadavkami Smernice a energetickej hospodárnosti budov – pri čiastočnej obnove dosiahnuť zníženie spotreby primárnej energie o 30% v porovnaní s energetickou náročnosťou budov pred obnovou.

**Adaptačný vplyv opatrenia: ++**

Stavebný materiál samotný má pri dodržaní požadovaných parametrov, technologických postupov a pravidelnej údržbe, zásadný vplyv na kvalitu vnútorného prostredia, najmä čo sa týka tepelnej stability, ale aj ochrany pred vplyvom ďalších fenoménov ako sú dažde, víchrice a pod. Dôsledné dodržiavanie súčasných sprísnených požiadaviek na budovy sú preto z hľadiska adaptácie kľúčovým faktorom.

Použitie masívnych stavebných konštrukcií, vzhľadom na lepšiu akumulačnú schopnosť, prispieva k stabilizácii a k udržiavaniu tepelného komfortu v budove v zimnom aj letnom období. Pri využití vetracieho systému s rekuperáciou a nočného prevetrávania je vo väčšine obytných budov možné udržať potrebnú kvalitu vnútorného prostredia aj bez klimatizačných zariadení.

**Biodiverzitný vplyv opatrenia: +**

Opatrenie môže mať sčasti aj biodiverzitný vplyv, príkladom sú napríklad fasády vytvorené s cieľom postupnej kolonizácie rozličných druhov, ako je tzv. živá fasáda na budove gymnázia zameraného na prírodné vedy a biodiverzitu v parížskej ekoštvrti Boulogne Billancourt.

**Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Častým problémom vo výstavbe a obnove budov býva nízka stavebná kultúra. Nedodržiavanie technologických postupov, nedôsledná eliminácia tepelných mostov, ale aj nekvalita stavebných materiálov, môže spôsobiť predčasnú degradáciu stavebných konštrukcií a zhoršenie stavu budovy. Ďalším faktorom je nedostatočná údržba a obnova konštrukcií budovy (o obnove bytových domov v súkromnom vlastníctve rozhoduje spoločenstvo vlastníkov s obmedzenými informáciami ako aj finančnými možnosťami).

**Doplňujúce zdroje informácií (linky):**

EK (Európska komisia). 2020: Sustainable finance: TEG final report on the EU taxonomy.

Dostupné na: <[https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/sustainable-finance-teg-final-report-eu-taxonomy\\_en](https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/sustainable-finance-teg-final-report-eu-taxonomy_en)>.

ČVUT: Envimat – katalog stavebných produktů a dopadů jejich výroby na životní prostředí.

Dostupný na: <<http://www.envimat.cz>>.

## 17 Zvýšenie tepelnej ochrany konštrukcií

Obnova bytových domov a zvýšenie ich energetickej hospodárnosti je popri výstavbe nových bytových domov a obytných štvrtí jednou z najdôležitejších úloh, ktoré musí samospráva riešiť v súčinnosti s vlastníkami bytových domov.

Na zlepšenie energetickej hospodárnosti existujúcich budov je potrebné vykonať viaceré stavebné úpravy a opatrenia, súčasne s použitím moderných technológií, ako je napr. vetrací systém s rekuperáciou, či využívanie obnoviteľných zdrojov energie. Medzi najdôležitejšie opatrenia patrí zateplenie obvodového a strešného pláštia, pokiaľ je to možné aj podlahy v styku s terénom, tepelno-izolačnými materiálmi s dôslednou elimináciou tepelných mostov. Vylúčenie tepelných mostov je jedno z najdôležitejších opatrení pri návrhu konštrukcií, resp. pri obnove a zatepľovaní konštrukcií. Tepelný most je miesto v obalovej konštrukcii budovy, kadiaľ uniká podstatne viac tepla než v jeho okolí. Pri dobre izolovanom objekte môžu takéto úniky tvoriť značnú časť tepelných strát a okolie tepelného mosta sa môže ochladiť natolko, že tam dôjde až ku kondenzácii vodnej pary. Záleží na odbornosti projektanta a realizačnej firmy, ako dokážu vo vzájomnej spolupráci tieto slabé miesta konštrukcie vyriešiť (aj preto je potrebné, aby architekt sledoval svoje dielo od prvej skice až po kolaudáciu). Typickými príkladmi tepelných mostov sú styky stien so základmi, balkónová konzola, osadenie okien a okenných rámov, prestupy vedení konštrukciami a rohy miestností.

Dosiahnutie sprísnených požiadaviek na tepelnú ochranu vyžaduje navrhovanie väčšej hrúbky tepelnoizolačnej vrstvy pri zatepľovaní budov, čo ovplyvňuje návrh a zhotovenie zateplenia budovy aj z hľadiska protipožiarnej bezpečnosti.

Obrázok 17: Zvýšenie tepelnej ochrany obvodového pláštia na bytovej stavbe (ulica P. Horova, Bratislava)



Zdroj fotografie: IEPD

### Mitigačný vplyv opatrenia: +++

Sektor stavebníctva, budovy a spotreba energie na vykurovanie sa významným spôsobom podieľajú na emisiách skleníkových plynov (odhadom 36% globálnych emisií skleníkových plynov). Zateplenie obálky budov má preto významný pozitívny mitigačný vplyv hlavne na spotrebu energie na vykurovanie. Druhým prínosom je znižovanie absorpcie slnečného žiarenia obálkou budov počas letných mesiacov (znižovanie spotreby energie na klimatizovanie priestorov). Konkrétne mitigačné prínosy sa budú odvíjať od aktuálnej spotreby energie, spotreby energie po realizácii opatrenia v danom objekte a predovšetkým od zdroja energie na vykurovanie. U energetických zdrojov s vyšším

podielom uhlíka (napr. uhlie, vykurovacie oleje, ale i zemný plyn) bude absolútny mitigačný prínos vyšší ako napr. pri biomase alebo tepelnom čerpadle. Dôležitý aspekt je taktiež použitý zatepľovací materiál – vyššia produkcia uhlíka pri výrobe (napr. minerálnej vlny) znižuje celkový mitigačný prínos.

Aplikácia tepelno-izolačného materiálu sa odvíja od tvaru objektu (napr. členitosť objektu, lodžie, balkóny, okna, dvere a pod.). Zároveň je možné použiť veľké množstvo tepelno-izolačných materiálov (hrúbka izolácie 15–30 cm). Celková hrúbka steny a izolácia by však nemala presiahnuť 60 cm, preto je vhodné používať pri starších domoch vysoko efektívne tenké izolácie. Odporúčaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla je min.  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$  (pre pasívne domy). Nezateplené, prípadne nedostatočne zateplené obvodové steny objektu majú hodnotu zvyčajne  $0,5 - 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Pokiaľ budova dosahuje odporúčané hodnoty, nie je potrebné (ani efektívne) opatrenia realizovať z pohľadu zníženie produkcie skleníkových plynov.

#### **Adaptačný vplyv opatrenia: ++**

Zateplenie obalového pláštá budovy, špeciálne strešného pláštá, znižuje prechod tepla konštrukciami a prispieva k stabilnejšej teplote vo vnútri budovy i v letnom období. Pri navrhovaní zateplenia, či už formou prevetrávanej fasády alebo kontaktným zatepľovacím systémom, pri strešnom plášti použitie vegetačných striech, je dôležité dodržiavať požadované hodnoty uvedené v tepelnotechnickej norme STN EN 73 0540, s ohľadom na príslušnú konštrukciu a kategóriu budovy. V súčasnosti, bežne hrúbka tepelnej izolácie pri rekonštrukciách nepresahuje 80 mm (bez ohľadu na typ tepelno-izolačného materiálu). Odporúčaná hrúbka pre budovy s takmer nulovou potrebou energie je 200 mm tepelnej izolácie, so súčiniteľom tepelnej vodivosti  $\lambda 0,04 \text{ W/m}^2\text{K}$ , strešný plášť vyžaduje min. 300 mm tepelnej izolácie. Pri takýchto hrúbkach tepelno-izolačných materiálov je možné zlepšiť stabilitu teploty v interiéri budovy celoročne.

#### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: –**

Zateplenie obvodového pláštá má negatívny vplyv na biodiverzitu vtedy, ak sa vo fasáde (v škárach medzi panelmi) pred zateplením nachádzajú hniezda zákonom chránených druhov živočíchov – dážďovníka tmavého a netopierov. Ročne sa pri zatepľovaní zničia na Slovensku stovky takýchto aktívnych hniezd aj s mláďatami alebo aj ich rodičmi (sú zamurované za živa), čím sa porušuje Zákon o ochrane prírody a nie je to ani humánne. Preto je pred zateplením potrebné urobiť dôkladnú obhliadku fasády a škár odborníkom a prispôbiť zatepľovacie práce tak, aby tieto otvory boli uzatvorené až vtedy, keď vyletia mláďatá dážďovníkov (začiatok augusta), v prípade netopierov je potrebné zabezpečiť otvor do jesene. Potom je potrebné do zateplenia na fasádu, na tých istých stranách budovy, ako boli pôvodné hniezdiská, nainštalovať búdky pre netopiere a dážďovníky (napr. [https://www.bat-man.sk/Budky-na-budovy-c11\\_0\\_1.htm](https://www.bat-man.sk/Budky-na-budovy-c11_0_1.htm)), aby sa im vytvorili náhradné úkryty. Ak je to len trochu možné (napr. pri atikových otvoroch pod strechou) je potrebné tieto ponechať bez mriežky, aby ich mohli dážďovníky znova využiť aj po zateplení.

Ďalší negatívny efekt môže mať zateplenie na belorítky, ktoré si robia hniezda tesne pod strechou bytových domov, kde strecha prečnieva. Po zateplení sa tento okraj eliminuje a belorítky si tam už hniezda nemôžu urobiť. Robia si ich potom v rohoch okien, nakoľko tam sa zase priestor v rohu zväčší po zateplení. To však väčšine ľuďom prekáža, pretože im to špiní okná, a tak hniezda belorítok zhadzujú. Tým tiež porušujú zákon o ochrane prírody, a bránia belorítkam hniezdiť a znižujú teda biodiverzitu na sídlisku.

Tomu by sa dalo vyhnúť, keby sa na potreby hniezdenia myslelo už pri projektovaní strechy a zateplenia, a strecha sa navrhla s okrajom takým, pod ktorý by sa po zateplení zместilo aj hniezdo belorítok (do 10 cm) od hrany steny.

#### **Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Na základe 30-ročných skúseností s realizáciou zatepľovania na medzi najčastejšie problémy patria napr. nesprávny technologický postup, čo môže priniesť postupnú degradáciu použitého tepelnoizolačného materiálu, nedostatočné riešenie tepelných mostov prináša vznik plesní na vnútorných povrchoch kvôli kondenzácii vzdušnej vlhkosti pri nízkych teplotách (vzniká pri povrchovej teplote cca  $16^\circ\text{C}$  v mieste, kde je nedostatočná hrúbka či absentujúci tepelný izolant).
- Prívoľbestavebných izolačných materiálov je odporúčané zohľadňovať aj životný cyklus výroby a ich uhlíkovú stopu.

#### **Doplňujúce zdroje informácií (linky):**

ČSN 73 0540-2 (730540): Tepelná ochrana budov.

Malý, V. et al. 2019: Adaptace domů na změnu klimatu. Agentura Koniklec.

Dostupná na: <<http://www.poradme.se/adaptacedomu/publikace.pdf>>.



## 18 Tienenie transparentných otvorov na budovách technickými prvkami

Počas letného obdobia získava interiér budov až 40% tepla prostredníctvom transparentných častí obvodového plášťa (napr. okná, zasklené steny, svetlíky, zasklené medzipriestory). Pre zníženie nežiaduceho prehrievania a zvyšovanie tepelného komfortu v interiéri je vhodné zamedziť prechodu slnečného žiarenia cez transparentné výplne rôznymi technickými prvkami. Pre zabráneniu prehrievania interiéru sa odporúča inštalovať najmä exteriérové technické prvky, ako napr.:

- exteriérové žalúzie a rolety,
- pergoly,
- markízy,
- špeciálne upravené sklá a tieniace fólie,
- okenice,
- architektonické riešenie kompozície budovy (napr. balkóny, lodžie, kde balkónová doska je presahom cez transparentné konštrukcie, strecha s presahom, ktorý zabezpečuje tienenie v letných mesiacoch, a pod.), platí najmä pre novostavby.

Obrázok 18: Tienenie transparentných otvorov pevnou konštrukciou v Manchestri



Autori fotografie: Michal Schvalb a Ladislav Hegyi

### Mitigačný vplyv opatrenia: ++

Mitigačný prínos by mal vychádzať z posúdenia teplotnej stability v miestnosti v letnom období. Platí pritom požiadavka na maximálny vzostup teploty vnútorného vzduchu v interiéri budov (podľa STN 73540) pre obytné budovy na max. 27 °C. Dôležitým aspektom je, či sa v danej budove využíva systém aktívneho chladenia pomocou klimatizácie. Ten zvyšuje spotrebu energie (aj možné úniky chladív-HFC) a má negatívny mitigačný vplyv. Externé tienenie potom bude mať vyšší prínos na zníženie produkcie skleníkových plynov než u budov bez klimatizácie či s pasívnym systémom chladenia.

Veľmi dôležitým prvkom z hľadiska tohto opatrenia je človek. U pasívnych tieniacich prvkoch je kľúčovým prvkom človek, ktorý s nimi manipuluje. Ak nedodržiava dobrú prax, mitigačný prínos je ľahko vynulovaný. Aktívne tieniace prvky sú automaticky ovládané a regulujú odtienenie slnečného žiarenia v závislosti na vopred prednastavených hodnotách a aktuálnom počasi. Po započítaní vplyvu užívania sa reálna účinnosť zníženia tepelnej záťaže pohybuje v rozmedzí 50 – 80%. Trh poskytuje veľké množstvo riešení s rozličnými spôsobmi zabudovania (priamo na fasádu objektu, skryto v rámci zatepľovacieho systému a podobne). Tieniace prvky je vhodné aplikovať najmä na južnej a západnej fasáde budovy.

Vnútorne tieniace prvky nie sú doporučované, pretože dosahujú veľmi nízku účinnosť tienenia (5 – 25%) – Malý et al., 2019.

#### **Adaptačný vplyv opatrenia: ++**

Tienenie okien, zasklených fasád a vonkajších vstupov je základným opatrením pre adaptáciu na vlny horúčav, ktoré je možné aplikovať s okamžitým výsledkom aj pri obnove existujúcich budov. Interiérové tienie je významne menej účinné v znižovaní prehrievania interiéru ako exteriérové tienie budovy. Zatienie môže byť riešené žalúziami, roletami, tieniacimi plachtami a markízami. Cieľom tienenia je trvalá ochrana pred slnečným žiarením, pričom je možné túto ochranu jednoducho manuálne alebo automaticky ovládať podľa potreby.

#### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: +**

Opatrenie má pozitívny biodiverzitný vplyv, pretože tým, že sa týmito prvkami tienia sklené otvory, kolízie vtákov a hmyzu so sklom sú eliminované. Vtáky sa týmto skleneným otvorom vyhýbajú a nedochádza k ich zraneniu a usmrteniu nárazom o sklo.

#### **Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Problematickou môže byť finančná náročnosť, ktorá sa líši podľa typu zatienia, ako aj spôsobu ovládania – manuálna verzia je menej finančne náročná, no prácnejšia na obsluhu.
- Súčasná legislatíva v SR sa v oblasti energetickej hospodárnosti budov nezaobrá chladením budov na bývanie, preto sa projektanti pri projektoch nezaobráajú potrebou chladenia, výsledkom sú nedostatočne ochránené budovy pre letným prehrievaním, zvyšujúce sa požiadavky na inštaláciu klimatizačných zariadení, ktoré prispievajú k emisiám CO<sub>2</sub>.

#### **Doplňujúce zdroje informácií (linky):**

ČSN 73 0540-2 (730540): Tepelná ochrana budov.

Malý, V. et al. 2019: Adaptace domů na změnu klimatu. Agentura Koniklec.

Dostupná na: <<http://www.poradme.se/adaptacedomu/publikace.pdf>>.

## 19 Využívanie odrazivých povrchov na budovách a verejných priestranstvách

Rôzne druhy materiálov používané na strechy a steny budov, ako aj spevnené povrchy verejných priestranstiev majú odlišné tepelné zisky zo slnečného žiarenia. Schopnosť povrchu odrážať slnečné žiarenie za malého nárastu teploty (teda odrazivosť a infračervenú emitáciu zároveň) vyjadruje koeficient SRI (*solar reflectance index*). Ide o schopnosť materiálu odolávať slnečnému tepelnému žiareniu prejavujúcu sa v pomalom náraste teploty materiálu. Zjednodušene platí, že odrazivé povrchy svetlej farby majú vyšší SRI koeficient (a menej akumulujú teplo) a málo odrazivé povrchy tmavých farieb majú nižšiu hodnotu SRI koeficientu (a viac akumulujú teplo). Pokiaľ nie je možné aplikovať svetlú farbu (napr. z dôvodu pamiatkovej ochrany), je možné využiť materiál s vhodnými fyzikálnymi vlastnosťami zabezpečujúcimi vysokú odrazivosť slnečného žiarenia.

