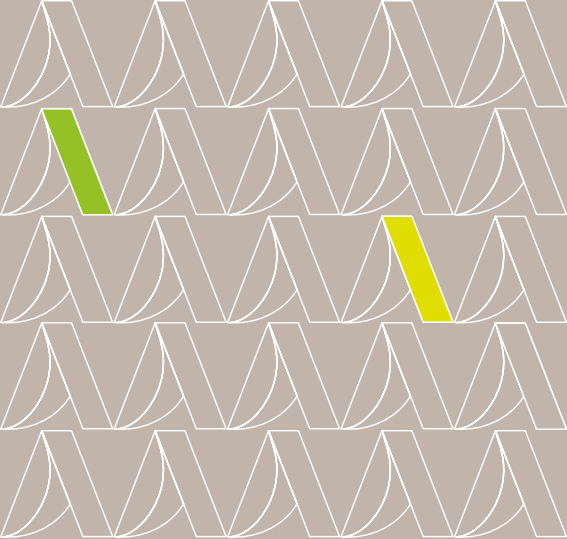




**ASOCIACE
ZELENÝCH
STŘECH
A FASÁD**



**BIODIVERZITNÍ
ZELENÉ STŘECHY**



Biodiverzitní zelené střechy

PRAKTICKÁ PŘÍRUČKA

Autoři publikace:

doc. Ing. Michal Knapp, Ph.D.,

Bc. Klára Zímová – Fakulta životního prostředí,
Tým ekologie hmyzu, Česká zemědělská
univerzita v Praze

Mgr. Petra Janečková, Ph.D.,

RNDr. Klára Řehounková, Ph.D., –

Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích

Ing. Pavel Dostal – předseda Rady Asociace

zelených střech a fasád, vicepresident

European Federation of Green Roof and

Living Wall Associations. Jednatel společnosti
GreenVille service

Ing. Eduard Chvosta – zástupce ředitele

pro zahradnické obory, Střední odborná škola
Jarov, botanik, dlouhodobá spolupráce se
Zoo Praha

doc. Ing. Kateřina Berchová Bímová, Ph.D. –

Fakulta životního prostředí, Katedra aplikované
ekologie, Česká zemědělská univerzita
v Praze (ČZU)

Ing. Pavla Vachová, Ph.D. – Fakulta

agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů,
Katedra botaniky a fyziologie rostlin, ČZU

Ing. Jana Šimečková – Svaz zakládání

a údržby zeleně, ředitelka

Vydala Asociace zelených střech a fasád při

Svazu zakládání a údržby zeleně, z.s.,

Listopad 2024

Redakční úprava: Jana Šimečková

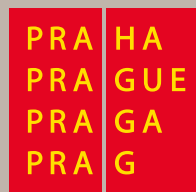
Fotografie: archivy autorů, archiv soutěže

Zelená střecha roku

Grafika: David Winter, dwgd.cz

Tisk: Tiskárna Didot, spol. s r.o.

© Svaz zakládání a údržby zeleně, 2024



Publikace vznikla v rámci projektu Zelené
střechy – trendy a synergie, který byl finančně
podpořen hlavním městem Prahou.

OBSAH

Předmluva 3

Úvod 4

Krise biodiverzity a její příčiny 4

Příčiny současného poklesu biodiverzity 5

Potřebujeme ozelenit lidská sídla 5

Zelené střechy – význam, pojmy, definice 7

Ekosystémové služby zelených střech 7

Ekonomické hodnocení zelených střech 9

Pojmy a definice 9

Rozdělení zelených střech podle nároků na péči a míry autoregulace ... 11

Charakteristika zelené střechy jako extrémního stanoviště 13

Definice biodiverzitní zelené střechy 13

Potenciál zelených střech pro biodiverzitu 14

Faktory ovlivňující biodiverzitu 17

Izolovanost od okolí 18

Stín jako nástroj pro zvýšení heterogenity prostředí 18

Nevegetační prvky na zelených střechách 18

Vliv střešního substrátu na biodiverzitu 19

Druhová pestrost rostlin 19

Zásady pro tvorbu biodiverzitních střech 20

Biodiverzitní prvky pro zelené střechy 20

Výběr rostlin 21

Využití semen z okolních biotopů 22

Rizika invazních rostlin na zelených střechách

– stratifikovaný přístup 23

Jak vytvořit biodiverzitní
zelenou střechu – shrnutí 24

Návrh a realizace biodiverzitní zelené střechy: doporučený postup 24

Vegetační souvrství biodiverzitní zelené střechy 25

Heterogenita stanoviště 26

Údržba a péče o biodiverzitní zelené střechy 27

Příklady dobré praxe 28

Zelená střecha pavilonu goril v Zoo Praha

– cesta k začlenění moderních budov do krajiny 28

Střecha jako refugium pro přírodu a zoologa 31

Závěr 34

O

PŘEDMLUVA

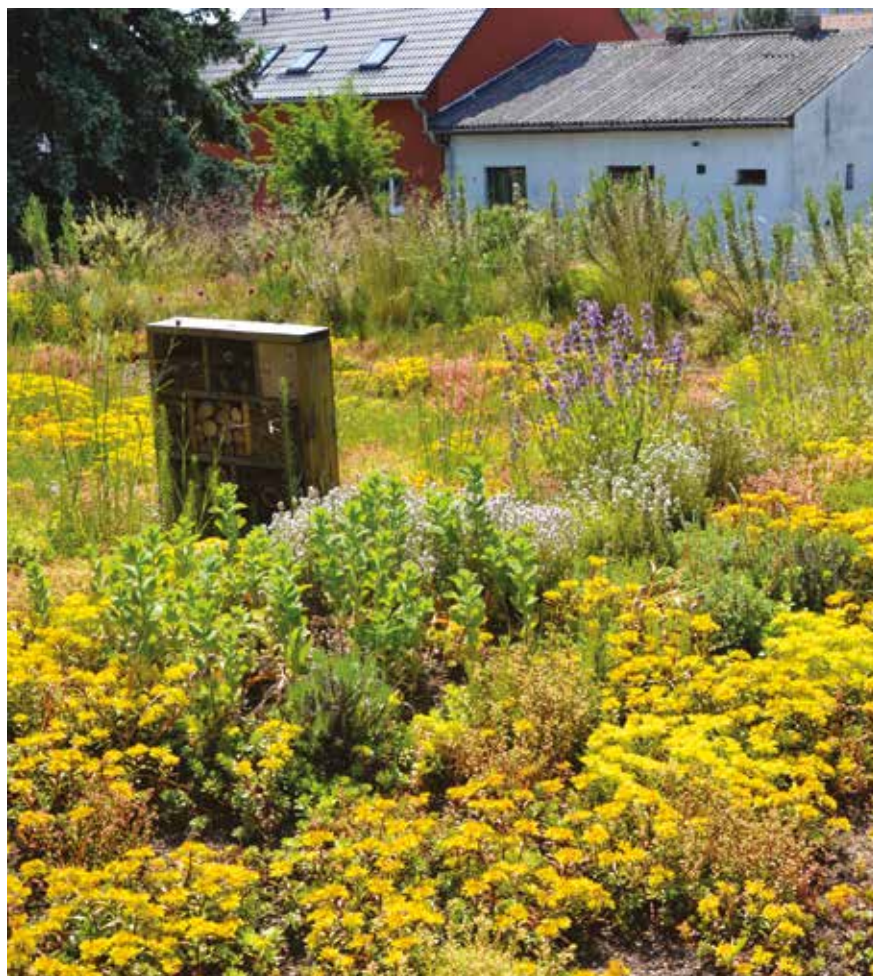
V hustě zastavěném městském prostředí, kde dominují zpevněné povrchy a zeleň je omezena jen na zlomek plochy, je stále naléhavější reagovat na extrémní projevy klimatu. Mnohá města čelí celé řadě problémů, jako je přehřívání, nedostatečný odvod dešťové vody nebo mizející zeleň. Tvorba nových ploch určených pro zeleň je často limitována prostorovými a technickými omezeními, zvláště v městských centrech, kde existující infrastruktura znemožňuje ozelenění v úrovni terénu. Kvalitně provedené zelené střechy představují řešení, které nejen zlepšuje vlastnosti budovy (například chrání hydroizolaci před extrémními teplotami a prodlužuje její životnost), ale také snižuje náklady na vytápění a chlazení a podporuje tak energetickou efektivitu. Zároveň mohou zelené střechy přispět k podpoře biodiverzity, což je téma, které si dnes získává stále větší pozornost, a to i v Klimatickém plánu hlavního města Prahy do roku 2030.

Navzdory její hodnotě pro životní prostředí je biodiverzita na zelených střechách často opomíjena. Přitom i zde mohou vznikat rozmanité biotopy, které umožňují život mnoha druhům rostlin a bezobratlých živočichů, a to dokonce i těm ve volné krajině vzácných. Klíčem k úspěchu jsou zelené střechy s pestrou strukturou prostředí a díky tomu vyšší druhovou bohatostí. Takové střechy mohou plnit roli náhradních biotopů propojujících a doplňujících městské biotopy vyskytující se na úrovni terénu.

Širšímu využití biodiverzitních zelených střech často brání nedostatečné propojení biologů, projektantů, investorů a zástupců samosprávy či státní správy. Tato příručka, vydaná Asociací zelených střech a fasád při Svazu zakládání a údržby zeleně ve spolupráci s akademiky z FŽP ČZU v Praze a PŘF JU, si klade za cíl zvýšit povědomí o moderních přístupech k ozeleňování střech mezi odbornou i laickou veřejností, úředníky státní správy i odpovědnými zástupci samospráv. Kvalitní biodiverzitní ze-

lené střechy mohou být významným adaptačním opatřením pro zmírňování dopadů změny klimatu.

V příručce předkládáme souhrn základních principů, které je nutné při návrhu biodiverzitní zelené střechy zvážit. Je však nutné zdůraznit, že se nejedná o vyčerpávající seznam možných opatření. Každý návrh by měl důkladně zohlednit příslušné územně-plánovací podklady, cíle ochrany přírody a environmentální i ekologické aspekty vztahující se k lokalitě, kde má být střecha realizována.



Biodiverzitní zelená střecha v Horních Měcholupkách v Praze. Autorka projektu Ing. Vendulka Vaněčková, realizace GreenVille service.

ÚVOD

KRIZE BIODIVERZITY A JEJÍ PŘÍČINY

Růst globální lidské populace má stále větší dopad na ostatní organismy obývající Zemi. Vědecké důkazy jednoznačně potvrzují, že již od počátků existence rodu *Homo* dochází v blízkosti lidských populací k mizení jiných druhů. Za posledních 100 000 let vymřelo na naší planetě minimálně 140 rodů savců, což je mnohem rychlejší tempo vymírání, než ukazují starší fosilní záznamy. Tento jev byl ještě závažnější na ostrovech osídlených člověkem, kde například

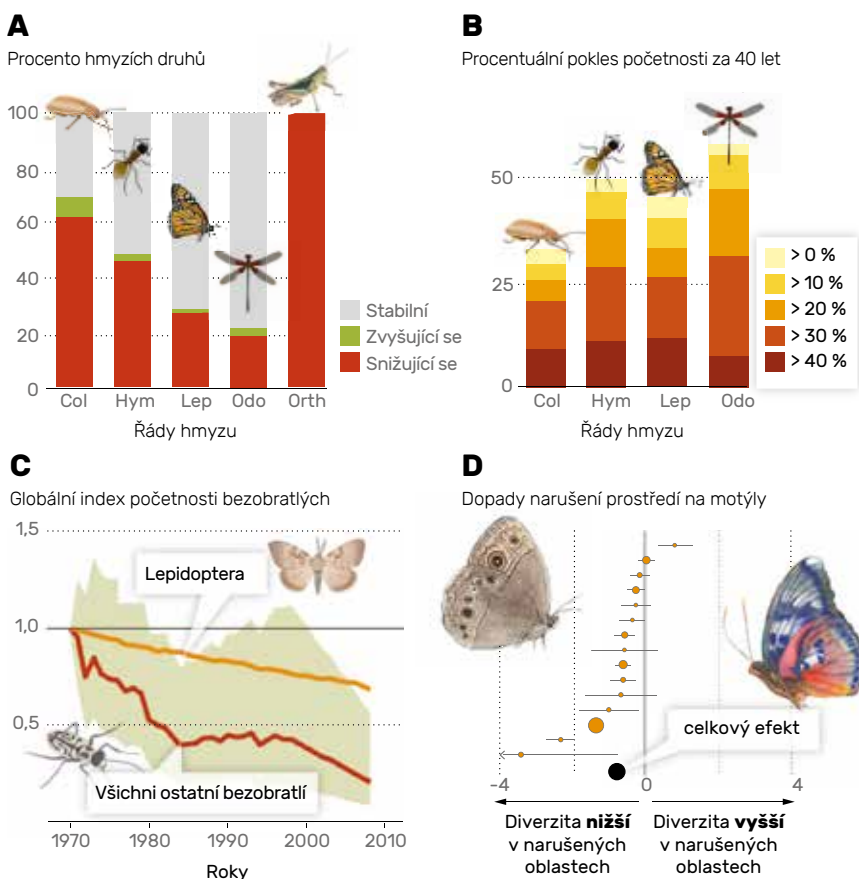
prehistorická kolonizace pacifických ostrovů vedla k rychlému vyhynutí až tisíce druhů ptáků.

Každý, kdo se dnes rozhlédne kolem sebe, vidí, že přeměna přírodního prostředí člověkem v posledních staletích dosáhla svého vrcholu. Současné zemědělské krajiny tvoří rozsáhlá intenzivně obhospodařovaná pole, zatímco dálnice a železnice se táhnou na kilometry daleko. Řeky jsou napřímené a přehrazené četnými jezy a hrázemi

a velké části pevniny byly přeměněny na lidská sídla.

Vymírání se však netýká pouze obratlovců. Situace je obdobně alarmující i u bezobratlých živočichů, a možná ještě horší, jen pro tyto drobné organismy neexistují zdaleka tak přesné informace. Přesto pohled na ohrožení a klesající populační velikosti u vybraných skupin (viz Obr. 1) jasně dokazuje, že biologická rozmanitost na Zemi je ohrožena jako celek.

Obr. 1: Ohrožení a pokles početnosti hmyzu v posledních desetiletích. Upraveno dle: Dirzo *et al.* (2014) – Defaunation in the Anthropocene. Science, 345, 401-406.



Důkazy o poklesu početnosti bezobratlých. (A)

Ze všech druhů hmyzu s dokumentovanými populačními trendy podle IUCN klesá početnost u 33 % druhů, přičemž mezi jednotlivými řády hmyzu jsou výrazné rozdíly. **(B)** Data pro hmyz ve Velké Británii ukazují podobný trend: za posledních 40 let klesla početnost u více než 30 % druhů napříč sledovanými řády. **(C)** Souhrnný index ukazující pokles početnosti bezobratlých za posledních 40 let, přičemž pokles početnosti motýlů (Lepidoptera) je překvapivě nižší než u jiných taxonů. **(D)** Meta-analýza dopadů narušení stanovišť lidskou činností na druhovou rozmanitost motýlů (Lepidoptera), celkový vliv lidské činnosti je jednoznačně negativní.

PŘÍČINY SOUČASNÉHO POKLESU BIODIVERZITY

Příčin současného poklesu početnosti populací a lokální druhové diverzity je několik, často navíc působí v synergii (viz obr. 3). Mezi hlavní faktory patří probíhající změna klimatu, která přináší vyšší rychlosti větru, vlny veder, delší období sucha, rozsáhlé požáry, ale i extrémní povodně. Dále sem spadá různé znečištění, například chemické nebo světelné, a problémy spojené s globa-

lizací, jako jsou invazní druhy a fragmentace krajiny způsobená dopravní infrastrukturou. Nicméně nejdůležitějším faktorem je rozsáhlé přetváření a ničení přírodních stanovišť v důsledku intenzifikace zemědělství, těžby přirozených lesů, regulace vodních toků a rozšiřování lidských sídel.

Zastavení poklesu lokální druhové diverzity a početnosti volně žijících organismů

tedy vyžaduje zásadní změny v tom, jakým způsobem člověk působí na přírodu. Je nutné přehodnotit, jak vypadá krajina, kterou obýváme a využíváme pro zemědělství a další činnosti. Jedinou cestou je změna struktury zemědělské krajiny – je třeba vrátit do ní větší množství mimo-produkčních biotopů. Zároveň je důležité vhodně ozelenit i naše města, zejména v hustě zastavěných oblastech.

POTŘEBUJEME OZELENIT LIDSKÁ SÍDLA

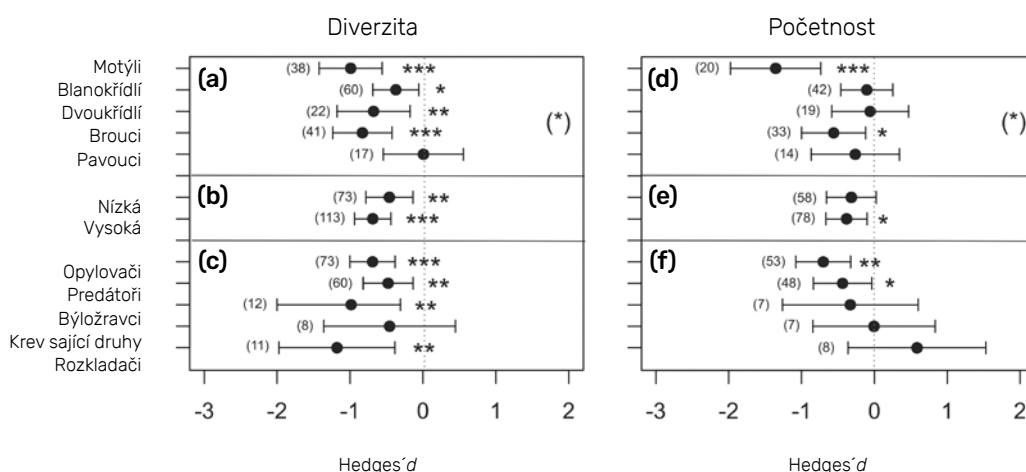
Každý rok se desítky tisíc kilometrů čtverečních zemského povrchu mění na urbanizované oblasti – vysoce upravené prostředí s minimem přirozené vegetace a velkým podílem nepropustných povrchů. V mnoha regionech dochází k rozšiřování měst do oblastí s vysokou biologickou rozmanitostí, což nevyhnutelně vede ke ztrátě místních druhů. Nedávná studie (viz obr. 2) ukazuje, že urbanizace má negativní vliv na druhovou rozmanitost a v některých případech i na početnost různých skupin členovců. Zajímavé je, že stáří měst hraje jen malou roli v poklesu biodiverzity, což naznačuje, že i nedávno zastavěné oblasti trpí úbytkem volně žijících druhů.

Na druhou stranu existují druhy, které se dokázaly přizpůsobit městskému prostředí a úspěšně ho využívají jako náhradu za jejich zanikající přirozená stanoviště. Ačkoli urbanizace obecně negativně ovlivňuje volně žijící organismy, existují města, která vykazují vysokou druhovou rozmanitost neboli diverzitu a žijí tam i druhy významné z hlediska ochrany přírody. Města se totiž liší strukturou zástavby, podílem ploch zeleně i jejich kvalitou.

Některé organismy, zejména vybrané skupiny hmyzu, nepotřebují k životu rozsáhlé plochy vhodných stanovišť. Například samotářské včely mohou dobře prospívat i v městském prostředí, kde

nacházejí zdroje potravy na malých zelených plochách, v komunitních zahradách nebo dokonce na balkonech a okenních parapetech s okrasnými rostlinami. Nicméně je jasné, že dostatek kvalitní zeleně je nenahraditelný, a proto je nezbytné v hustě zastavěných městských oblastech hledat nové možnosti, jak rozšiřovat plochy s vegetací.

Ozelenění střeš ať už nově vznikajících či stávajících budov je jedinečným opatřením, jež lze na rozdíl od jiných opatření realizovat bez ohledu na dostupnost nezastavěných prostranství. Tyto střechy by měly být navrhovány specificky s cílem podpory biodiverzity, tedy jako tzv. „bio-diverzitní zelené střechy“ (viz kapitola 3).



Obr. 2: Vliv urbanizace na druhovou rozmanitost a početnost členovců. Upraveno dle: Fenoglio et al. (2020) – Negative effects of urbanization on terrestrial arthropod communities: A meta-analysis. *Global Ecology and Biogeography*, 29, 1412–1429. Dopady urbanizace na diverzitu a početnost členovců v závislosti na: **(a, d)** taxonomické skupině; **(b, e)** disperzních schopnostech; a **(c, f)** funkční skupině. Čísla v závorkách ukazují počty zkoumaných druhů a hvězdičky označují průkazné výsledky.

Narušení vztahů

Klimatická změna ovlivňuje globálně potravní řetězce. Objevují se například nové druhy, které napadají a konzumují druhy původní, které dosud těmto predátorům nebyly vystaveny.

Eutrofizace

Hnojiva a vedlejší produkty spalování fosilních paliv obohacují půdu dusíkem, což ohrožuje biotopy přizpůsobené podmínkám s nízkým obsahem živin.

Oheň

Globální oteplování zhoršuje lesní požáry. Požáry v Austrálii, Amazonii a Kalifornii v roce 2019 spálily neuvěřitelných 25 milionů hektarů lesů.

Globální oteplování

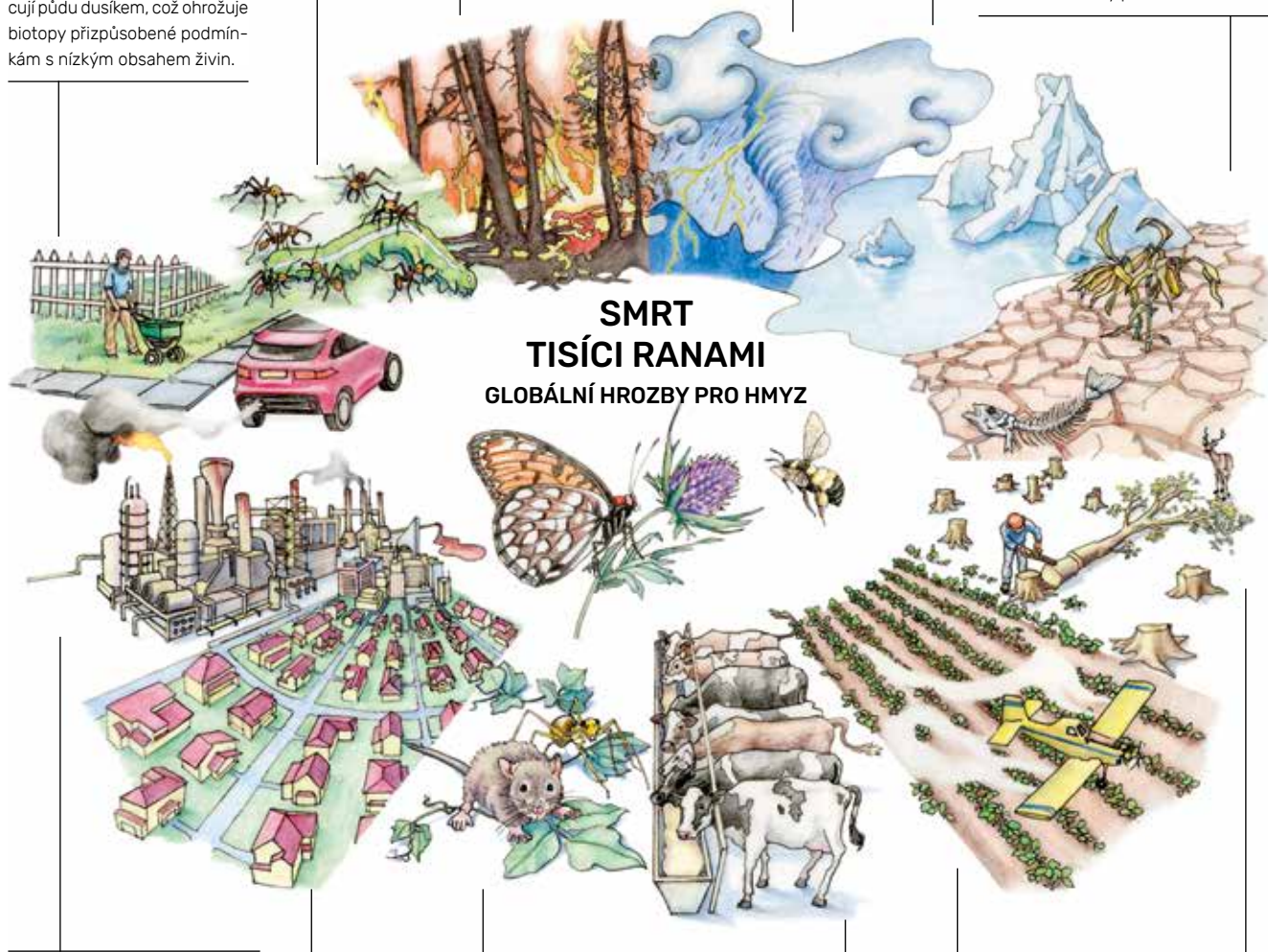
Rychle mizí arktický mořský led a rozloha arkticko-alpinských a dalších chladnomilných ekosystémů se zmenšuje. Stoupající hladina moře ohrožuje pobřežní ekosystémy.

Intenzita bouří

Klimatické změny přináší silnější, častější bouře a hurikány, více blesků způsobujících požáry a ničivé záplavy.

Sucho

Období s nedostatkem srážek se stávají delšími, častějšími a teplejšími, což má závažné důsledky pro všechny životy.



Znečištění

Chemické, světelné a zvukové znečištění, stejně jako znečištění vody a půdy, negativně ovlivňuje rostlinný i živočišný svět.

Zavlečené druhy

Globální obchod urychluje šíření nebezpečných rostlin, zvířat a patogenů do nových oblastí, často s devastujícími důsledky pro místní ekosystémy.

Odlesňování

Tropické oblasti přišly jen v roce 2019 o 11,9 milionu hektarů lesa, převážně kvůli zemědělské činnosti.

Urbanizace

Naše globální populace čítající 8 miliard lidí se stále rozrůstá a expanze do přirozených stanovišť vážně ovlivňuje biodiverzitu. V současné době může být v ohrožení více než milion druhů.

Zemědělská intenzifikace

Průmyslové zemědělství s jeho rozsáhlou mechanizací, monokulturami, nadměrným používáním hnojiv a pesticidů zvyšuje tlak na přírodu a ničí přirozená stanoviště.

Insekticidy

Moderní průmyslové zemědělství zvyšuje závislost na chemických insekticidech, což vede k rozsáhlé kontaminaci volné přírody a ohrožuje druhy, které nejsou cíleně zasaženy.

Obr. 3: Hlavní příčiny úbytku hmyzu a dalších organismů obývajících Zemi. Upraveno dle: Wagner *et al.* (2021) – Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts. *PNAS*, 118, e2023989118.

Smrt tisíci ranami: Globální hrozby pro hmyz. Stresory od 10 do 3 hodin ukazují na klimatické změny. Vyobrazený hmyz: vzácný motýl (*Speyeria idalia*), čmelák (*Bombus affinis*) a svižník (*Cicindela puritana*). Každý druh zastupuje velkou skupinu hmyzu, která zahrnuje mnohé druhy ohrožené podle Červeného seznamu IUCN.



2

ZELENÉ STŘECHY – VÝZNAM, POJMY, DEFINICE

Jednou z možností, jak vysvětlit a zdůraznit přínosy zelených střech, je koncept ekosystémových služeb. V kontextu urbanizace se zelené střechy jeví jako nejefektivnější řešení, jak rozšířit plochy

zeleně i tam, kde není dostupný nezastavěný prostor. Zelené střechy mají mnoho funkcí, které se mohou vyskytovat v různých formách a nabývat různého významu v závislosti na kontextu, a proto je třeba

je posuzovat komplexně. Zelené střechy mají pozitivní dopady nejen na obyvatele dané budovy, ale i širší veřejnost a přispívají k celkovému zlepšení kvality městského prostředí.

EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY ZELENÝCH STŘECH

Ekosystémové služby jsou přínosy, které lidé získávají z přírodních ekosystémů. Zahrnují širokou škálu funkcí přispívajících k udržitelnosti, pohodlí a kvalitě života. Ekosystémové služby zelených střech lze rozdělit do čtyř hlavních kategorií:

Podpůrné ekosystémové služby

Podpůrné služby zajišťují základní podmínky pro život a fungování ekosystému. Zelené střechy vytvářejí životní prostor pro mnohé organismy a mohou zde vzniknout různá stanoviště, včetně vzácnějších. Přírodní prvky, jako jsou kameny, mrtvé dřevo a vodní prvky, poskytují vhodná útočiště pro hnízdění či přezimování různých druhů živočichů, od hmyzu přes ptáky až po drobné savce.

Regulační ekosystémové služby

Tyto služby pomáhají regulovat přírodní procesy a mají přímý vliv na kvalitu životního prostředí:

Mikroklima: Zelené střechy přispívají k vyrovnávání teplotních výkyvů a ochlazení městských oblastí, což snižuje

efekt městského tepelného ostrova. Zvýšená vlhkost vzduchu, způsobená odpařováním zadržené vody, zlepšuje mikroklima a snižuje prašnost.

Vodní režim: Vegetační vrstvy zadržují dešťovou vodu, zpomalují její odtok a umožňují její postupné vypařování, čímž odlehčují kanalizační síti a přispívají k prevenci přívalových povodní.

Kvalita ovzduší: Rostliny na zelených střechách absorbují CO₂ a další znečišťující látky, čímž přispívají k čištění ovzduší.

Snížení hluku: Vegetační vrstva na střechách účinně pohlcuje zvuk, což snižuje hluk v budovách a zlepšuje akustické podmínky.

Kulturní ekosystémové služby

Kulturní služby zahrnují nehmotné přínosy, které zlepšují kvalitu života:

Estetické a rekreační přínosy: Zelené střechy zvyšují estetickou hodnotu budov a mohou sloužit jako místa pro odpočinek a setkávání. Vytvářejí prostor pro rekreační aktivity a vzdělávání.

Zvýšení povědomí o udržitelnosti: Zelené střechy přispívají k většímu povědomí o environmentálních otázkách

a podporují pozitivní vztah obyvatel k přírodě.

Zásobovací ekosystémové služby

Ačkoli zásobovací funkce zelených střech nejsou v městském prostředí dominantní, mohou střechy nabízet produkci malého množství potravin, jako jsou bylinky, ovoce, zelenina či med z úlů umístěných na střechách. Tyto střechy mohou také sloužit jako komunitní zahrady, které podporují místní potravinovou soběstačnost a posilují komunitní vazby.

Levitující střešní zahrada na budově Národního zemědělského muzea v Praze slouží jako výchovně vzdělávací venkovní expozice o rozloze 750 m² s atraktivním výhledem na Prahu.



Zvýšení hodnoty nemovitosti
o 4–8 %

Plusové body při certifikaci udržitelné výstavby

Snížení nákladů na údržbu střešní konstrukce až o 26 %

Delší životnost než konvenční střechy

BONUS Součást **zeleno-modré infrastruktury**

75 % úspora energie na klimatizaci

Příjemný **pohled do zeleně**

1 m² zachytí 200 g **polétavého prachu**

Vytvoření náhradních ploch a životního **prostoru pro flóru a faunu** (podpora biodiverzity)

Pohled na zelenou střechu na 40 sekund **zlepšuje koncentraci**

0,2 °C **chladněji**

0,6 % **více energie**

BONUS **Větší biodiverzita** pod solárními panely

Prostor pro **ptáky a hmyz**

Možnost vypěstovat až 2 kg **zeleniny a ovoce** z 1 m²

Zelená střecha **zadrží 60–150 litrů vody** na 1 m²

Úspora za čištění odpadních vod

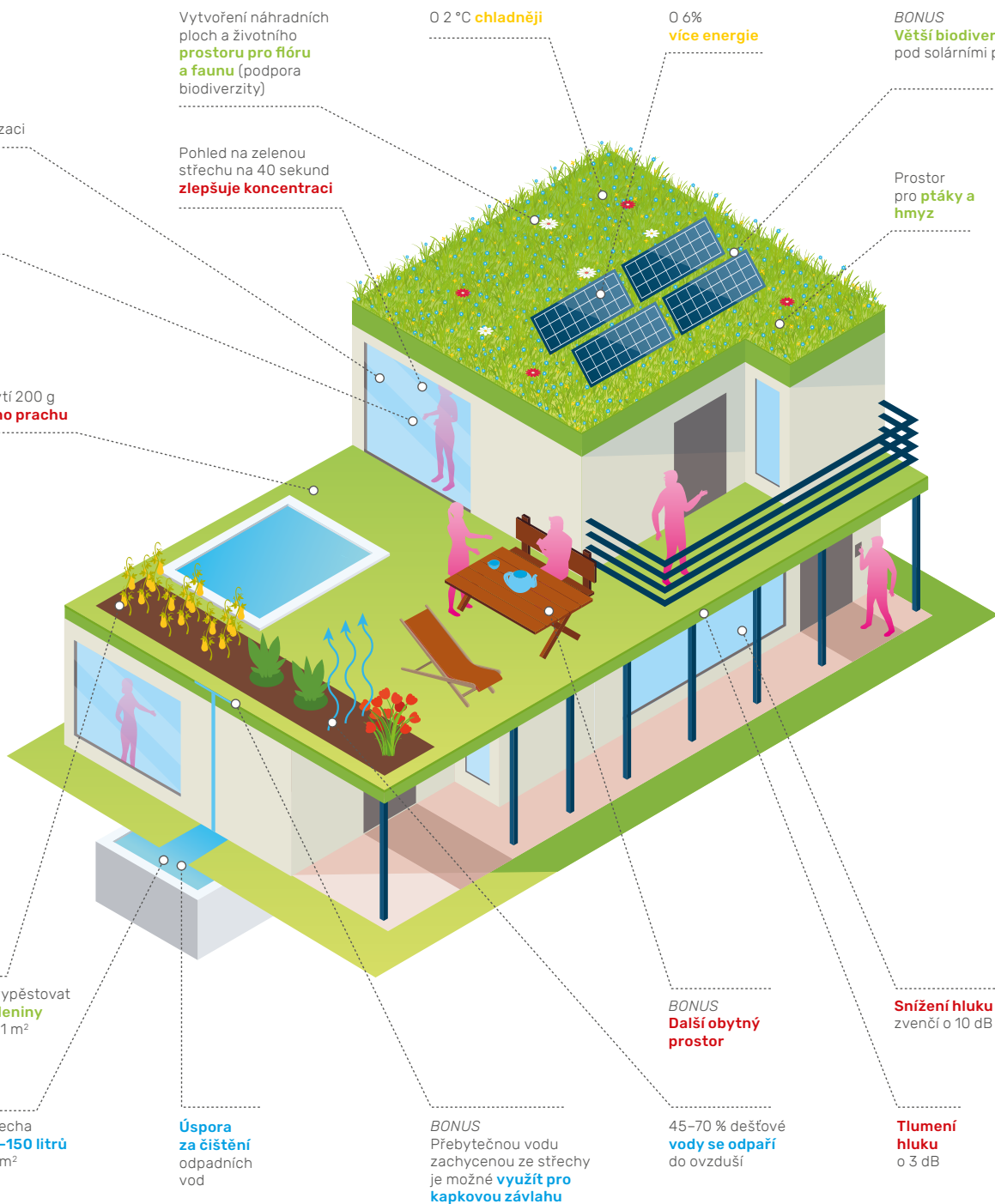
BONUS Přebytkovou vodu zachycenou ze střechy je možné **využít pro kapkovou závlahu**

BONUS **Další obytný prostor**

45–70 % dešťové **vody se odpaří** do ovzduší

Snížení hluku zvenčí o 10 dB

Tlumení hluku o 3 dB



Obr. 4: FUNKCE A PŮSOBENÍ ZELENÝCH STŘECH

Zelené střechy patří mezi tzv. přírodě blízká opatření využívající zelenou a modrou infrastrukturu. Svou nezastupitelnou roli mají především v hustě zastavěných územích měst, kde se nachází minimum zeleně. Zelené střechy mají mnoho výhod, a to nejen pro vlastníky a uživatele nemovitosti, ale také pro široké okolí. Následující výčet funkcí vychází z vědeckého výzkumu. zdroj: www.greendealagroenedaken.nl

EKONOMICKÉ HODNOCENÍ ZELENÝCH STŘECH

Ekonomické hodnocení zelených střech lze provést dvěma základními způsoby: finančním a komplexním ekonomickým hodnocením. Finanční hodnocení zahrnuje porovnání všech nákladů a přínosů, což umožňuje vypočítat finanční návratnost opatření neboli nákladů na realizaci zelené střechy. Tato návratnost může být z pohledu investora významně zkrácena díky využití dotací, které jsou dostupné na celostátní, regionální i městské úrovni. Dotace tak mohou výrazně snížit investiční náklady. Pro posouzení celospolečenské přínosnosti je vhodné provést komplexní eko-

nomické hodnocení prostřednictvím analýzy nákladů a přínosů (cost-benefit analysis). Tato metoda zahrnuje nejen finanční přínosy, ale i nepeněžní dopady, které se často přehlíží. Do těchto přínosů se zahrnují ekosystémové služby zelených střech, jako je zadržování dešťové vody a zachytávání škodlivých látek. Tyto dopady mají hodnotu i mimo rámec samotného investora, neboť přinášejí užitek celé společnosti. V ekonomické teorii jsou tyto dopady známy jako pozitivní (přínosy) a negativní (náklady) externality.

Nefinanční přínosy se pomocí oceňovacích metod převádějí do peněžních hodnot. K tomuto účelu se využívají reálné ceny na výstavbu a údržbu střech spolu s metodami založenými na úspoře nákladů, jako jsou náklady na vytápění a chlazení budov nebo na čištění vod. Do hodnocení se mohou započítat i náklady na zamezení emisí (např. kolik by stálo snížení 1 kg emisí NO_x , SO_x , O_3 nebo CO_2). Kromě toho lze pomocí tržních cen ocenit nárůst hodnoty nemovitosti a okolních nemovitostí, což posiluje argumentaci pro budování zelených střech.¹

¹ Více informací je k dispozici v publikaci Způsoby systémové podpory výstavby zelených střech, článek Zelené střechy z pohledu ekonomie, autoři: Ing. Jan Macháč, Ing. Lenka Dubová, Ing. Jiří Louda, Ph.D.

POJMY A DEFINICE

Správné používání pojmů v oboru zeleně na střechách, respektive konstrukcích je problematické. Dosud neexistuje definice, která by byla všeobecně uznávána a používána. Nejednotnost terminologie je dána často rozdílnými překlady cizojazyčné literatury. Nejčastěji jsou používána spojení: „střešní zahrada“, „střešní zeleň“, „zelená střecha“, „travnatá střecha“, „zeleň na konstruk-

cích“, „vegetační střecha“ či popřípadě kombinace těchto slovních spojení. Norma ČSN 73 1901-4 Navrhování střech – Část 4: Vegetační střechy uvádí následující definici:

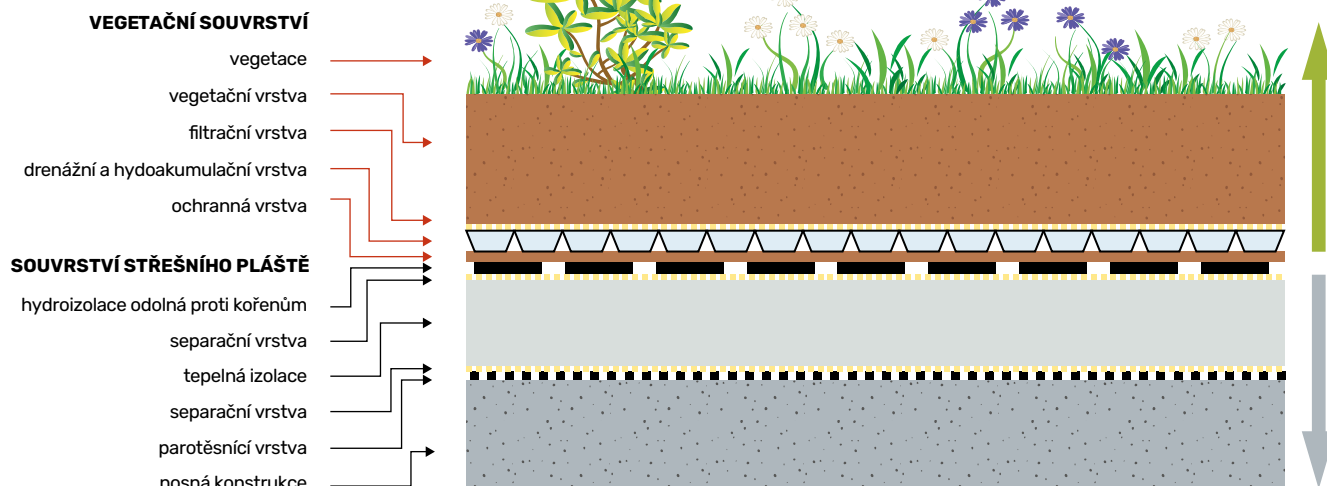
Vegetační střecha – střecha nebo její část, kterou pokrývá vegetační souvrství s vegetací a případně další nezbytné prvky a konstrukce pro zajištění návrhové funkce vegetační střechy. Nezbytnými

prvky a konstrukcemi se míní například pochůzná vrstva, ochranná vrstva, prvky a konstrukce, stabilizační prvky apod.

Projekt Masaryčka, vlajková loď společnosti Penta Real Estate, představuje nový pulzující bod v srdci Prahy. Unikátní architektura z ateliéru Zahy Hadid vnesla do centra města novou kvalitu života. Komunitní zelené střechy přinášející nejen estetickou hodnotu, ale i ekologické benefity. (Autoři projektu: JAKUB CIGLER ARCHITEKTI, výměra: 3 000 m², založení: 2022–2023)



Obr. 5: Funkční vrstvy vegetačního souvrství



Tabulka 1: Funkční vrstvy vegetačního souvrství

* Nemusí být součástí vegetačního souvrství, používá se v opodstatněných případech.