#### **Mitigačný vplyv opatrenia: +**

Mitigačný prínos je pozitívny a podobný ako pri opatrení 18, avšak menej intenzívny. Realizácia opatrenia prispieva k zníženiu prehrievania interiéru budovy v letných mesiacoch. Rôzne druhy povrchov budov (steny, strechy) majú rôzne tepelné zisky zo slnečného žiarenia. Niektoré štúdie ukázali, že rozdiely povrchovej teploty strechy s čiernou a bielou farbou sa v lete môžu pohybovať v rozpätí 30 – 40 °C. Plochy s vysokou odrazivosťou môžu mať pozitívny vplyv na okolitú teplotu a vedú k ochladzovaniu budov. Naopak málo odrazivé povrchy absorbujú, uchovávajú a postupne uvoľňujú podstatne viac tepla.

Vyššia odrazivosť strechy a zvýšenie mitigačného prínosu je možné docieľiť použitím reflexných náterov strechy pri rekonštrukciách, prípadne zásypom svetlým štrkom na plochých strechách. Nátery nielen zvyšujú odrazivosť, ale taktiež zvyšujú životnosť strechy a fungujú ako hydroizolácia (ide o tekuté strieborné fólie). Optimálne je vykonať

Obrázok 19: Využitie svetlej dlažby a fasád budov na zníženie prehrievania materiálov a prostredia je bežné v krajinách subtropického a tropického pásma – príklad z Dubaja



Autor fotografie: Pavol Stano

náter v rámci komplexnej renovácie spočívajúcej vo vyčistení povrchov, podkladového náteru všetkých častí povrchu a po dokonalom vysušení vykonať finálny reflexný náter.

#### **Adaptačný vplyv opatrenia: ++**

Strechy a fasády budov, ako aj spevnené povrchy vo verejných priestranstvách (napr. chodníky, parkoviská...) s vysokou hodnotou SRI koeficientu (vysokou odrazivosťou) absorbujú malé množstvo tepelného žiarenia a minimalizujú prehrievanie obvodového plášťa budovy či verejného priestranstva. Z dôvodu menšej akumulácie tepla stien, striech budov a spevnených povrchov vo verejných priestranstvách sa znižuje aj ich následné sekundárne vyžarovanie tepla do svojho okolia, ktoré býva citeľné najmä v nočných hodinách. Tým opatrenie prispieva aj k znižovaniu efektu mestského ostrova tepla a znižuje celkové prehrievanie mestského prostredia. Znížením prehrievania obvodového plášťa budov pozitívne vplyva opatrenie aj na udržiavanie tepelného komfortu v interiéri počas letných horúčav.

#### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: 0**

*Opatrenie nemá biodiverzitný vplyv.*

#### **Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Odrazené slnečné žiarenie zo sklenených konštrukcií, vysokoodrazivých fasád alebo verejných priestranstiev môže negatívne ovplyvniť okolité budovy a zvýšiť ich expozíciu voči slnečnému žiareniu, a tým negatívne prispieť k ich vyššiemu prehrievaniu.
- V chladnejších klimatických podmienkach (napr. podhorských a pod.) s miernejšími teplotami v lete a dlhším vykurovacím obdobím môže byť naopak prospešné využitie materiálov a farieb s nižším SRI indexom (napr. tmavšie sfarbené strechy) pre zabezpečenie väčších tepelných ziskov vo vykurovacom období.

**Doplňujúce zdroje informácií (linky):**

- Muscio, A. 2018: The Solar Reflectance Index as a Tool to Forecast the Heat Released to the Urban Environment: Potentiality and Assessment Issues. In *Climate 2018*, 6, 12. s. 1 – 22.  
Dostupné na: <<https://www.mdpi.com/2225-1154/6/1/12/htm>>.
- Cambridge Science Park. 2020: Solar Reflectance Index in the built environment.  
Dostupné na: <[https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Solar\\_Reflectance\\_Index\\_in\\_the\\_built\\_environment](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Solar_Reflectance_Index_in_the_built_environment)>.
- Abdelwahab, S. et al. 2018: The Negative Impact of Solar Reflections Caused by Reflective Buildings' Facades: Case Study of the Nasher Museum in Texas. Dostupné na: <<https://oaktrust.library.tamu.edu/handle/1969.1/175386>>.
- ČSN 73 0540-2 (730540): Tepelná ochrana budov.
- Malý, V. et al. 2019: Adaptačné domů na změnu klimatu. Agentura Koniklec.  
Dostupné na: <<http://www.poradme.se/adaptacedomu/publikace.pdf>>.

## 20 Riadené vetranie s rekuperáciou tepla

Efektívnym technickým riešením na zabezpečenie čerstvého vzduchu v interiéri a minimalizácie tepelných strát vetraním je systém riadeného vetrania s rekuperáciou tepla. Pri riadenom vetraní s rekuperáciou tepla je čerstvý vzduch privádzaný do budovy často podľa úrovne CO<sub>2</sub> v interiéri v závislosti od počtu prítomných osôb. Riadeným vetraním so spätným získaním tepla z odvádzaného vzduchu je možné zlepšiť teplotný komfort pri relatívne nízkych nákladoch. Systém riadeného vetrania s rekuperáciou tepla možno kombinovať aj s funkciou chladenia a zabezpečiť tak aj zníženie teploty interiéru. Riadené vetranie s rekuperáciou tepla pomáha v prvom rade zabezpečiť vyššiu kvalitu vnútorného prostredia a tiež pomáha znižovať náklady na vykurovanie v zimnom období, ako aj náklady na chladenie v čase horúčav.

**Mitigačný vplyv opatrenia: +**

Celkový mitigačný prínos opatrenia je pozitívny, napriek tomu, že riadené vetranie s rekuperáciou vyžaduje energiu na svoje fungovanie. Podstatou mitigačného prínosu je prívod čerstvého zohriateho vzduchu v zime (v lete ochladeného vzduchu) do interiéru budovy. Rekuperátor zaisťuje, že v zime odvádzaný teplý vzduch ohrieva privádzaný studený vzduch, čím znižuje spotrebu energie na vykurovanie (Malý et al., 2019).

**Adaptačný vplyv opatrenia: ++**

Počas horúčav dochádza k prehrievaniu interiéru budov aj z dôvodu tepelne neefektívneho vetrania prostredníctvom okien, ktoré je potrebné pre zabezpečenie čerstvého vzduchu v miestnosti. Pre znižovanie tepelných strát a zabezpečenie tepelnej pohody v interiéri počas vln horúčav je efektívnejším nástrojom riadené vetranie s rekuperáciou tepla. Počas obdobia letných mesiacov pomáha udržiavať tepelný komfort v interiéri s využitím chladnejšieho nočného vzduchu, odvádzaním teplého odpadového vzduchu z teplejších miestností a ochladzovaním privádzaného vzduchu do miestností. Pre nočné prevetrávanie a chladenie interiéru postačuje vetranie oknami.

**Biodiverzitný vplyv opatrenia: 0**

*Opatrenie nemá biodiverzitný vplyv.*

**Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Dôležitou požiadavkou na vzduchotechniku je objem vzduchu, ktorý je jednotka schopná vymeniť a upraviť na požadovanú kvalitu. V závislosti od veľkosti objektu a počtu miestností možno inštalovať lokálne alebo centrálné jednotky s výkonmi od 15 m<sup>3</sup> do 1000 m<sup>3</sup>/hod. Systém je tak obmedzený množstvom vzduchu, ktorý je možné vymeniť, a tiež svojou priestorovou náročnosťou. Pre miestnosť veľkosti 20 m<sup>2</sup> je potrebné vymeniť 20 – 30 m<sup>3</sup> vzduchu za hodinu (v závislosti na užívanie miestnosti a počtu osôb). Ak je na vzduchotechniku napojené i strojové chladenie, je dôležité zohľadniť aj orientáciu miestnosti na svetové strany, obzvlášť v prípade, keď chceme zaisťiť požadovanú teplotu aj počas horúcich letných dní. Potom je potrebné počítať s väčším množstvom privádzaného ochladeného vzduchu.
- Častým riešením je odvetrávanie domov podtlakovým vetraním pomocou vetracej jednotky s automatickou reguláciou, ktorá zabezpečuje konštantný podtlak na výmenu vzduchu (Malý et al., 2019).
- Rekuperačná jednotka taktiež znižuje vlhkosť vzduchu v interiéri (vhodná aj pre staršie domy po rekonštrukcii).
- Nevýhodou rekuperačných jednotiek je ich obmedzená prevádzka pri nízkych teplotách (– 5 °C a menej). Takýchto mrazivých dní je (a bude) v súvislosti so zmenou klímy v SR a ČR stále menej.
- Realizácia opatrenia je často nevyhnutná pri realizáciách novostavieb alebo významných obnovách budov pre splnenie súčasných tepelnotechnických noriem (od r. 2021 budovy s takmer nulovou spotrebou).