** Samostatná ochranná vrstva proti prorůstání kořenů rostlin se používá spíše výjimečně, a to v případech, kdy stávající hydroizolace střechy není odolná proti prorůstání. Stává se to převážně u vegetačních souvrství zřizovaných na stávajících střechách s původní hydroizolací. U nově zřizovaných zelených střech nebo u rekonstrukcí, na kterých se předpokládá zřízení vegetačního souvrství, se dnes již zpravidla používají hydroizolační výrobky (asfaltové pásy i fólie) s potřebnou odolností proti prorůstání kořenů rostlin a s příslušným atestem.

FUNKČNÍ VRSTVA	FUNKCE
Vegetace	je souborem rostlin, které tvoří pokrov zelené střechy
Vegetační vrstva	je základním prostředím pro kořenění a růst rostlin a svým fyzikálním, chemickým a biologickým složením a vlastnostmi je k tomu uzpůsobena
Filtrační vrstva	zabraňuje vyplavování drobných částic z vegetační vrstvy do vrstvy drenážní a trvale chrání drenážní vrstvu před zanesením
Hydroakumulační vrstva*	akumuluje srážkovou nebo závlahovou vodu pro potřeby rostlin
Drenážní vrstva	umožňuje dostatečně rychlý a efektivní odtok přebytečné vody k odvodňovacím zařízením
Ochranná vrstva	trvale chrání hydroizolaci střechy před mechanickým poškozením
Separáční vrstva*	navzájem od sebe odděluje sousední materiály nebo prvky, které by se mohly vzájemně negativně ovlivňovat
Kořenovzdorná vrstva**	ochranná vrstva proti prorůstání kořenů, chrání hydroizolaci střechy před poškozením kořeny rostlin

Používají se také termíny **střešní zahrada** nebo **zelená střecha**.

Dokument „*Vegetační souvrství zelených střech – Standardy pro navrhování, provádění a údržbu*“, který je pro tuto kapitolu základním zdrojem, uvádí následující pojmy:

Zelená střecha / střešní zahrada / vegetační střecha – střecha, kterou pokrývá vegetační souvrství s vegetací.

Všechny tři pojmy vyjadřují totéž, jsou dovolené, rovnocenné a obecně zavedené.

Nosná střešní konstrukce – část střechy, která přenáší zatížení ze střešního

pláště a vegetačního souvrství do ostatních nosných částí budovy.

Střešní plášť – část střechy bez nosné střešní konstrukce, která chrání budovu před vnějšími vlivy a na kterou bezprostředně navazuje vegetační souvrství.

Vegetační souvrství – soubor funkčních vrstev, které svými vlastnostmi a společným působením tvoří vhodné a trvalé prostředí pro život a růst rostlin.

Funkční vrstva – vrstva vegetačního souvrství plnící konkrétní funkci nezbytnou pro bezproblémovou trvalou existenci vegetace na střeše (viz Tabulka 1: Funkční vrstvy vegetačního souvrství). Vícefunkční (polyfunkční) vrstva plní několik funkcí současně (např. nopyvá fólie plní funkci drenážní i hydroakumulační).

Správná skladba vegetačního souvrství je důležitá pro rostliny.



Ačkoliv můžeme zelené střechy rozdělit podle různých hledisek, setkáváme se v praxi nejčastěji s jejich dělením podle finálního vzhledu vegetace a náročnosti údržby. Vizuální dojem a nároky na péči jsou také nejběžnějšími kritérii investorů při rozhodování o typu zelené střechy. Obě tato kritéria spolu úzce souvisí.

- » extenzivní zelené střechy,
- » polointenzivní zelené střechy (jednoduché intenzivní),
- » intenzivní zelené střechy.

Tabulka 2: Mocnost souvrství využitelná pro kořenění rostlin u různých způsobů ozelenění a forem vegetace.

Rozchodníky (*Sedum*) jsou reprezentanty sukulentních (tučnolistých) rostlin se specifickým metabolismem, který jim umožňuje přežít velmi dlouhá období sucha (fotosyntetická fáze, kdy je poután vzdušný oxid uhličitý a musí být otevřené průduchy, probíhá v noci potmě). Rozchodníky a další sukulenty jsou víceleté nebo vytrvalé rostliny (trvalky), pro výrazná specifika se ale v zahradnické praxi uvádějí jako samostatná skupina. Dalšími hojně používanými zástupci tučnolistých, jsou netřesky (*Sempervivum*).

Trávy a byliny – v tabulce je tímto zmíněna směs xerofytních (suchomilných) travin a bylin. Odlišně od botanického pojetí se bylinami v tomto textu označují jen dvouděložné kvetoucí byliny rostoucí společně s travinami ve stepních formacích, obdoba přirozených stepních trávníků. Tyto porosty se sečou jen jednou nebo dvakrát ročně.

Trávník – travní porost bez příměsi dvou-
děložných rostlin, intenzivně zavlažovaný
a hnojený, pravidelně koseno na malou
výšku vícekrát ročně (v období bujného
růstu každý týden). Posečená hmota je
odstraňována.

Regionální klimatické poměry a specifické podmínky objektu (orientace ke světovým stranám, sklon apod.) se někdy mohou výrazně lišit, a proto je třeba zvolit přiměřeně větší nebo menší mocnost souvrství v daném rozpětí.

U extenzivní zelené střechy není vhodné zvyšovat mocnost vegetačního souvrství nad doporučenou mez, stupňuje se tím pravděpodobnost uchycení nežádoucí vegetace.





Extenzivní zelené střechy

Podstatou extenzivní zelené střechy je vegetace s maximální mírou autoregulace, schopná udržet se v odpovídající kvalitě bez pravidelné zálivky a jen s minimální péčí (obvykle 1–2krát ročně kontrola, odstranění nežádoucí vegetace, přihnojení podle typu substrátu a vývojové fáze porostu). Výběr použitých rostlinných druhů je nutné maximálně přizpůsobit stanovištním podmínkám. Vegetaci extenzivních zelených střech tvoří rostliny s vysokou regenerační

schopností schopné přizpůsobit se extrémním podmínkám stanoviště. Rostliny musí být v daných podmínkách dostatečně konkurence schopné, aby potlačovaly rozvoj nežádoucích druhů. Porost extenzivní střechy tvoří vegetace s předvídatelným sukcesním vývojem, který může zahrnovat i spontánní osídlení dalšími, při realizaci nepoužitými druhy. Mocnost vegetačního souvrství extenzivních zelených střech se obvykle pohybuje v rozmezí 60–150 mm. Pro vhodně zvolené druhy sukulentů může postačovat mocnost souvrství jen 60 mm, naopak pro stepní trávobylinné typy porostu může být použito souvrství o mocnosti až 200 mm. Extenzivní zelené střechy jsou obvykle nepochozí, tj. vstup na plochy s vegetací je dovolen poučeným osobám pouze pro kontrolu a technickou údržbu.

Extenzivní střecha na panelovém domě v Brně Bohunicích. Autor projektu a zhotovitel: Green-Top s.r.o. Vegetace – rozhodníkový koberec, 236 m², realizace říjen 2020. Foto: Vojta Herout

Polointenzivní zelené střechy

Polointenzivní zelené střechy (také nazývané jednoduché intenzivní) tvoří přechodný typ mezi extenzivními a intenzivními zelenými střechami.

Kromě vegetace vhodné pro extenzivní zelené střechy lze na polointenzivních zelených střechách využít i další rostlinné druhy jako trávy, trvalky, dřeviny, které mají vyšší nároky na skladbu vegetačního souvrství, zásobování vodou a živinami. Vyšší intenzita péče spočívá zejména v nutnosti závlahy v sušších obdobích roku. Ostatní pěstební zásahy výrazně nepřevyšují péči o extenzivní zelenou střechu (2krát ročně kontrola, odstranění nežádoucí vegetace, přihnojení podle typu substrátu a vývojové fáze porostu, případně posečení).

Mocnost vegetačního souvrství se u polointenzivních zelených střech obvykle pohybuje v rozmezí 150–350 mm. V příznivých klimatických podmínkách může postačovat mocnost souvrství jen 120 mm, naopak při použití trvalek a dřevin může být použito souvrství o mocnosti až 350 mm (někdy i více).

Nejčastější typy porostů polointenzivních zelených střech jsou trávy a byliny, trvalky (pereny), výjimečně i keře. Typy porostů je možné kombinovat.

Polointenzivní střecha v Horních Bludovicích. Autoři projektu a realizace Lampart – Mec s.r.o. 1. místo v soutěži Zelená střecha roku 2022. Vegetaci tvoří různé druhy a kultivary rodu *Sedum* doplněné o trvalky. Na střeše vznikl porost rozmanitý po celý rok.



Intenzivní zelené střechy

Podstatou intenzivní zelené střechy je úprava podmínek pro zvolenou vegetaci včetně intenzivní pravidelné údržby (závlaha, přihnojování, kultivace a odstraňování nežádoucích rostlin, pravidelné sečení trávníku včetně odstraňování posečené hmoty a další úkony péče o zeleň). Výběr rostlin se podřizuje architektonickému záměru a (zpravidla) pobytové funkci. Podmínky a péče se maximálně přizpůsobují vegetaci.

Vegetaci intenzivních zelených střech tvoří rostliny s vysokou estetickou a užitnou hodnotou, výběr je omezen těmi faktory prostředí, které nelze dostupnými technickými prostředky upravit.

Mocnost vegetačního souvrství intenzivních zelených střech odpovídá velikosti a nárokům použitých rostlin a obvykle je vyšší než 300 mm, může dosáhnout až 1 m, výjimečně i více. Povrch vegetačního souvrství bývá často modelován a v některých částech pak může být mocnost i nižší. Intenzivní zelené střechy jsou obvykle pochozí nebo pobytové a bývají doplněné zpevněnými plochami a mobiliárem. Vyžadují samostatný zavlažovací systém.

Intenzivní zelené střechy mohou zahrnovat téměř neomezenou rozmanitost výběru rostlin a designu, podobně jako zahrady na na přirozeném povrchu půdy. Případná omezení závisí na konkrétním objektu, lokalitě a stanovišti. Vegetaci intenzivních zelených střech tak mohou tvořit prakticky všechny typy porostů: trávník, trvalky, keře, stromy a výjimečně i užitkové rostliny.

V publikaci se budeme dále věnovat zejména extenzivním a polointenzivním zeleným střechám.

Střešní terasy budovy Delta v Praze na Brumlovce. Investor Passerinvest Group, generální projektant Aulík Fišer architekti, projektant zeleně Ing. Alena Burešová. Střešní terasy o rozloze 1 500 m² jsou od roku 2015 k dispozici nájemcům objektu.



CHARAKTERISTIKA ZELENÉ STŘECHY JAKO EXTRÉMNÍHO STANOVÍŠTĚ

Antropogenní stanoviště „zelená střecha“ je ovlivněno řadou různorodých faktorů, které se v této formě u nenarušených a nezastavěných biotopů ve volné přírodě nevyskytují. Patří k nim městské klima, exponovaná poloha bez

kontaktu s půdou, stáří, velikost plochy, stejně jako ostrovní charakter střech. Ve srovnání s biotopy na úrovni terénu na zelených střechách typicky panují extrémnější teploty, snížená vlhkost vzduchu a změněná koloběha vody a ži-

vin. Oproti biotopům na úrovni terénu však zelené střechy poskytují relativně nerušené prostředí s nižším konkurenčním tlakem, což může vytvářet vhodné podmínky pro méně konkurenčně zdatné druhy rostlin a živočichů.

DEFINICE BIODIVERZITNÍ ZELENÉ STŘECHY

„**Biodiverzitní zelená střecha**“ je typ zelené střechy speciálně navržený tak, aby zvyšoval a podporoval biologickou rozmanitost vytvářením stanovišť, která přitahují a udržují širokou škálu rostlinných a živočišných druhů. Od běžných typů zelených

střech se odlišuje především vysokou úrovní strukturální a rostlinné rozmanitosti, která trvale podporuje rozmanitost fauny (především hmyzu nebo ptáků). Zpravidla se za biodiverzitní zelenou střechu považuje kvalitnější extenzivní

zelená střecha, která je obohacena různými opatřeními zvyšujícími heterogenitu stanoviště. Může se však jednat i o tzv. polointenzivní zelenou střechu, která kombinuje extenzivní části s jednoduchým intenzivním ozeleněním.



3

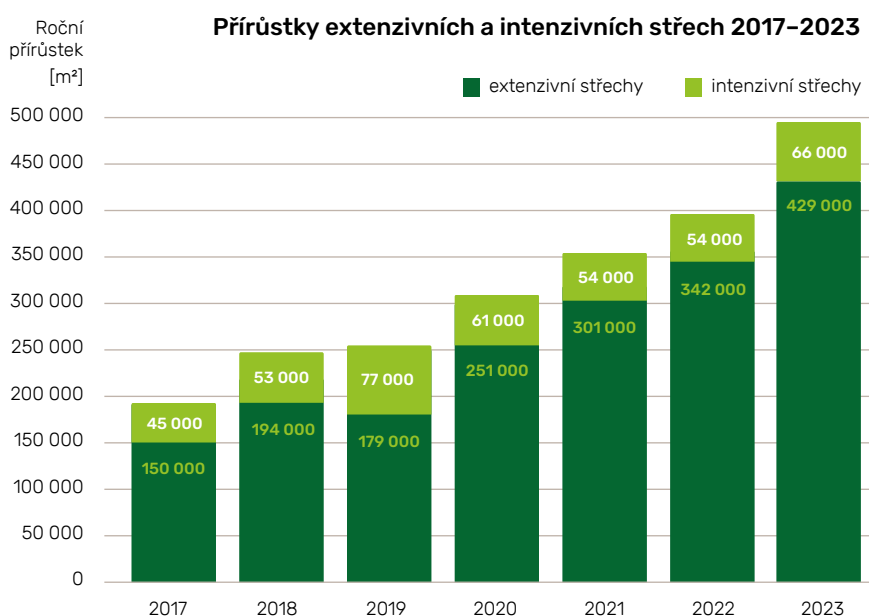
POTENCIÁL ZELENÝCH STŘECH PRO BIODIVERZITU

V České republice roste zájem o zelené střechy, jak ukazují aktuální data z výzkumu Asociace zelených střech a fasád. V roce 2023 bylo nově vybudováno rekordních 495 000 m² vegetačních střech, což odpovídá přibližně šedesáti fotbalovým hřištím (obr. 6). Tento nárůst, kdy se plocha nově vybudovaných střech za posledních deset let více než ztrojnásobila, odráží rostoucí povědomí o významu zelených střech pro udržitelnost měst a poptávku po ekologických stavebních řešeních.

Ačkoli tento trend představuje pozitivní krok směrem k udržitelnému rozvoji měst, většina zelených střech realizovaných v ČR je zatím extenzivní, což znamená, že jsou často osázeny druhotně chudou vegetací, převážně rozchodníky. Tyto střechy sice přinášejí určité environmentální výhody, avšak jejich přínos pro podporu biodiverzity je omezený. S ohledem na nutnost chránit a rozvíjet biodiverzitu by

bylo žádoucí, aby se do budoucího rozvoje zelených střech v ČR stále více promítaly také biodiverzitní zelené střechy, které lépe podporují druhovou rozmanitost.

Obr. 6: Vývoj rozlohy realizovaných zelených střech v ČR v letech 2017–2023. Zdroj: Asociace zelených střech a fasád



POTENCIÁL ZELENÝCH STŘECH PRO PODPORU BIODIVERZITY

Vědecké studie obsahují doporučení, jak efektivně podporovat biodiverzitu na zelených střechách. Jednoznačný pozitivní efekt na diverzitu dalších organismů na střechách má rozmanitost rostlin, která zajišťuje dostupnost potravy či úkryty. Samotná diverzita rostlin na zelených střechách je přitom podmíněna rozmanitostí mikroklimatických podmínek, které střecha poskytuje – a proto může hrát zásadní roli například přítomnost zastí-

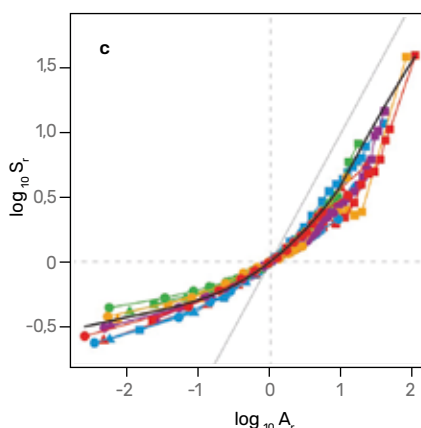
něných částí či expozice různých částí střechy vůči světovým stranám. Dalším klíčovým faktorem je velikost střechy: podle obecného ekologického pravidla totiž s rostoucí plochou lokality roste i počet druhů, které se na ní vyskytují (obr. 7). Příklady z celého světa také ukazují, že zelené střechy mohou hostit i vzácné a chráněné druhy, a ukazují, že ekosystémy vzniklé v rámci zelených střech mohou být relativně komplexní. Například

na pavilonu goril v Zoo Praha funguje stepní společenstvo tak dokonale, že si toto místo pro vybudování svých nor vyhlídli syslové. Studie z Chicaga zase ilustruje, že pokud jsou zelené střechy vybudovány dostatečně blízko u sebe, pak mohou fungovat jako síť zelených ostrovů. Opylovači pak přenášejí pyl rostlin mezi jednotlivými střechami, jako by to byla přirozená stanoviště vyskytující se na úrovni terénu (obr. 8).

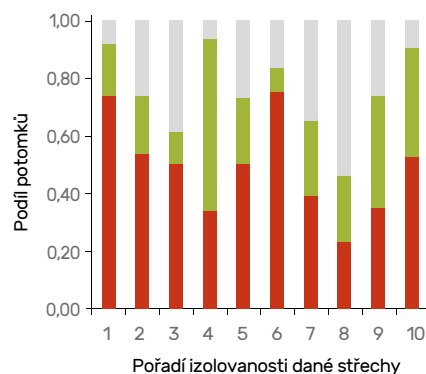


Abychom na zelené střeše dosáhli co nejvyšší druhové diverzity členovců, je třeba zaměřit se i na jiné prvky než jen na různorodou vegetaci. Data ze Severní Ameriky například ukazují, že na zelených střechách převládají druhy včel, které hnízdí v zemi, zatímco druhy hnízdící v rostlinném materiálu (např. suché stonky bylin či odumřelé dřevo) zde chybí. Proto může být velmi důležité takové prvky a struktury na zelené střechy záměrně doplňovat (viz kapitola 4).

Hloubka a kvalita substrátu významně ovlivňují nejen schopnost zadržet vodu a zajistit její dostupnost pro rostliny, ale také dostupnost živin, což je zásadní pro rostlinná společenstva. Pro vytvoření odolných, stabilních a druhově bohatých společenstev na zelených střechách je také důležité počítat s postupným osídlováním rostlinami z okolí, přičemž problematické druhy by měly být eliminovány. Proces kolonizace střech odráží dynamiku těchto ekosystémů, která může v závislosti na vlastnostech střechy a způsobu péče časem vést k druhovému ochuzování, nebo naopak k akumulaci rostlinných druhů.



Obr. 7: Univerzální pozitivní vztah mezi velikostí oblasti (A_r) a počtem druhů (S_r), které danou oblast obývají. Zdroj: Storch et al. (2012) – Universal species-area and endemics-area relationships at continental scales. *Nature*, 488, 78–81.



Obr. 8: Podíl potomků dračičku chlupatého vzniklých v důsledku samoopylení (průměr = 48 %), opylení v rámci střechy (průměr = 27 %) a opylení mezi střechami (průměr = 25 %) v rámci systému deseti zelených střech. Populace (střechy) jsou seřazeny od nejméně po nejvíce izolované podle průměrné vzdálenosti od všech ostatních střech zahrnutých ve studii. Upraveno dle: Książek-Mikenas et al. (2019) – Pollinator-Mediated Gene Flow Connects Green Roof Populations Across the Urban Matrix: A Paternity Analysis of the Self-Compatible Forb *Pentstemon hirsutus*. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 299.

■ Opylení mezi střechami ■ Opylení v rámci střechy ■ Samoopylení

Abychom na zelené střeše dosáhli co nejvyšší druhové diverzity členovců, je třeba zaměřit se i na jiné prvky než jen na různorodou vegetaci, například různou hloubku substrátu či odumřelé dřevo.



Podpora vybraných řádů hmyzu na zelených střechách

Zelené střechy mají potenciál výrazně přispět k podpoře biodiverzity tím, že vytvářejí specifická stanoviště pro různé řády hmyzu a správným výběrem rostlin jim poskytují potravu. Níže je přehled opatření, jak lze jednotlivé hmyzí řády na zelených střechách podpořit:



Blanokřídlí (Hymenoptera)

Opatření: Vytváření hnízdních míst pomocí dutin, „hmyzích hotelů“ a čmelínů, dodání volného sypkého substrátu, výsadba rostlin bohatých na nektar a pyl, jako je např. šalvěj, dobromysl, mateřídouška, smolníčka, hvozdík, oman, silenka nebo chrastavec.

Příklad podporovaných skupin: včely, kutilky, zlatěnky, lumčíci.



Brouci (Coleoptera)

Podpora: Rozmanité prostředí, které tvoří např. pestrá druhová skladba rostlin, mrtvé dřevo či rozkládající se organický materiál, kameny a kamenné zídky.

Příklad podporovaných skupin: nosatci, mandelínky, slunéčka, střevlíci, krasci.



Motýli (Lepidoptera)

Podpora: Výsadba rostlin poskytujících nektar (pro dospělé) a živných rostlin z čeledí miříkovité, bobovité, brukvovité aj. (pro housenky).

Příklad podporovaných skupin: modrásci, bělásci, otakárci, vřetenušky.



Dvoukřídlí (Diptera)

Podpora: Zajištění vodních ploch, přítomnost tlející vegetace a výsadba nektarodárných rostlin.

Příklad podporovaných skupin: pestřenky, roupci, bzučivky.



Polokřídlí (Hemiptera)

Podpora: Rozmanitost rostlinných druhů, které zvyšují potravní nabídku pro býložravý hmyz, heterogenizace vegetace

(kombinace rostlin různé výšky a ploch s různou hustotou vegetace).

Příklad podporovaných skupin: křisi, ploštice.



Rovnokřídlí (Orthoptera)

Podpora: Vytváření travních a bylinných porostů, které poskytují úkryt a potravu, plochy bez vegetace pro vyhřívání dospělců a vývoj vajíček.

Příklad podporovaných skupin: kobylky, sarančata.

Většina hmyzích skupin ocení také různé vodní zdroje, jako malá jezírka nebo pítka. Důležité však je, aby byla pro hmyz bezpečná. K vodním nádržím by měl být proto pozvolný přístup a pítka by měla obsahovat vyvýšené části (kamínky, části zasypané pískem), aby se hmyz při pití neutopil.

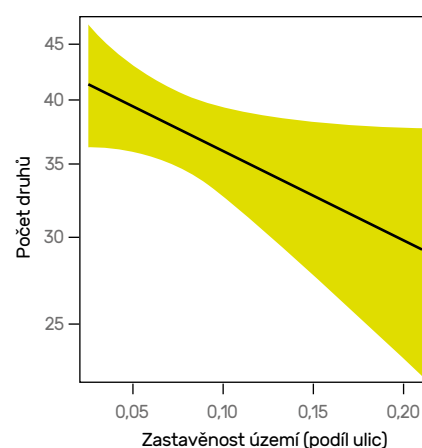
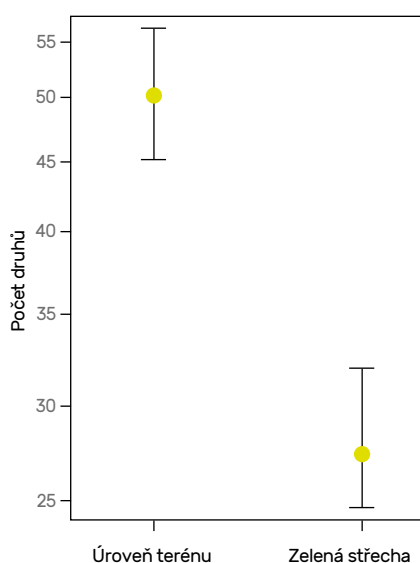


4

FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ BIODIVERZITU

Ačkoli jsme výše v textu identifikovali zelené střechy jako účinný nástroj pro podporu biodiverzity a kvality životního prostředí v hustě zastavěných oblastech, dostupná biologická data ukazují, že běžné extenzivní zelené střechy jsou často výrazně druhově ochuzené oproti plochám zeleně vyskytujícím se přímo na povrchu terénu (obr. 9a). Druhová rozmanitost členovců na zelených střechách navíc výrazně klesá s úbytkem zelených ploch v okolí konkrétní střechy (obr. 9b). Dalším problémem pro mnohé skupiny organismů, jež mají omezené schopnosti pohybovat se na větší vzdálenosti, je výška budov. Není tedy překvapivé, že s rostoucí výškou zelené střechy (nad úrovní terénu) klesá například početnost a rozmanitost druhů včel a dalšího létajícího hmyzu. Pro vytvoření druhově bohatých zelených střech ve vnitřních částech měst je proto nezbytné, aby tyto střechy byly přímo navrženy k podpoře biodiverzity (viz kapitoly 5 a 6).

Na následujících řádcích představujeme výsledky vybraných vědeckých studií, které se zabývaly faktory ovlivňujícími biodiverzitu na zelených střechách. Tyto



Obr. 9: a) Rozdíl mezi počtem druhů členovců na zelených střechách a v zeleni na úrovni terénu; b) Vliv struktury okolní krajiny (zastavěnosti území) na počet druhů členovců obývajících zelené střechy. Upraveno dle: Sánchez Domínguez et al. (2020) – Arthropod diversity and ecological processes on green roofs in a semi-rural area of Argentina: Similarity to neighbor ground habitats and landscape effects. *Landscape and Urban Planning*, 199, 103816.

poznatky mohou poskytnout cenné informace pro rozhodování o vhodnosti tvorby biodiverzitní zelené střechy v konkrétních podmínkách a situacích.

Mnohé vědecké studie se zaměřují na různé aspekty, které mohou hrát roli při navr-

hování a udržování biodiverzitních střech, jako jsou typ substrátu, expozice střešního stanoviště, vliv stínu či přítomnost vodních prvků. Zjištění z těchto výzkumů ukazují, že každý z těchto faktorů má vliv na fungování střešního ekosystému.



Včely medonosné, které mají úly na střešní zahradě Národního zemědělského muzea, se starají o opylování širokého okolí až do vzdálenosti 5 km. Úly jsou doplněny tabulemi s informacemi pro návštěvníky.

IZOLOVANOST OD OKOLÍ

Zelené střechy představují velmi specifické plochy z důvodu jejich časté izolovanosti, tedy nízké propojenosti s okolní vegetací. Izolovanost ovlivňuje míru kolonizace těchto ploch rostlinami i živočichy, která závisí na schopnosti konkrétních druhů šířit se na delší vzdálenosti. Lepší propojení střech s okolními biotopy, například vytvářením přízemních koridorů či „řetězením“ zelených střech, může podpořit i výskyt druhů s nižší mobilitou.

Zelené střechy různého typu a stáří založené v letech 2003–2020 na administrativních budovách Alpha, Delta, Filadelfie, a budova B v areálu Brumlovka společnosti Passerinvest Group vytvářejí společně se zelení na terénu propojenou síť.



STÍN JAKO NÁSTROJ PRO ZVÝŠENÍ HETEROGENITY PROSTŘEDÍ

Zastínění pozitivně ovlivňuje druhovou bohatost společenstev rostlin na méně mocném substrátu tím, že zmírňuje stres

způsobený suchem. Částečné zastínění může způsobit výrazné gradienty ve vlhkosti substrátu a letních teplot po celé

střeše, což vede ke koexistenci mnoha druhů s různými nároky na prostředí na jediné střeše.

NEVEGETAČNÍ PRVKY NA ZELENÝCH STŘECHÁCH



Pro mnohé organismy jsou důležité nejen rostliny, ale i jiné prvky, jako např. nezaroštěný substrát či struktury vytvářející úkryty a omezující poryvy větru. Tyto prvky mohou být tvořeny jak objekty sloužícími jinému účelu (např. klimatické jednotky či solární panely), tak prvky instalovanými výhradně za účelem podpory biodiverzity – například hmyzími hotely, mrtvým dřevem, vodními prvky, štěrkem či kameny. Mrtvé dřevo je domovem larev mnoha druhů hmyzu, ale i substrátem pro mechy, lišejníky či houby. Dřevo může být dále upraveno například navrtáváním děr, což zvýší jeho atraktivitu např. pro hnízdicí včely (alternativa ke konstruovaným hmyzím hotelům). Kamenné hromádky či zídky jsou dalším atraktivním prvkem, který může podpořit i výskyt obratlovců (např. ještěrek).