Obrázok 20: Osadenie radiaceho modulu riadenia vetrania s rekuperáciou tepla a bypassom



*Autorka fotografie: Zuzana Hudeková*

**Doplňujúce zdroje informácií (linky):**

Malý, V. et al. 2019: Adaptace domů na změnu klimatu. Agentura Koniklec.  
Dostupné na: <<http://www.poradme.se/adaptacedomu/publikace.pdf>>.

## 21 Výroba energie z obnoviteľných zdrojov

Výrobou energie (tepla alebo elektriny) z obnoviteľných zdrojov energie sa myslia rôzne technológie na výrobu energie udržateľným spôsobom bez využitia fosílnych palív. Takáto výroba je ekologickejšia, podporuje decentralizáciu výroby energie a zväčša sa produkcia nachádza bližšie k miestu spotreby. Pre účely tejto publikácie sa inštaláciou zariadení na výrobu energie z obnoviteľných zdrojov myslí ich inštalácia za účelom pokrytia primárne individuálnej spotreby či už domácnosťami, školskými zariadeniami, sociálnymi zariadeniami, mestskými úradmi, firmami a pod.

Za energiu z obnoviteľných zdrojov považujeme energiu vyrobenú prostredníctvom:

- fotovoltaických panelov,
  - veterných turbín,
  - fototerických panelov,
  - tepelných čerpadiel,
  - vrtov na využitie geotermálnej energie,
  - kotlov na biomasu (z odpadovej drevnej hmoty a energetických porastov),
  - zariadení na spaľovanie skládkových plynov, plynov z čistiarní odpadových vôd a bioplynov.
- Výhodou týchto zdrojov je aj ich možná vzájomná kombinácia v rámci jednej inštalácie či budovy.

Obrázok 21: Využitie fotovoltaických panelov na vegetačnej streche



Autorka fotografie: Zuzana Hudeková

### Mitigačný vplyv opatrenia: +++

Výroba elektriny zo slnka prostredníctvom fotovoltaických (FV) panelov zníži produkciu elektriny zo zdrojov s vyšším podielom uhlíka. Uhlíková stopa elektriny z bežného energetického mixu (palivo + výroba) v ČR je 0,613 kg/kWh, v SR 0,161 kg/kWh. Uhlíková stopa pri výrobe elektriny z OZE je cca 0,04 kg/kWh, v závislosti od typu obnoviteľného zdroja.

Za obnoviteľný zdroj je považovaná aj energeticky využiteľná biomasa, ktorá môže mať niekoľko foriem (pozri doplnujúce zdroje informácií). Pri energetickom využití biomasy sa do ovzdušia uvoľňuje uhlík, podobne ako pri

spaľovanie fosílnych palív. Jej celková emisná bilancia sa však považuje za nulovú, či „nule-blízku“, pretože ide o uhlík, ktorý bol asimilovaný v predchádzajúcich (relatívne nedávnych, v porovnaní s fosílnymi palivami) životných fázach daného zdroja biomasy. O tom, že je možné biomasu považovať za OZE, rozhodol aj Európsky súd. Do budúcnosti sa ako o nádejných hovorí o biopalivách druhej generácie či o kombinovaných procesoch spracovania biomasy, ktorých snahou je využiť biomasu primárne k iným, ako energetickým účelom. Biopalivo je len jedným z konečných produktov. Snahou je, aby sa využívala napríklad čistá celulóza.

Fototermitické panely používajú rovnaký princíp ako FV panely, energiu slnečného žiarenia používajú však na ohrev teplej vody, nie na výrobu elektriny. Zriaďovacie náklady fototermitických panelov sú nižšie ako u FV panelov. Podrobné porovnanie obsahuje napr. tento článok (<http://www.solarnispolecnost.cz/cz/fotovoltaika-a-fototermitika-porovnaní>). Fototermitické panely je možné nainštalovať na strechách aj v záhradách napr. rodinných domov. Mitigačný prínos je obdobný ako pri FV paneloch – ich využívanie pre ohrev TUV zníži produkciu elektriny zo zdrojov s vyšším podielom uhlíka. V podmienkach ČR a SR sa na prípravu TUV najčastejšie používa elektrina (bojler), či uhlie a zemný plyn.

Mitigačný prínos má aj využívanie tepla prostredia pomocou tepelných čerpadiel a súvisiacich technológií. Opäť slúži k úspore spotreby fosílnych palív, ktorých spotreba na vykurovanie v Európe je značná (40% celkovej spotreby energie). Ich nevýhodou sú vysoké obstarávacie náklady, relatívna zložitosť technológie a nutnosť revízií a opráv, ďalej potreba používania HFC plynov ako chladiaceho média. Jedná sa o silné skleníkové plyny, ak dôjde k ich úniku do prostredia, je mitigačný prínos danej technológie „vynulovaný“. Primárnym opatrením v budovách by sa preto mali stať opatrenia na znižovanie spotreby energie využívaním princípov energeticky hospodárnych budov, a až sekundárnym využívanie tepelného čerpadla namiesto napr. kotla na zemný plyn.

Veľký mitigačný prínos môže znamenať využitie geotermálnej energie (napr. prostredníctvom hĺbkových vrtov) pre centrálnu zásobovanie teplom. Negatívom sú opäť vysoké investičné náklady ako aj komplikované technické riešenia v nevyhovujúcich geologických podmienkach.

#### **Adaptačný vplyv opatrenia: +**

Inštalácia obnoviteľných zdrojov energie je z pohľadu adaptácie neutrálna, avšak pri niektorých formách výroby energie z obnoviteľných zdrojoch je možné identifikovať aj mierne pozitívny adaptačný efekt. V prípade, že sa fotovoltické či fototermitické panely inštalujú na strešnú alebo obvodovú konštrukciu budov, svojou plochou zatieniajú konštrukciu budovy, čím prispievajú k zníženiu prehrievania budovy a udržiavaniu tepelného komfortu v interiéri budovy. Inštaláciou zariadení využívajúcich obnoviteľné zdroje sa taktiež diverzifikujú zdroje energie, zvyšuje sebestačnosť a znižuje závislosť subjektu od centrálnych dodávateľských sietí, a tým sa zvyšuje odolnosť v prípade porúch centrálnych distribučných sietí spôsobených napr. extrémami počasia.

#### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: 0**

*Opatrenie nemá biodiverzitný vplyv, okrem veterných turbín (s negatívnym vplyvom). Tieto sa však v sídelnom prostredí nevyskytujú.*

#### **Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Vysoké vstupné náklady a ekonomická návratnosť až v dlhodobom horizonte, často na hrane životnosti zariadení (bez využitia dotácií) – napr. pri tepelných čerpadlách pre domácnosti.
- V prípade fotovoltických panelov potrebné povolenie na pripojenie do verejnej elektrickej siete.
- Pri výrobe elektriny z fotovoltických panelov v domácnostiach sa energia získava najmä v čase, kedy je nízka spotreba (cez deň) a nadbytočná energia sa odvádza do centrálnej siete. V čase vysokej spotreby elektriny (večer a ráno) je potrebné elektrinu odoberať z centrálnej siete. Tento efekt sa dá redukovať využívaním akumulátora (batérie) na uskladňovanie energie, či čiastočným prispôbením chodu domácnosti (spúšťanie spotrebičov ako práčka, umývačka riadu a pod. v čase nadmernej produkcie elektriny)

#### **Doplňujúce zdroje informácií (linky):**

MacKay, D. J. C. 2013: Obnoviteľné zdroje energie – s chladnou hlavou; Slovenská inovačná a energetická agentúra, Bratislava, 2013.

Dostupné na: <[https://www.siea.sk/wp-content/uploads/files/poradenstvo/publikacie/kniha\\_oze/EnergiaSChladnouHlavou\\_web\\_102013.pdf](https://www.siea.sk/wp-content/uploads/files/poradenstvo/publikacie/kniha_oze/EnergiaSChladnouHlavou_web_102013.pdf)>.

Bezplatné energetické poradenstvo SIEA: <https://www.siea.sk/bezplatne-poradenstvo/>

TZB-info: Bechník, B. 2009: Biomasa – definície a členění.

Dostupné na: <<https://oze.tzb-info.cz/biomasa/5641-biomasa-definice-a-cleneni>>.

Energie-portal.sk: Rojko, M. 2020: Drevná biomasa je naďalej obnoviteľným zdrojom, rozhodol európsky súd.

Dostupné na: <<https://www.energie-portal.sk/Dokument/drevna-biomasa-je-nadalej-obnovitelny-zdrojom-rozhodol-europsky-sud-106119.aspx>>.

TZB.info: Matuška et al. 2014: Porovnaní solárneho fototermitického a fotovoltického ohrevu vody.

Dostupné na: <<https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/11103-porovnaní-solarniho-fototermitickeho-a-fotovoltickeho-ohrevu-vody>>.

TZB.info: séria článkov o geotermálnej energii. Dostupné na: <<https://oze.tzb-info.cz/geotermalni-energie>>.

Malý, V. et al. 2019: Adaptace domů na změnu klimatu. Agentura Koniklec.

Dostupné na: <<http://www.poradme.se/adaptacedomu/publikace.pdf>>.

Evans, S. 2017: Building solar, wind or nuclear plants creates an insignificant carbon footprint compared with savings from avoiding fossil fuels, a new study suggests.

Dostupné na: <<https://www.carbonbrief.org/solar-wind-nuclear-amazingly-low-carbon-footprints>>.

## 22 Zachytávanie a využívanie zrážkovej vody v budovách

Zber dažďovej vody je proces zhromažďovania a uskladňovania dažďovej vody, ktorá padá na povrch (zvyčajne na strechu, a takmer akýkoľvek vonkajší povrch), nezávisle od zdroja vody.

Dažďová voda je relatívne čistý zdroj vody, ktorý vyžaduje len minimálnu úpravu (zvyčajne UV filtráciu). Zhromaždená voda sa používa na iné ako pitné účely, napr. splachovacie záchody a pisoáre, napájanie práčok, zavlažovacie systémy, umývanie vozidiel, sprinklery a pod. Niektoré zdroje uvádzajú, že týmto spôsobom je možné nahradiť až 50% domácej a 85% distribučnej vodovodnej vody pre domácnosť.

Zachytávanie dažďovej vody sa realizuje zvyčajne tromi spôsobmi. Voda sa zbiera do akumulčných nádrží a prečerpáva priamo na miesto použitia, alebo kde to je možné, je privádzaná samospádom. Ďalší spôsob je, že sa voda prečerpáva z akumulčných nádrží do vyvýšenej nádrže a potom sa opäť privádza na miesto spotreby samospádom. Prvý spôsob je vhodný pre rodinné domy, pretože voda sa nemusí čerpať na veľkú vzdialenosť. Pre väčšie budovy je efektívnejšia druhá alebo tretia možnosť.

V závislosti od plochy strechy pripadajúcej na bytovú jednotku je možné uvažovať o rôznej intenzite využitia zrážkovej vody. Pri ploche strechy do 20 m<sup>2</sup> na pranie, nad 30 m<sup>2</sup> čiastočne na splachovanie WC aj pranie, nad 80 m<sup>2</sup> na splachovanie WC aj pranie či polievanie zelene.

Okrem využitia zrážkovej vody v budovách, môže byť využitá aj v exteriéri na polievanie zelene, zásobovanie bio-retenčného zberného jazierka, dažďovej záhrady a pod.

Obrázok 22: Príklad zachytávania dažďovej vody do zberných nádob na polievanie v Bratislave-Karlovej Vsi



Autorka fotografie: Lenka Nemcová



### Mitigačný vplyv opatrenia: +

Opatrenie patrí do širšej skupiny „nakladania s vodou“, s obdobným mitigačným prínosom. Ide o úsporu pitnej vody, ktorá je nahradená dažďovou vodou, s čím je spojená úspora spotreby energie na čerpanie, úpravu a distribúciu pitnej vody. Podľa údajov distribučných spoločností (napr. Veolia CZ) predstavuje uhlíková stopa na výrobu a distribúciu 1 m<sup>3</sup> pitnej vody 0,394 kg CO<sub>2</sub>. Jeden človek bežne spotrebuje 150 l pitnej vody denne, ročná spotreba štvorčlennej domácnosti je viac ako 200 m<sup>3</sup>. Pokiaľ sa vďaka využívaniu dažďových vôd podarí usporiť 50% spotreby pitnej vody, mitigačný efekt bude predstavovať cca 40 kg CO<sub>2</sub>/rok.

### Adaptačný vplyv opatrenia: ++

Zhromažďovanie a odvádzanie vôd z povrchového odtoku môže tiež zmierniť povodňové riziko a regulovať odtok ako súčasť udržateľného odvodňovacieho systému. Udržateľné drenážne systémy v mestskom prostredí napodobňujú „prirodzené“ drenážne systémy, na lokálnej úrovni zachytávajú a upravujú povrchovú vodu, ktorú ďalej postupne uvoľňujú naspäť do okolitého prostredia.

Dažďovú vodu je možné zachytávať aj zo zelených striech, aj keď sa jej objem výrazne zníži (menej intenzívne dažde dokonca neodtečú, ale vsiaknu do substrátu). Niektoré materiály môžu byť pre zber dažďovej vody vhodnejšie, napr. materiály s vysokým obsahom minerálov.

Pri využití dažďovej vody na polievanie okolitej zelene, prispieva s tým k spríjemneniu lokálnej mikroklimy.

### Biodiverzitný vplyv opatrenia: 0

Opatrenie nemá biodiverzitný vplyv.

### Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:

- Pri zelených strechách je dôležité zohľadniť, že vylúhované živiny, vegetatívna hmota, sedimenty a organická záťaž (vrátane baktérií) znamenajú, že kvalita je nižšia ako voda zozbieraná z „bežnej“ strechy. Preto nie je vhodné používať hnojivá, ktoré môžu spôsobiť kontamináciu. Hlavným problémom však je sfarbenie vody do hnedá, ktoré dažďová voda zachytávaná zo zelenej strechy nadobúda, a preto sa odporúča, aby sa takto získaná dažďová voda používala napr. na zavlažovanie, kde sfarbenie nie je taký problém, ako pri použití v budovách.
- Medzi hlavné nevýhody patrí najmä obava zo zdravotných rizík, dôležité je zabezpečiť, aby boli všetky rozvody vody, ktorá nie je určená na pitné účely, zreteľne označené.
- Systémy vyžadujú pravidelnú údržbu: čistenie filtrov každých pár mesiacov, čistenie striech ročne.
- Ekonomická návratnosť je často viac ako 5 rokov.

### Doplňujúce zdroje informácií (linky):

Happold, B. 2020: Rainwater harvesting. Dostupné na: <[https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Rainwater\\_harvesting](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Rainwater_harvesting)>.

EK (Európska komisia). 2020: Sustainable finance: TEG final report on the EU taxonomy.

Dostupné na: <[https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/sustainable-finance-teg-final-report-eu-taxonomy\\_en](https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/sustainable-finance-teg-final-report-eu-taxonomy_en)>.

Státni fond životního prostředí ČR: Dotační program Dešťovka. Dostupné na: <<https://www.dotacedestovka.cz>>.

## 23 Zachytávanie a využívanie odpadovej „sivej“ vody v budovách

Šedá voda je použitá voda, ktorá pochádza z umývadiel, sprích, vaní a práčok. Sivá voda môže obsahovať stopy nečistôt, potravín, mastnoty, vlasov a čistiacich prostriedkov používaných v domácnosti.

V domácnostiach sa pitná voda používa zbytočne na splachovanie či polievanie zelene v okolí domu, pričom k týmto účelom je možné rovnako efektívne využívať aj sivú vodu, ktorá je mierne znečistená. Riešením je recyklácia sivej či dažďovej vody. Zrecyklovaná voda (pitná aj odpadová), je tak ďalšou položkou v nákladoch, na ktorej sa dá ušetriť. Úspora vody je úspora energie. Recyklácia sivej vody je jedným z účinných nástrojov na zlepšenie efektívnosti používania vody v budovách a mestskom prostredí.