Pro mnohé organismy jsou důležité nejen rostliny, ale i jiné prvky, jako např. nezaroštěný substrát či mrtvé dřevo.

VLIV STŘEŠNÍHO SUBSTRÁTU NA BIODIVERZITU

Střechy s více vegetačními vrstvami a heterogenitou výšky substrátu vykazují typicky vyšší početnost a druhovou bohatost bezobratlých živočichů. Větší na extenzivních zelených střeších využívá mělké substráty s hloubkou méně než 10 cm, což významně omezuje množství rostlinných druhů, které jsou na střeše schopné dlouhodobě přežít. Proto je výhodné mít na střeše i místa s vyšší mocností substrátu (minimálně 15 cm) pro náročnější druhy rostlin. Celá plocha střechy nemusí být pokryta vegetací, protože i volný substrát je užitečný. Pomáhá nejen hmyzu, ale třeba i ptákům, zejména druhům typickým pro plochy s nízkým pokryvem vegetace ve volné krajině.

Neméně důležité však je i složení substrátu, který je většinou tvořen směsí

organických a porézních anorganických materiálů. Substrát by měl být navržen tak, aby poskytoval vlastnosti jako nízká hmotnost, odolnost vůči větru či vodní erozi, schopnost podporovat dobré uchycení rostlin, odolnost proti požáru, adekvátní zadržování a uvolňování vody, vhodná propustnost, dostatečná vzdušnost, odolnost proti zhutnění, dostatečný přísun živin (podle potřeb rostlin), a přitom neobsahovat ostré prvky, aby nebyla poškozena hydroizolace. Klíčová ovšem může být i kyselost substrátu, přičemž žádoucí je mít na střeše plochy s nízkou kyselostí substrátu (mnoho stepních rostlin preferuje zásadité substráty).

Přirozené substráty a materiály z místních zdrojů mohou být využity k napodobení místních půdních podmínek na úrovni střechy, přičemž jejich využití mívá

pozitivní vliv na rozmanitost členovců žijících přímo na povrchu substrátu. Doplnkové substráty, jako je písek a štěrky, lze přidat na střechu pro rozšíření nabídky stanovišť pro bezobratlé, nicméně je nezbytné, aby byl materiál pečlivě prověřen a byly zohledněny možné dopady těžších materiálů na zatížení konstrukce.

Nevhodné materiály umístěné na střechy mohou poškodit hydroizolační membránu a další vrstvy střechy. Nadměrné množství drceného betonu ve směsi může negativně ovlivnit tepelnou výkonnost, míru evapotranspirace a schopnost zadržování dešťové vody. Hrozí, že materiál může být bohatý na živiny a obsahovat nežádoucí semena invazních druhů, které mohou zejména v úrodných substrátech konkurovat záměrně vysetým nebo vysázeným druhům.

DRUHOVÁ PESTROST ROSTLIN

Aby zelená střecha lákala opylovače a poskytla život býložravému hmyzu či rozkladačům, je potřeba optimalizovat a diverzifikovat druhové složení rostlin, které na dané střeše rostou. Nejvíce opylovačů hostí střechy s druhově bohatými porosty rostlin skládajícími se z různých typů květů (každý opylovač si najde ten pro sebe vhodný) a různoro-

dou dobu kvetení (čímž zajišťuje kontinuitu zdrojů). Příkladem může být třeba střecha obsahující chrpu luční, hvozdík kartouzek, rozchodníkovec velký, štírovník růžkatý, smělek jehlancovitý a další druhy. Rozchodníkovec velký může být navštěvován včelou medonosnou, chrpa luční přitahuje samotářské včely a štírovník růžkatý zase čmeláky. Různé vysoké

rostliny a rozdíly v hustotě vegetace pak vytvářejí různé mikroklima na povrchu substrátu, přičemž tato heterogenita se pozitivně projevuje na diverzitě členovců pohybujících se po povrchu půdy.

Nejvíce opylovačů hostí střechy s druhově bohatými porosty rostlin skládajícími se z různých typů květů. Foto z biodiverzitní střechy v Horních Měcholupech. Realizace GreenVille service.



5

ZÁSADY PRO TVORBU BIODIVERZITNÍCH STŘECH

BIODIVERZITNÍ PRVKY PRO ZELENÉ STŘECHY

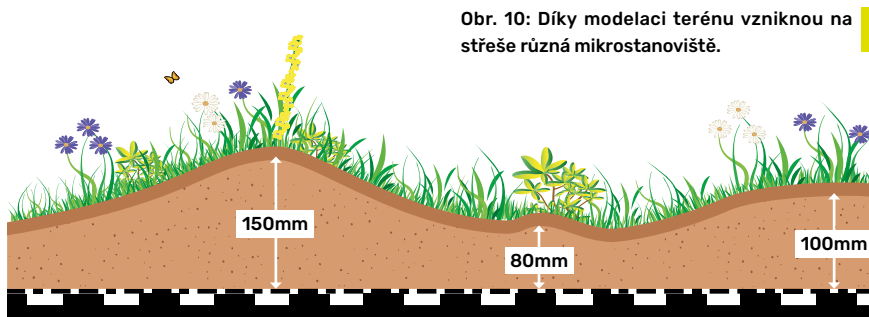
Modelace terénu

Zvýšení heterogenity prostředí na zelené střeše může výrazně zlepšit pestrost stanoviště a tím i atraktivitu pro různé druhy. Toho lze nejnázorněji dosáhnout modelací terénu, díky které vzniknou rozličná mikrostano-
viště, například prohlubně pro zadržování dešťové vody, hromádky substrátů s rozdílnou zrnitostí či pH (např. písek, štěrk), a šikmé svahy s různou expozicí slunečnímu světlu nebo zastíněné plochy. Je však nutné počítat s vyššími nároky na statiku střechy, zejména v oblastech s hlubším substrátem.

Mrtvé dřevo

Zelené střechy mohou představovat vhodné místo pro druhy hnízdící v dutinách či štěrbinách, ale je potřeba jim takové prostředí nabídnout, například přidáním mrtvého dřeva. Mrtvé dřevo podporuje dvě klíčové ekosystémové

Hmyzí hotely jsou místem pro rozmnožování a přezimování různých druhů členovců.



Obr. 10: Díky modelaci terénu vzniknou na střeše různá mikrostano-
viště.

funkce, které mají význam i v městském prostředí: opylení včelami a predaci škůdců solitérními vosami.

Hmyzí hotely

Hmyzí hotely představují nejen místo rozmnožování hmyzu, ale i potenciální stanoviště pro přezimování různých druhů členovců včetně včel, vos, slunéček, pavouků a zlatooček.

Typickým příkladem ztvárnění hmyzího hotelu jsou otvory vyvrtané do dřevěného bloku nebo duté stonky různých rostlin, jako je sláma menšího průměru a bambus většího průměru.

Vodní prvky

Jezírka či mělké prohlubně, které zachytávají dešťovou vodu na kratší období, představují účinný doplněk biodiverzitních zelených střech. Tyto vodní prvky mohou hrát klíčovou roli v podpoře širšího spektra druhů a ekosystémových funkcí na střeše. Například vlhkomilnější rostliny, které se běžně na zelených střeších nevyskytují, mohou díky dostupné vlhkosti v okolí vodních prvků prosperovat. Vodní prvky představují také cenný zdroj vody pro různé druhy hmyzu a ptáků. Vodní hmyz může využívat vodní plochy i jako stanoviště pro reprodukci, ptáci zase ke koupání (čištění peří).

Vytváření stínu jako nástroj pro zvýšení heterogenity prostředí

Na zelených střeších může být stín vytvořen uměle (stínící stěny a pergoly) nebo se vyskytovat přirozeně (přilehlé budovy či stromy vysázené přímo na střeše). Další možností je využít stínu, který poskytují fotovoltaické panely, což představuje ideální kombinaci šetrné produkce elektrické energie s podporou biodiverzity.

VÝBĚR ROSTLIN

Při výběru rostlin pro zelenou střechu je vhodné zohlednit několik klíčových kritérií, zejména klimatické podmínky – průměrnou teplotu a teplotní extrémy, úroveň oslunění a množství srážek během roku, které určují, jaké druhy mohou v dané lokalitě přežít. Rozhodujícím faktorem je rovněž hloubka substrátu, jeho pH, struktura a heterogenita mikrostanišť. Pokud to umožní nosnost střechy a hloubka substrátu, je žádoucí vysazovat také keře či stromy.



■ Rozchodník bílý (*Sedum album*)

Běžná extenzivní střecha je tvořena především rozchodníky (*Sedum album*, *S. sexangulare*, *S. acre*). Často je ovšem doplněná o nepůvodní druhy rozchodníků (*Sedum hybridum*, *Sedum kamtschaticum*, *Sedum spurium*) či netřesků (*Sempervivum tectorum*, *S. arachnoides*), které dobře odolávají i extrémním podmínkám a jsou schopné přestát vysoké letní teploty a sucho i bez výrazné péče. Typický je pro ně kobercový, kompaktní růst a stálezelené listy a výhodou je také jejich snadná vegetativní reprodukce. Pokud jsou však jedinými vysazenými rostlinami, přínos takové střešní vegetace pro biodiverzitu je relativně malý. Druhovú pestrost rostlin je snížena, a i doba kvetení je poměrně omezená, což snižuje atraktivitu stanoviště pro hmyzí opylovače. Vhodnější je vytvořit společenstvo na střeše z rostlin, které pocházejí z odpovídajících přírodních



■ Lomikámen zrnatý (*Saxifraga granulata*)

biotopů. Stanovištní podmínky by měly odpovídat podmínkám na střeše, proto lze inspiraci hledat např. u společenstev vázaných na mělké půdy, či skály a droliny. Pro maximální podporu životního prostoru pro hmyz, zajištění nepřerušené nabídky potravy a zvýšení estetické hodnoty střechy v průběhu celé sezóny je ideální vysazovat rostliny, které se překrývají dobou kvetení. Tento přístup zajistí stálý zdroj potravy pro opylovače



■ Hvozdík kropanatý (*Dianthus deltoides*)

a střecha bude také působit atraktivně od jara až do podzimu. Na jaře mohou střechu ozdobit květy časně kvetoucích rostlin, jako jsou česneky, snědky, sasanky, modřence, prvosenky, křivatce

a kosatce (*Allium* sp., *Ornithogalum* sp., *Anemone* sp., *Muscari* sp., *Primula* sp., *Gagea lutea*, *Iris* sp.). Tyto druhy nejenže ožíví prostor barvami, ale také poskytují první zdroj potravy pro opylovače na samém začátku sezóny. Zde je možno využít i atraktivních zahradních kultivarů, jejichž rozšíření do přírodních po-



■ Šalvěj luční (*Salvia pratensis*)

rostů je nepravděpodobné. Po odkvětu mohou být vystřídány různobarevnými druhy tařic, lomikamenů, hvozdíků a viollek (*Alyssum* sp., *Saxifraga granulata*, *Dianthus deltoides*, *D. carthusianorum*, *Viola odorata*). Později v sezóně pak vykvetou šalvěje, hadince, silenky (*Salvia pratensis*, *S. nemoralis*, *Echium vulgare*, *Silene vulgaris*, *S. latifolia*).



■ Silenka nadmutá (*Silene vulgaris*)



■ Lnice květel (*Linaria vulgaris*)

V létě je vystřídají různobarevné květy lnice, chrpy, svízele, řebříčku, jestřábníků, třezalky či voňavé mateřídoušky (*Linaria vulgaris*, *Centaurea scabiosa*, *Galium*



■ Chrpa čekánek (*Centaurea scabiosa*)

verum, *Achillea millefolium*, *Hieracium pilosella*, *Hypericum perforatum*, *Thymus pulegioides*). V pozdním létě a na podzim rozkveté rozchodníkovec, dobromysl či

ožanka (*Hylotelephium maximum*, *Origanum vulgare*, *Teucrium chamaedrys*). Nektarodárné rostliny mohou být doplněny dekorativními trsy trav či ostříc, které poskytnou drobným živočichům úkryt. Mezi vhodné druhy patří kostřavy, smělek, bojínek, třeslice, tomka, či ostřice (*Festuca pallens*, *F. ovina*, *Koeleria macrantha*, *Phleum phleoides*, *Briza*



■ Řebříček obecný (*Achillea millefolium*)

media, *Anthoxanthum odoratum*, *Carex praecox*, *C. montana*).

Kombinace rostlinných druhů by také měla podporovat celou šíři hmyzích opylovačů prostřednictvím specifických květních charakteristik. Pro motýly budou atraktivní květy s dlouhou květní trubicí (silenky, mydlice, hvozdíky), kam většina ostatních opylovačů svým sosákem nedosáhne, čmeláky přiláká nejspíše květ bobovitých – jetelů, vikví či štirovníků či hluchavkovitých, jako jsou šalvěje a mateřídoušky. Otevřené ploché květy či květy hvězdnicovitých jsou vhodné pro většinu menších samotářských včel a pestřenek a ze



■ Jestřábník chlupáček (*Hieracium pilosella*)

stejného důvodu by se nemělo zapomínat ani na mířkovité rostliny. Pestrá nabídka rostlin a přítomnost vhodného zdrojového biotopu v okolí zajistí, že střechu brzy po založení osídlí kromě létajícího hmyzu také méně pohyblivé organismy jako jsou menší pavouci, mravenci či rovnokřídlí (sarančata, kobylinky).



■ Ožanka kalamandra (*Theurium chamaedrys*)

VYUŽITÍ SEMEN Z OKOLNÍCH BIOTOPŮ

V poslední době je testován přístup zakládání nového společenstva na zelených střechách prostřednictvím přenosu semen z vhodných biotopů v okolí. Tento postup umožňuje vytvoření plně funkčního společenstva s vysokou biodiverzitou a přírodní hodnotou. Má však svá specifika a legislativní omezení. Ideální je sběr zralých semen opakovaně během sezóny, jak jednotlivé druhy trav a bylin dozrávají.

To je však náročné vzhledem k potřebě speciálních kartáčovacích strojů, lidské práce a vhodného počasí. Nevýhodou tohoto přístupu je také nejistota při ujímání semen z přírodních zdrojů a vyšší zastoupení trav. V případě výskytu chráněného druhu na lokalitě je navíc nutné požádat příslušné orgány o výjimku pro manipulaci s ním a vždy je třeba mít souhlas majitele pozemku. Kartáčování vhodných lokalit tedy vy-

žaduje úzkou spolupráci s odborníky. Alternativní možností je zakoupení regionálních směsí, které jsou ale u nás stále velmi vzácné nebo kompromisních směsí, které obsahují širokolisté byliny regionálního původu a trávy českého původu. Uvedené možnosti lze také s výhodou kombinovat na jedné střeše spolu s výsadbou. V každém případě je vždy vhodné preferovat osivo českého původu před nákupem ze zahraničí.



RIZIKA INVAZNÍCH ROSTLIN NA ZELENÝCH STŘECHÁCH – STRATIFIKOVANÝ PŘÍSTUP

Zelené střechy se staly populárním nástrojem pro zlepšení kvality městského prostředí, především díky svému pozitivnímu vlivu na mikroklima, úsporu energie, zadržování dešťové vody a podporu biodiverzity. Nicméně jedním z hlavních rizik, se kterým se musíme při jejich navrhování a správě potýkat, je šíření invazních rostlin. Zelené střechy jsou z ekologického hlediska zajímavý ekosystém, jelikož poměrně extrémní podmínky, které na střechách panují, do značné míry určují druhovou skladbu. Je zřejmé, že zelených střech je mnoho různých typů a závisí na míře extenzivity péče (v zásadě se liší vrstvou substrátu a možností závlahy). Když odhlédneme od rozdílů v péči zjistíme, že tyto podmínky prostředí upřednostňují druhy mající invazní potenciál. Jde buď o druhy ranných sukcesních stadií, které se snadno šíří na poměrně dlouhé vzdálenosti a mají vysokou schopnost uchycení. Nebo jde o druhy snášející sucho či přemrzání, tedy druhy se širokou ekologickou amplitudou. Invazní nepůvodní druhy často mají schopnost se v extrémních podmínkách zelené střechy uchytit, nebo se na nich (či z nich) šířit a celkově dobře prosperovat. Zelené střechy jsou ještě kvůli své vyvýšené poloze vystavené silnějšímu proudění větru, což u druhů se snadno šířitelnými semeny způsobí zvýšenou schopnost se šířit do okolí. Z tohoto důvodu je na místě sledovat výskyt invazních a potenciálně invazních nepůvodních druhů na střechách a ve výsadbách zelených střech a jejich šíření z těchto ploch bránit.



Stratifikovaný přístup k hodnocení rizik

Při posuzování rizik spojených s invazními druhy na zelených střechách je nutné zvolit tzv. stratifikovaný přístup. To znamená, že riziko invaze závisí na umístění střechy a její blízkosti k volné přírodě.

Zelené střechy v hustě zastavěných oblastech

Zelené střechy umístěné uprostřed městských aglomerací mají menší pravděpodobnost přímé invaze do okolní krajiny. Nicméně i zde se invazní rostliny mohou rychle šířit v rámci města, což může narušovat lokální ekosystémy, například městské parky nebo zahrady.

Zelené střechy na okrajích měst a v blízkosti přírody

Tyto střechy představují vyšší riziko pro okolní krajinu, protože zde hrozí snadnější přenos invazních rostlin do přilehlých přírodních ekosystémů. Proto by na těchto střechách měla být pečlivě promyšlena skladba použitého sortimentu, aby nedošlo k neúmyslnému šíření nežádoucích druhů do volné přírody.

Použití regionálního osiva

Abychom minimalizovali riziko invazí, je vhodné zejména na zelených střechách v blízkosti volné krajiny používat regionální osivo. Tato osiva pocházejí z místních ekosystémů a jsou lépe přizpůsobena místním podmínkám. Jejich použití podporuje biodiverzitu a zabraňuje šíření nepůvodních invazních druhů. Výběr



regionálního osiva rovněž pomáhá posílit ekologickou stabilitu, protože podporuje růst druhů, které jsou přirozenou součástí lokálního prostředí (viz kapitola 6).

Některé invazní druhy s potenciálem šíření na zelené střechy

Přestože se při tvorbě zelených střech klade důraz na výběr vhodných rostlin, nelze se zcela vyhnout riziku, že na střechy proniknou invazní druhy, které se již v dané oblasti etablovaly. Mezi nejčastější invazní druhy, které se na zelených střechách mohou objevit, patří například:

- » *Conyza canadensis* (turanka kanadská)
- » *Erigeron annuus* (turanka roční)
- » *Centranthus ruber* (mavuň červená)
- » *Stachys byzantina* (čistec vlnatý)
- » *Lychnis coronaria* (kohoutek věncový)
- » *Senecio inaequidens* (starček úzkolistý)

Tyto druhy se snadno šíří větrem, vodou nebo zvířaty a mohou rychle osídlit zelené střechy, pokud nejsou včas kontrolovány. Navíc mají často schopnost vytlačovat původní druhy, což ohrožuje biologickou rozmanitost.

Prevence a kontrola invazí

Aby se předešlo šíření invazních rostlin na zelených střechách, je nutné zavést preventivní opatření, jako je pravidelný monitoring a údržba. Správná péče o zelené střechy zahrnuje odstranění nežádoucích rostlin, používání lokálních osiv a sledování nově se objevujících druhů. V případě zjištění invazních druhů je třeba rychle reagovat a tyto rostliny odstranit, než se stihnou rozšířit.

Kohoutek věncový (*Lychnis coronaria*) je jedním z potenciálních druhů, které by se s oteplováním klimatem mohly začít masivně šířit. Původní a velmi vhodnou alternativou je hvozdík kartouzek (*Dianthus carthusianorum*), který v přírodě roste v suchých trávnících, stepích a na jiných výslunných stanovištích. Je tedy dobře adaptován na sucho a lehké písčité půdy. Foto: Denisa Mikešová

6

JAK VYTVOŘIT BIODIVERZITNÍ ZELENOU STŘECHU – SHRNUÍ

NÁVRH A REALIZACE BIOSDIVERZITNÍ ZELENÉ STŘECHY: DOPORUČENÝ POSTUP



Biodiverzitní střechna obsahující různá stanoviště, dřevo, pískové čočky, kameny.

Tvorba biodiverzitní zelené střechny vyžaduje mezioborovou spolupráci, zahrnující biologa, architekta, krajinářského architekta, projektanta stavby a realizační tým. K dosažení maximální ekologické hodnoty je klíčová integrace biodiverzitních principů již ve fázi návrhu. Spolupráce architekta a krajinářského architekta je klíčová od počátečního konceptu. Architekt zajišťuje, aby návrh zelené střechny respektoval technické a statické požadavky budovy, zatímco krajinářský architekt se (ve spolupráci s biologem) více zaměřuje na druhovou specifikaci a rozmístění vegetačních prvků a zároveň zpracovává plán péče o vegetaci na zelené střeše.

Projektant přenáší vize architekta a krajinářského architekta do konkrétních technických řešení. Jeho úlohou je zajistit, že technické parametry střechny, jako je nosnost, izolace a odvodnění, budou kompatibilní s navrženými ekosystémovými prvky. V případě rekonstrukce starších budov je nutné věnovat zvláštní pozornost statickým omezením a upravit návrh podle stávajících podmínek. Při realizaci je zásadní přesně dodržet projekt, zejména pokud jde o specifikace substrátu a umístění ekologických prvků. Realizátor má na starosti správné vrstvení substrátů, správné zasazení rostlin a instalaci dalších prvků, jako jsou hmyzí hotely nebo mrtvé dřevo, které vytvářejí úkryty a stanoviště pro různé organismy.

Pro dlouhodobou funkčnost biodiverzitní zelené střechny je nezbytná pravidelná péče a údržba. Péči o vegetaci na zelených střechnách lze rozdělit podle dvou základních kritérií – podle času, který uplynul od založení zelené střechny a podle typu zelené střechny.

V období po založení zelené střechny se provádí takzvaná rozvojová neboli dokončovací péče, která se zaměřuje na podporu nově založené vegetace. Jakmile vegetace spolehlivě zakoření, nastupuje období udržovací neboli následné péče.

Důrazně lze doporučit, aby byly uzavírány smlouvy o péči a údržbě a odborném dohledu včetně stanovení dlouhodobé koncepce ze strany projektanta odpovídajícího za projekt a prováděcí firmy, a to minimálně na dobu platnosti záruky.

Zelené střechny v kontextu širší zelené infrastruktury

Zelené střechny se mohou stát důležitou součástí komplexní sítě zelené sídelní infrastruktury, která zahrnuje například i parky, zelené koridory a soukromé zahrady. Tato síť usnadňuje pohyb a šíření volně žijících organismů, čímž podporuje biodiverzitu v širším měřítku. Při návrhu je vhodné zohlednit stávající obecní plány a strategie, Územní systém ekologické stability, plány adaptace na změnu klimatu a systémy hospodaření s dešťovou vodou, aby zelené střechny zapadaly do širšího ekologického rámce.

Navrhování zelených střech pro cílové druhy

Návrh biodiverzitní střechy může vycházet vstříc specifickým potřebám vybraných cílových druhů. Výběr těchto cílových druhů by měl vycházet z analýzy místního druhového fondu, ekologických hledisek a sociokulturních faktorů, včetně preferencí a obav obyvatel. Takové zelené střechy pak nemusí vynikat vysokým počtem druhů, ale výskytem několika málo druhů, například rostlin a hmyzu vázaných na stanoviště mizející z volné krajiny, jako jsou skalnaté stepi či písčné přesypy.

Stavebně-technické předpoklady

Standardy pro navrhování, provádění a údržbu zelených střech (SZÚZ, 2019)

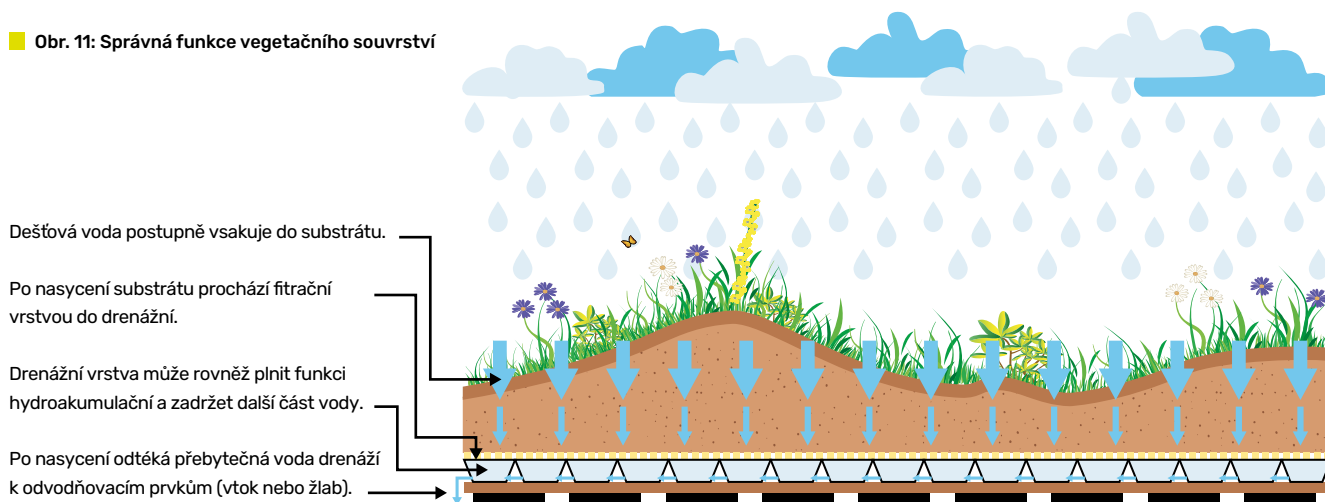
uvádějí základní stavebně-technické předpoklady pro realizaci zelených střech obecně. Pro biodiverzitní zelené střechy platí tyto předpoklady stejně. Nejdůležitější roli hrají dvě oblasti: statika a hydroizolace.

Zelená střecha zatěžuje konstrukci podle druhu vegetace: extenzivní střechy o mocnosti souvrství 10 cm představují pro střechu stálé zatížení zpravidla 110–150 kg/m², střechy s luční vegetací 200–250 kg/m² a intenzivní střechy až nad 300 kg/m². Biodiverzitní střecha má zpravidla výškově modelovaný povrch a tím i rozdílnou hmotnost vegetačního souvrství na různých místech střechy. Na statiku mají vliv i další abiotické prvky instalované na střechu (písek, kameny, mrtvé dřevo, dočasné vodní prvky apod.), jejichž hmotnost při maximálním nasycení je také třeba vzít

v potaz. Rozmístění těžších prvků může korespondovat s umístěním nosných konstrukcí pod střechou (stěny, sloupky apod.). Střecha musí mít dostatečnou nosnost, aby všechny navržené prvky unesla.

Druhým základní předpokladem je hydroizolace odolná proti prorůstání kořenů, což dokládají certifikáty dle FLL nebo ČSN EN 13948 uvedené v technickém listu materiálu. Pod zelené střechy se používají nejčastěji asfaltové pásy ve více vrstvách, EPDM, TPO/FPO nebo PVC nebo další fólie. V některých zemích se PVC fólie nedoporučují nebo zakazují kvůli obsahu toxických změkčovadel a zátěži pro životního prostředí. Před realizací zelené střechy je v každém případě vhodné provést zkoušku těsnosti hydroizolace.

Obr. 11: Správná funkce vegetačního souvrství



VEGETAČNÍ SOUVRSTVÍ BIODIVERZITNÍ ZELENÉ STŘECHY

Nad střešní hydroizolací jsou již všechny vrstvy prokořenitelné a musí rostlinám poskytovat dlouhodobé a funkční prostředí pro život. Obecná skladba vegetačního souvrství je popsána ve *Standardech pro navrhování a provádění zelených střech* a platí i pro biodiverzitní zelené střechy.