### Mitigačný vplyv opatrenia: +

Využitie šedej vody je jedným z opatrení, ktoré prispievajú k úspore pitnej vody a majú tak podobný mitigačný prínos. Systém je obdobný, ako pri využívaní dažďovej vody, znamená však inštaláciu dodatočného systému čistenia, teda väčšie investičné náklady, a určitý pokles mitigačného prínosu. Priemerný objem vyprodukovanej sivej vody sa pri rodinných domoch pohybuje medzi 55 – 112 l/EO.deň. Vo veľkých aplikáciách, ako sú hotely, bazény alebo wellness centrá, je spotreba teplej vody až 400 l/EO.deň. Z tohto množstva, podľa typu domu, obytného súboru a pod. je možné opätovne využiť 40 až 70% vody. To sa priaznivo prejaví na úspore energie na čerpanie, úpravu a distribúciu pitnej vody.

Obrázok 23: Príklad využívania odpadovej vody v domácnosti



Zdroj fotografie: CI2

Rovnako ako akýkoľvek iný zdroj vody, aj šedá voda môže byť vyčistená v takom rozsahu, aby vyhovovala požadovanému konečnému využitiu. Napr. pre závlahu záhrady by bolo možné používať aj surovú šedú vodu, avšak len v prípade, že by bola využitá veľmi rýchlo (t. j. podľa mnohých predpisov do 24 hodín od zachytenia). Organické zaťaženie rastlinám neškodí, naopak im môže dodávať živiny. Avšak vo zvyšnej nevyužitej šedej vode sa prudko množia baktérie, čím sa táto voda veľmi rýchlo stáva vodou čiernou a mitigačné pozitíva sa menia skôr na negatíva (zdroj metánu pri intenzívnejšom spôsobe čistenia).

Integrovaný prístup, ako napríklad kombinácia recyklácie šedej vody s rekuperáciou tepla zo šedej vody, by ďalej zvýšila účinnosť celého systému. Tepelná energia získaná zo šedej vody sa môže použiť na predhrievanie pitnej vody na výrobu horúcej vody v budove, čím sa šetrí energia a zvyšuje sa celková účinnosť systému.

#### **Adaptačný vplyv opatrenia: +**

Nedostatok pitnej vody sa stáva problémom vo všetkých krajinách, Slovensko nie je výnimkou. Nadmerná spotreba, menej zrážok a intenzívne hospodárenie s pôdou spôsobujú stále väčší nedostatok vody. Zmena klímy, zvyšujúci sa nedostatok vody, rast populácie, demografické zmeny a urbanizácia už dnes predstavujú výzvy pre systémy zásobovania vodou. Do roku 2025 bude polovica svetovej populácie žiť v oblastiach s nedostatkom vody. Opätovné využitie sivej vody sa preto stáva dôležitou stratégiou, prispieva k šetreniu pitnej vodu, súčasne znižuje množstvo splaškovej vody až o takmer 50%.

#### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: 0**

*Opatrenie nemá biodiverzitný vplyv.*

#### **Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Pre využitie sivej vody sú nevyhnutné doplnkové rozvody vody v budove. Ideálne je naplánovať využívanie sivej vody už pri návrhu budovy, resp. pri rekonštrukcii rozvodov (stupačiek) v existujúcich bytových domoch.
- Výhodou tohto hospodárenia s vodou je úspora na vodnom a stočnom. Nevýhodou je nutnosť vybudovať dva potrubné okruhy – pre vodu pitnú a vodu šedú.
- Predpokladáme, že ceny vody budú rásť a opätovné použitie odpadových vôd bude nadobúdať na dôležitosť aj u nás. Opätovné využívanie sivých vôd je dnes už technologicky možné a ekonomicky odôvodniteľné.

#### **Doplňujúce zdroje informácií (linky):**


Svetová zdravotná organizácia (WHO). 2019: Drinking-water.

Dostupné na: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>>.

Nolde, E. 2020: Greywater Recycling in Buildings. Dostupné na: <<https://www.watefnetwork.co.uk/58-261>>.

TZB.info: Biela, R. 2011: Kvalita šedých vod a možnosť jejich využitií.

Dostupné na: <<https://voda.tzb-info.cz/8097-kvalita-sedych-vod-a-moznost-jejich-vyuziti>>.



EK (Európska komisia). 2020: Sustainable finance: TEG final report on the EU taxonomy.

Dostupné na: <[https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/sustainable-finance-teg-final-report-eu-taxonomy\\_en](https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/sustainable-finance-teg-final-report-eu-taxonomy_en)>.

Vodavdomě.sk. 2020: Recyklace šedé vody – nevyužitý zdroj uvnitř budovy.

Dostupné na: <<https://www.vodavdome.cz/recyklace-sede-vody-nevyuzity-zdroj-uvnitř-budovy/>>.

## B. ADAPTAČNÉ OPATRENIA S MOŽNÝM NEGATÍVNYM MITIGAČNÝM VPLYVOM

### 24 Ochladzovanie prostredia vodnými prvkami s obehom vody

Opatrenie môže byť realizované rôznymi technickými možnosťami, ako napr. fontány, umelé potoky či tzv. rozprašovačmi vodnej hmly. Vo všeobecnosti ide o technické prvky využívajúce prúdenie vody alebo vodnej pary. Realizácia týchto opatrení si zväčša vyžaduje zapojenie prečerpávacieho systému zabezpečujúceho obeh vody.

Obrázok 24: Ochladzovanie ulice sústavou fontán v Bruseli



Autor fotografie: Pavol Stano

#### Mitigačný vplyv opatrenia: –

V prípade tohto opatrenia prevláda pozitívny adaptačný efekt nad negatívnym mitigačným efektom. Pozitívny mitigačný vplyv by malo opatrenie iba v prípade, že by sa nachádzalo v interiéri budovy a nahrádzalo by aktívne technické chladenie. Pri použití vo vonkajšom prostredí je potrebné zaistiť obeh vody, teda využiť čerpadlo a elektrickú energiu. Hoci sú vstupné náklady vyššie, je vhodné preferovať moderné čerpadlá s vyššou účinnosťou, nižšou spotrebou a dlhšou životnosťou. Vhodnou možnosťou pre minimalizáciu produkcie skleníkových plynov je využitie obnoviteľných zdrojov energie a solárnych čerpadiel, ktoré znižujú množstvo produkovaných emisií pri prevádzke systému.

#### Adaptačný vplyv opatrenia: ++

Voda z fontán, umelých potokov a rozprašovačov vodnej pary vytvára príjemnú mikroklimu a účinne ochladzuje blízke okolie počas letných horúčav najmä v priestranstvách, kde nie je možné zabezpečiť dostatočné tienenie, či ochladenie inými ekologickejšími opatreniami. Prvky s obehom (prúdením) vody majú podstatne vyšší ochladzovací účinok ako bezobehové vodné prvky (napr. jazierka). Veľmi účinným riešením je najmä využívanie rozprašovačov vodnej pary, pri ktorom sa kombinuje ochladzovanie prostredia prostredníctvom výparu vo vzduchu, chladivý efekt

drobných kvapôčok na ľudskej pokožke a ochladenie spevneného povrchu po dopade kvapôčok vody a následný výpar.

Ochladzovanie za pomoci vodného prvku je dané adiabatickým chladením (chladením prostredníctvom evaporácie). Z vodnej plochy 1 m<sup>2</sup> sa odparuje v závislosti od teploty medzi 1 – 2 litrom vody denne, avšak množstvo vyparenej vody sa môže úmerne zvýšiť so vzrastajúcou teplotou. Energia potrebná k výparu sa získava z okolitého vzduchu a zo samotnej vody. Podľa údajov z literatúry, ak sa z vodnej plochy odparí 1 l vody, zníži sa tým teplota 540 litrov vody o 1 °C.

Chladiaci efekt pri výpare je teda nielen úmerný od množstva vyparenej vody, ale aj je založený na princípe vyrovnávania odlišných teplôt ochladzujúcej sa vody a okolitého vzduchu. V prípade vodného prvku s obehom vody je chladiaci efekt založený na kombinácii výparu vody, samotných chladiacich drobných kvapôčok vody (vodného aerosolu) s kontaktom s ľudskou pokožkou, ako aj výparom vody, ktorá dopadne na spevnený povrch. Na základe

niektorých výskumov sa teplota na záveternej strane fontán znižuje v priemere o 3 °C a efekt ochladzovania je citeľný do 35 m od vodného prvku.

#### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: +**

Opatrenie má pozitívny biodiverzitný vplyv, ak je toto opatrenie skonštruované tak, aby slúžilo na pitie pre vtáky, hmyz a iné živočíchy.

#### **Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Realizácia opatrenia si vyžaduje spotrebu vody, preto je v období sucha vhodné zväziť ochladzovací efekt opatrenia a potrebu využitia zásob vody na iné nevyhnutné účely.
- Výhodné je v rámci opatrenia využiť zachytenú zrážkovú vodu a minimalizovať spotrebu upravenej pitnej vody.

#### **Doplňujúce zdroje informácií (linky):**

DG CLIMA project Adaptation Strategy of European Cities. 2016: Climate Adapt: Water uses to cope with heat waves in cities. Dostupné na: <<https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/adaptation-options/water-uses-to-cope-with-heat-waves-in-cities>>.

Malý, V. et al. 2019: Adaptace domů na změnu klimatu. Agentura Koniklec.

Dostupné na: <<http://www.poradme.se/adaptacedomu/publikace.pdf>>.

## **25 Modernizácia vozidiel verejnej hromadnej dopravy**

Vozidlá mestskej hromadnej dopravy (MHD) musia zabezpečovať okrem transportu aj komfort a zdravie cestujúcich aj v meniacich sa klimatických podmienkach. Značný podiel cestujúcich MHD tvoria práve najzraniteľnejšie skupiny obyvateľstva, ktoré sú zvlášť citlivé na extrémny počasie a vlny horúčav. Počas letných horúčav sa môže teplota vzduchu v neadaptovanom vozidle výrazne zvýšiť a predstavovať zdravotné riziko pre cestujúcich. Preto je potrebné technickými prvkami zabezpečiť bezpečnú teplotu vo vozidlách napr. tieneními transparentných častí vozidla (napr. nalepenými tieniacimi fóliami) alebo chladením klimatizačnými jednotkami.

#### **Mitigačný vplyv opatrenia: –**

Opatrenie sa zameriava na vybavenie prostriedkov verejnej dopravy, tak aby boli počas vln horúčav menej prehriate (napr. chladenie klimatizáciou alebo tieneními okien), čo má pozitívny adaptačný, avšak negatívny mitigačný efekt (zvýšenie spotreby energie na klimatizáciu).

Ďalším negatívnym aspektom aktívnych systémov klimatizácie v prostriedkoch verejnej dopravy je nutnosť použitia chladív, ktoré sú na báze flourovaných uhľovodíkov (HFC plyny). F-plyny síce nemajú potenciál poškodenia ozónovej vrstvy Zeme, zato však majú tzv. potenciál globálneho otepľovania (tzv. GWP z anglického „global warming potential“). Emisie týchto látok teda majú negatívny vplyv na klimatický systém Zeme v zmysle jeho otepľovania. Potenciál GWP je vzťahnutý k molekule CO<sub>2</sub>, pre ktorú je stanovený potenciál rovný 1. Niektoré F-plyny majú potenciál až tisícnásobne vyššie než práve jedna molekula CO<sub>2</sub>. Znamená to teda, že ak má látka GWP = 1430, jedna vypustená molekula do atmosféry má rovnaký efekt ako 1430 vypustených molekúl CO<sub>2</sub>. Navyše, tieto látky sú chemicky pomerne stále a pri vypúšťaní emisií pretrvávajú v atmosfére aj po niekoľko desiatok rokov (MŽP ČR, 2020). Odporúča sa používať za tieto chladivá náhrady alebo alternatívne chladivá s čo najmenším GWP (do 500), ak to zariadenie umožňuje.

#### **Adaptačný vplyv opatrenia: ++**

Využitie aktívneho chladenia interiéru vozidiel verejnej hromadnej dopravy pomocou klimatizačných zariadení má významný adaptačný účinok na zabezpečenie príjemnej (zdravie neohrozujúcej) vnútornej teploty vozidla, najmä

Obrázok 25: Klimatizované prostriedky verejnej dopravy s reflexnou úpravou okien v Bratislave



Autor fotografie: Pavol Stano

počas období vln horúčav a počas letných mesiacov. Podporným opatrením na zabezpečenie vnútornej tepelnej pohody vo vozidlách verejnej dopravy je zatiernenie transparentných častí vozidla (okien) napr. špeciálnymi cloniacimi alebo odrazivými fóliami z vonkajšej časti okien. Inštaláciou fólii sa zníži množstvo slnečného žiarenia prechádzajúceho do vozidla a zníži sa prehrievanie konštrukcie vozidla ako aj vnútorného priestoru. Opatrenie je významné najmä pre ochranu zraniteľných skupín obyvateľstva, ktoré sú časťmi užívateľmi verejnej hromadnej dopravy – napr. seniori a matky s malými deťmi predškolského veku, zdravotne znevýhodnení obyvatelia.

**Biodiverzitný vplyv opatrenia: 0**

*Opatrenie nemá biodiverzitný vplyv.*

**Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- V prípade nevhodného prevádzkovania klimatizačných zariadení (napr. priveľký teplotný rozdiel medzi interiérom a exteriérom, nedostatočný servis a čistenie filtrov) či nadmernom používaní, môže ich prevádzka spôsobovať cestujúcim nepriaznivé zdravotné dopady.

**Doplňujúce zdroje informácií (linky):**

Regionálny úrad verejného zdravotníctva SR: Rovný I. 2009: Klimatizácia.

Dostupné na: <[http://www.uvzsr.sk/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1497:klimatizacia&catid=101:ovzduie-a-zdravie&Itemid=92](http://www.uvzsr.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=1497:klimatizacia&catid=101:ovzduie-a-zdravie&Itemid=92)>.

MŽP ČR. 2020: Fluorované skleníkové plyny. Dostupné na: <[https://www.mzp.cz/cz/fluorovane\\_sklenikove\\_plyny](https://www.mzp.cz/cz/fluorovane_sklenikove_plyny)>.

## 26 Chladienie interiéru budov

Kvalita vnútorného prostredia je nevyhnutne spojená s teplotou interiéru či v letnom, tak i vo vykurovacom období. Prvým a najdôležitejším postupom pri zabezpečení požadovanej vnútornej teploty počas letného obdobia je zníženie tepelnej záťaže a to hlavne cez transparentné konštrukcie, tak i minimalizáciou vplyvu vnútorných zdrojov tepla. Pre zníženie tepelnej záťaže je potrebné zabezpečiť vonkajšie tienenie hlavne južne a západne orientovaných okien. Vnútorné tienenie okien má významne nižší účinok. Pri dôslednom uplatňovaní opatrení na zníženie solárnej záťaže, ako i eliminácií vnútorných zdrojov tepla môže byť potreba zníženia teploty v interiéri, teda chladienia minimálna.

Ideálnym spôsobom je využiť systémy nízkoteplotného vykurovania celoročne i na chladienie. V objektoch s nízkymi nárokmi na energie ako je napríklad pasívny štandard je potreba tepla i chladu zabezpečovaná nízkoteplotnými rozvodmi umiestnenými v obvodových stenách. Vzhľadom na malú potrebu dodávanej energie či v prípade vykurovania alebo chladienia je i inštalovaná plocha teplovýmenných systémov pomerne malá.

Chladienie privádzaným vzduchom má svoje úskalia v podobe potreby tepelne izolovať rozvody vzduchotechniky, ale hlavne v samotnom fakte, že vzduch nie je ideálnym nosičom energie. (merná tepelná kapacita  $0,33\text{Wh/K.m}^3$ ).

Obrázok 26: Nízkoteplotné vykurovanie/chladienie v pasívnom dome (Hviezdoslavov) pred omietnutím



Zdroj fotografie: IEPD

### Mitigačný vplyv opatrenia: –

Na rozdiel od vyššie uvedených pasívnych systémov chladienia znamenajú systémy aktívne zvýšenie spotreby energie, a teda negatívny mitigačný prínos. Energeticky (a teda aj mitigačne) výhodnejšie je použitie centrálného, nie lokálneho chladienia. Inštaláciou centrálného chladienia (klimatizácie) možno doceliť zníženie tepelnej záťaže (teploty v °C) v objekte. Inštalácii systému však musí vždy predchádzať využitie stavebných úprav (tieniace prvky, zateplenie, okná a podobne), aby mohol byť potrebný výkon jednotky čo najmenší. Chlad možno v budove distribuovať vzduchom (vzduchovody, čo je v podmienkach SR a ČR najbežnejší spôsob), vodou (vodným potrubím), chladivom (chladiacim potrubím – pre renováciu budov najjednoduchší spôsob) alebo ich vzájomnou kombináciou. Z hľadiska priestorových nárokov sú najnáročnejšie vzduchové systémy, najmenej potom rozvody chladiva (Malý et al., 2019).

**Adaptačný vplyv opatrenia: +++**

Klimatizačné zariadenia pomáhajú pri zabezpečení komfortnej teploty vnútorného prostredia v letnom období, najmä počas extrémnych vln horúčav. Inštalácia klimatizácie by mala byť prioritou najmä v objektoch, kde sa často, alebo dlhodobo nachádzajú najzraniteľnejšie skupiny obyvateľstva z pohľadu dopadov vln horúčav (najmä seniori nad 75 rokov, malé deti do 4 rokov, zdravotne postihnutí občania a pacienti s chronickými respiračnými či kardiovaskulárnymi ochoreniami).

Zároveň však klimatizačné zariadenia môžu zvyšovať vonkajšiu teplotu vzduchu napríklad v prilahlých uliciach a to až o 1 – 2 °C (Munck, C. et al., 2013), pričom rozdiel teplôt je ešte vyšší v noci. Všetky klimatizačné systémy, ktoré fungujú na báze odvádzania tepla z jedného prostredia do prostredia druhého (vďaka chladiacemu okruhu) by zvýšili teplotu vzduchu v uliciach v najurbanizovanejších častiach centrálného Paríža o 0,5 °C až 2 °C (v závislosti od typu klimatizačného zariadenia).

**Biodiverzitný vplyv opatrenia: 0**

Opatrenie nemá biodiverzitný vplyv.

**Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Môže spôsobovať nepriaznivé zdravotné dopady v prípade nevhodného prevádzkovania (napr. priveľký teplotný rozdiel medzi interiérom a exteriérom, nedostatočný servis a čistenie filtrov) či nadmernom používaní.
- Výhodou (nie mitigačnou) lokálneho systému chladenia sú menšie stavebné úpravy, nevýhodou potom nutnosť odvodu tepla priamo z miestnosti (buď sú kondenzátor, kompresor a výparník umiestnené spoločne v jednom zariadení, alebo je výparník vnútri budovy a kondenzátorová jednotka vonku (najčastejšie na fasáde). Lokálne chladiace systémy využívajú chladiava k odvodu tepla, vonkajšej jednotky sú však často hlučné. Nevýhody chladičov na báze fluórovaných uhľovodíkov z pohľadu zmeny klímy boli spomenuté na iných miestach tejto publikácie (pozri aj MŽP ČR, 2020). Pri bytových domoch je inštalácia lokálnych chladiacich jednotiek jednoduchším variantom, avšak často obmedzenou technickou možnosťou umiestnenia kondenzátora na fasáde.
- Ďalšie obmedzenia vyplývajú z miestnych regulatívov, alebo aj prípadnej pamiatkovej ochrany.

**Doplňujúce zdroje informácií (linky):**

Malý, V. et al. 2019: Adaptace domů na změnu klimatu. Agentura Koniklec.

Dostupné na: <<http://www.poradme.se/adaptacedomu/publikace.pdf>>.

MŽP ČR. 2020: Fluorované skleníkové plyny. Dostupné na: <[https://www.mzp.cz/cz/fluorovane\\_sklenikove\\_plyny](https://www.mzp.cz/cz/fluorovane_sklenikove_plyny)>.

Munck, C. et al (2013) : How much can air conditioning increase air temperatures for a city like Paris, France?

In International Journal Of Climatology, Int. J. Climatol. 33: s. 210 – 227.

Dostupné na: <<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/joc.3415>>.

## 27 Zabezpečenie verejne dostupných vnútorných ochladzovacích priestorov

Opatrením je poskytovanie verejne a bezplatne dostupných interiérových priestorov s príjemnou vnútornou teplotou, kde by mohli obyvatelia bezplatne tráviť čas počas vln horúčav. Priestory majú poskytovať možnosť krátkodobého trávenia voľného času a poskytovať základné vybavenie (napr. priestory na sedenie, hygienické zariadenia, možnosť na zabezpečenie pitného režimu a pod.). Môžu byť zabezpečené napr. miestnou samosprávou formou sprístupnenia časti obecných budov (napr. rokovacia sála, priestory kultúrnych či sociálnych zariadení...) alebo aj súkromnými inštitúciami.

Zabezpečenie príjemnej vnútornej teploty môže byť zabezpečené pomocou ochladzovania klimatizačnými zariadeniami, alebo aj inými technickými, či architektonickými prvkami na zamedzenie prehriatia budovy bez nároku na zvyšovanie spotreby energie (tienením budovy, dobrými tepelnoizolačnými vlastnosťami obvodového pláštá a pod.), resp. ich kombináciou.

**Mitigačný vplyv opatrenia: -/+**

Mitigačný prínos, resp. negatívny dopad sa odvíja od konkrétneho technického riešenia ochladzovania verejne prístupného priestoru. Pokiaľ je aplikovaný aktívny systém chladenia pomocou klimatizačnej jednotky, opatrenie má negatívny vplyv na emisie skleníkových plynov, ktorý je bližšie opísaný už pri predchádzajúcich opatreniach. Naopak, pri využití pasívnych prvkov ochladzovania vnútorného prostredia môže byť vplyv opatrenia pozitívny. Architektonické a technické riešenie ovplyvňuje taktiež vnútornú uhlíkovú stopu, t. j. emisie vyprodukované pri výrobe použitých stavebných materiálov. Preferované by mali byť prírodné a prírode blízke materiály na báze dreva či iných surovín, ktoré



Obrázok 27: Seniori tráviaci voľný čas v klimatizovanej rokovacej sále Bratislavského samosprávneho kraja počas horúčav



Zdroj fotografie: Úrad Bratislavského samosprávneho kraja

pri svojom vzniku (raste) pohltili CO<sub>2</sub>. Naopak, betón, oceľ, hliník a podobné materiály sprevádzajú vysoké emisie pri ich výrobe.

#### **Adaptačný vplyv opatrenia: ++**

V období vln horúčav je potrebné poskytnúť verejne a voľne dostupné interiérové priestory pre možnosť ochladenia miestneho obyvateľstva (najmä zraniteľných skupín ako napr. seniori, matky s deťmi, ľudia so zdravotnými problémami), ktoré nemá prostriedky na zabezpečenie vlastných priestorov s komfortnou teplotou na trávenie voľného času. Realizáciou opatrenia sa zvyšuje adaptívna kapacita lokality a znižuje sa riziko početnosti a vážnosti zdravotných problémov (napr. kolapsov) miestnych obyvateľov v dôsledku negatívnych dopadov vln horúčav.

#### **Biodiverzitný vplyv opatrenia: 0**

*Opatrenie nemá biodiverzitný vplyv.*

#### **Doplňujúce informácie pre realizáciu opatrenia:**

- Potrebné dostatočné priestorové a technické kapacity obce, resp. poskytovateľa priestorov.
- V prípade, že obec nemá vhodné priestory, môže osloviť iné relevantné subjekty na svojom území (napr. štátne alebo krajské inštitúcie, univerzity, súkromné sociálne/zdravotné zariadenia, súkromné podniky) so žiadosťou o spoluprácu a sprístupnenie priestorov pre verejnosť.

#### **Doplňujúce zdroje informácií (linky):**

Karpatský rozvojový inštitút. 2016: Katalóg adaptačných opatrení miest a obcí BSK na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy. Dostupné na: <[http://www.kri.sk/web\\_object/761.pdf](http://www.kri.sk/web_object/761.pdf)>.

Pavelčík, P. – Klápště, P. – Lupač, M. – Třebický, V. 2019: Města a sídelní krajina ČR v době změny klimatu. Stručný přehled problematiky pro představitele veřejné správy. Rudná: CI2, o. p. s., 32 s.

Dostupné na: <[https://ci2.co.cz/sites/default/files/souboryredakce/brozura\\_mesta\\_a\\_sidelni\\_krajina\\_cr\\_a\\_zk\\_0.pdf](https://ci2.co.cz/sites/default/files/souboryredakce/brozura_mesta_a_sidelni_krajina_cr_a_zk_0.pdf)>.

Malý, V. et al. 2019: Adaptace domů na změnu klimatu. Agentura Koniklec.

Dostupné na: <<http://www.poradme.se/adaptacedomu/publikace.pdf>>.

**Poznámky:**





ISBN 978-80-570-2374-6



9 788057 023746 >