Vlastnosti substrátu

Klíčovou součástí vegetačního souvrství je substrát a jeho parametry, z nichž

pro druhovou pestrost hrají zásadní roli následující:

Nízký obsah dusíku a hodnota pH:

Nízký obsah dusíku (<50 mg/l) zabraňuje nadměrnému růstu a dominanci určitých druhů. Ačkoli většina přirozených stanovišť pro cílové rostliny má pH v rozmezí 3,9 až 6,1, uvádí se, že účinné mohou být i substráty s pH až 7,5.

Maximální vodní kapacita: Substrát by měl mít v ideálním případě vodní kapacitu

(MVK) přibližně 30–40 % obj., tzn. 1 m² substrátu by měl zadržet přibližně 35 litrů vody, aby bylo zajištěno přežití rostlin v období sucha. Je možné použít více substrátů s přerušením kapilarity a minimalizovat tak ztráty odpařováním. Drenážní vrstva s velkým objemem pomáhá maximalizovat zadržování vody a zároveň umožňuje odtok přebytečné vody.

Příprava výsevního lůžka: Vhodné výsevní lůžko je pro úspěšné zakořenění



roślin ze semen zásadní. Substrát by měl mít maximální velikost zrn 14 mm a konzistentní zrnitost, aby se vytvořilo jemné výsevní lůžko. Pokud je použit hrubozrnný substrát, je možné do horních 2–4 cm substrátu zapracovat tenkou vrstvu organického mulče (např. kompostu).

Zakládání vegetace

Jsou definovány různé úrovně původu rostlin, od místního (v rámci stejné přírodní oblasti) po regionální a další, přičemž místní zdroje jsou z hlediska ochrany přírody nejžádanější. Je důležité používat rostlinný materiál vhodného původu, aby se zachovala regionální biologická rozmanitost a zabránilo se zavádění nepůvodních druhů. Vegetaci na biodiverzitní zelené střeše je možné založit následujícími metodami:

Přenos drnů nebo sena

Metoda přenosu drnů nebo sena spočívá v přesunu rostlinného materiálu (semen, vegetativních částí rostlin, mechů či lišejníků), přímo z vhodných zdrojových lokalit ve stejném regionu na nové plochy určené k ozelenění. Klíčové je správné načasování tohoto procesu a zajištění vhodného poměru mezi zdrojovou plochou a plochou, kam je materiál přesouván, aby bylo dosaženo úspěšného zakořenění a rozvoje vegetace. Důležité je také, aby byla vhodná zdrojová lokalita v blízkosti realizované stavby.

Výsev semen původních volně rostoucích rostlin

Výsev je nejjednodušší metodou s použitím komerčně dostupných směsí semen původních druhů rostlin. Doporučuje se hustota výsevu minimálně 1 g/m², pro vytvoření semenné banky je vhodné použít

hustotu vyšší (1,5–2 g/m²). Doporučuje se také omezit podíl travních semen ve směsi, zejména u střeš s dobrou dostupností vody, aby nedošlo k dominanci trav. Optimální načasování výsevu je konec léta nebo začátek podzimu, výsevu předchází příprava seťového lůžka a mělo by být dosaženo rovnoměrného rozložení osiva.

Výsadba

Je možné také sázet předem vypěstované rostliny za předpokladu, že byly při množení používány vhodné substráty chudé na živiny a rostliny projdou „otžovací“ fází před jejich výsadbou na střechu. Rostliny musí být předpěstovány v substrátech obsahujících převážně minerální složky. Trvalky pěstované v jílovitých půdách jsou pro zelené střechy nevhodné. Pro extenzivní zelené střechy jsou zpravidla vhodné pouze trvalky v plochých nebo malých balech.

HETEROGENITA STANOVIŠTĚ

Rozmanitost stanoviště předurčuje rozmanitost flóry a fauny. Prvky, které zvýší ekologickou hodnotu zelených střeš mohou mít následující funkci a podobu:

Zdroje vody

Zelené střechy mohou být navrženy tak, aby obsahovaly mělké misky nebo strategicky umístěné odtokové otvory, které sbírají dešťovou vodu a poskytují pitnou vodu ptákům a hmyzu. Je možné uvažovat nad alternativními postupy, například využití dešťové vody shromážděné ze střeš pro přízemní vodní prvky.

Možnosti hnízdění

Integrace hnízdních budek pro vrabce domácí a další druhy jim může poskytnout chybějící hnízdní příležitosti. Tyto budky by měly být strategicky umístěny tak, aby nedocházelo k rušení lidskou činností nebo k predaci (např. kočkami či kunami).

Možnosti úkrytu

Vytváření hromad klád, kamenů nebo míst s hustou vegetací může poskytnout útočiště ptákům nebo ježkům (je-li střecha napojena na okolní terén). Pařezy nebo kmeny s větvemi umístěné na slunných a suchých

místech mohou poskytovat úkryt, hnízdiště a stanoviště pro různé organismy, včetně volně žijících včel, mechů a lišejníků. Také čoky vytvořené z jemného písku mohou sloužit jako hnízdiště pro volně žijící včely. Nutná je jejich dostatečná hloubka pro vybudování zemních hnízd. Hnízdní pomůcky pro blanokřídlé lze postavit ze svazků stonků rostlin různého průměru (např. rákosu a bambusu) a měly by být umístěny alespoň 30 cm vysoko na závětrných místech s ochranou před deštěm.

Vždy je však důležité posoudit nosnost střešy a potenciální nebezpečí plynoucí z hromadění spalitelného materiálu.

Bezpečnost a údržba

Zajištění bezpečnosti obyvatel, zejména dětí, je prvořadé. To vyžaduje pečlivou rozvahu při navrhování a umístění vodních prvků, hromad kmenů a dalších stanovišť. Kromě toho je nezbytná pravidelná údržba, která zaručí funkčnost těchto prvků a zabrání šíření nežádoucích nebo invazivních druhů.

Plochy vytvořené z jemného písku mohou sloužit jako hnízdiště pro volně žijící včely.



ÚDRŽBA A PÉČE O BIODIVERZITNÍ ZELENÉ STŘECHY

I přes optimální návrh zůstává zelená střecha "živým ekosystémem", a proto je péče po jejím dokončení klíčová pro dosažení a dlouhodobé udržení zamýšlených ekologických cílů. Jsou-li splněny stavební a vegetační podmínky, lze s minimální údržbou zachovat kvetoucí a druhově pestrá vegetace. Pokud byla střecha ponechána bez jakékoli údržby, může dojít ke ztrátě druhové rozmanitosti a ekologické hodnoty. Cíle údržby a jednotlivé položky péče, za které je zodpovědný dodavatel, by měly být popsány ve smluvních podmínkách. Zatímco rozvojová péče se zaměřuje na podporu rychlého a zdravého růstu nově vysazené vegetace, udržovací péče se soustředí na dlouhodobé udržení zdraví a vitality rostlin. Oba typy péče vyžadují pravidelné sledování a přizpůsobení podle aktuálních podmínek.

Dokončovací péče

Po realizaci zelené střechy nastává období dokončovací péče, která obvykle pokračuje až do dosažení stavu vhodného k předání, což trvá přibližně 12–15 měsíců. Pro optimální růst je důležité, aby substrát během klíčení a vývoje semenáčků zcela nevyschl. Ranní rosa a mírné srážky na konci léta a během podzimu obvykle poskytují dostatek vlhkosti.

V závislosti na konstrukci střechy a místních podmínkách může však být při dlouhotrvajícím suchu nezbytné dodatečné zavlažování (čerstvá voda, šedá voda, dešťová voda nebo podzemní voda). K tomuto účelu je třeba už při projektování a výstavbě zajistit přívod vody, aby nedošlo k úplnému úhynu vegetace. V této fázi by se však neměla vegetace nadměrně zavlažovat či hnojit, protože tato opatření by mohla oslabit odolnost rostlin vůči suchu a vést k vyššímu úhynu rostlin v budoucnu.

Při vlhkém počasí může v prvních letech na substrátech s vyšší dostupností vody a živin dojít k masivnímu růstu rychle se šířících druhů, jako jsou některé druhy jetelů (např. jetel ladní). V případě silné dominance těchto druhů je vhodné provést

sečení ještě před jejich vysemeněním a následně odstranit veškerou biomasu. Tím se zlepší světelné podmínky pro kompetičně slabší druhy.

Na některých místech může dojít k nerovnoměrnému výsevu nebo poškození suchem. Menší plochy bez vegetace mohou být ponechány jako otevřená



mikrostanoviště, která přirozeně doplňují mozaiku stanovišť. Rozsáhlejší holá místa by však měla být doseta vhodnými druhy rostlin.

Udržovací péče

Jsou-li stavební a vegetační podmínky správně nastaveny, lze i s minimální péčí udržet kvetoucí a druhově bohatý vegetační pokryv. Podle typu vegetace a cílů péče je třeba biodiverzitní střechu prohlédnout 2–4 krát ročně, odstranit nežádoucí porost (zejména invazní druhy a náletové dřeviny), pokosit vysoké porosty a zkontrolovat a případně vyčistit odvodňovací zařízení. Sekat by se mělo až po odkvětu rostlin a posečená biomasa musí být ze střechy odstraněna. U velkých střešních ploch je nejlepší provádět sečení jednotlivých částí postupně, aby hmyz měl stále možnost část střechy využívat pro svůj život.

Hnojení by mělo být prováděno s citem – k podpoře a udržení druhové rozmanitosti obvykle postačuje jedna dávka NPK hnojiva s dlouhodobým účinkem v dávce 5g/m² dusíku ročně.

V závislosti na konstrukci střechy a místních podmínkách může být při dlouhotrvajícím suchu nezbytné jednorázové

Cíle údržby a pracovní úkony musí být popsány již v projektu. Je potřeba péči přizpůsobovat stavu střechy a aktuálním podmínkám.

dodatečné zalití i několik let po založení střechy.

Biodiverzitní prvky (kamenné hromady, písčité plochy, vodní prvky) je nutné pravidelně zbavovat nežádoucího porostu a znečištění. Prvky pro hnízdění hmyzu a ptactva je třeba pravidelně kontrolovat, případně vyčistit nebo vyměnit.

Investor i projektant musí mít na paměti, že i při nejlepší údržbě a péči bude biodiverzitní zelená střecha podléhat přirozené sukcesi, takže v průběhu let může docházet k proměnám ve složení vegetace. Zohlednění tohoto vývoje umožňuje přizpůsobit péči aktuálním podmínkám a maximalizovat ekologickou hodnotu střechy.



7

PŘÍKLADY DOBŘE PRAXE

ZELENÁ STŘECHA PAVILONU GORIL V ZOO PRAHA – CESTA K ZAČLENĚNÍ MODERNÍCH BUDOV DO KRAJINY

Trojská kotlina na severu Prahy poskytuje dramatickou podívanou vymodelovanou ze skal tisíce let vytrvalé práce proudu Vltavy. Díky své členité přírodní kráse přitahovala pozornost našich předků toužících přenést přírodu dalekých krajů i do srdce střední Evropy. Tak vznikla na rozsáhlých plochách skal, roklí, náhorních plošin, lesů i stepí botanická a zoologická zahrada. Na úpatí vršku se středověkou usedlostí Sklenářka byl před čtyřmi lety postaven obří pavilon goril, jenž svým oblým organickým tvarem toužil nenarušit dílo největšího krajinářského architekta – přírody. Mohla by ale monumentální architektura stavby splýnout s okolními loukami bez nástrojů zahradníka?! Jak vhod a nenahraditelně nám posloužila technologie zelených střech...

Ideové limity

Právě navázání na okolní zvlněnou krajinu vnuklo střeše tvar jakési zelené vlny plynoucí ve dvou sklonech do 5° o výměře 1100 m² a nad 5° s plochou 806 m². Kromě krajinné propojenosti určila střeše ekologický limit samotná blízkost kaňonu Vltavy, jenž je typický mnoha xerothermními společenstvími ve stepních a skalních biotopech sdružených do přírodního parku Draháň – Trója. Celou oblast zpracovalo fytoecologicky již mnoho botaniků, vybrat tedy identické druhy pro střechu nebyl problém...stačilo jen je získat.

Flóra

Orientace střechy vytvořila dva tematické celky. Úzký pás podél návštěvnické trasy, navazující na výsadby s africkou tematikou a rozsáhlejší oblast související s blízkými původními stepními biotopy. Do celoplošného základu stepních druhů logicky založenému především travinami rodu *Festuca* a *Stipa* byly dosazeny exotické druhy jako je africký *Penisetum macrourum*. Naopak neafrickou část obohatili dosadby hvozdíku *Dianthus carthusianorum* či hlaváče *Scabiosa ochroleuca* vypěstovaných v programu Odboru životního prostředí hl. m. Prahy Regionální pražská směs. Vlastní plošný základ porostu byl založen hydroosevem ze směsi od firmy Agrostis Trávníky. Část okolních ploch navazujících na střešní plášť byla založena jiným typem



■ Letecký snímek na krajinný ráz v prvním roce po založení, v 2021

osevní směsi od firmy Planta Naturalis a metodou výdrolu ze sena sklizeného na samotné střeše. Na „náhorní plošně“ umožnila vyšší mocnost substrátu výsadbu domácích druhů dřevin vyskytujících se v keřových lemech blízkého okolí, např. *Prunus spinosa*. Tyto druhy do budoucna pomohou zakrýt pohledově výrazné světlíky a světlovody.

Letecký snímek po nafoukání substrátu, květen 2020



Fauna

Sousedství stepních biotopů a zapálených entomologů vyvolala rychlou reakci. Extenzivní střechy se svou rostlinnou skladbou, a především počáteční nezapojeností vegetačního pokryvu vytváří prostor pro vývoj specializovaných stepních druhů bezobratlých. Průzkum (Ing. Vladimír Hula, Ph.D., MENDELU) v krátké době objevil druhy v Červeném seznamu ČR klasifikované jako ohrožené. Například modrásek jehlicový, který

dle názoru entomologů střechy zásadně neobsazuje. Podobně překvapil objev pro umělé biotopy vzácného druhu pavouka plachetnatky, typického pro zachovalé stepní biotopy či běžníka květomilného. Obratem vznikl požadavek na dosadbu rozchodníků *Hylotelephium maximum* poskytujících hostitelské prostředí ohroženému modrásku rozchodníkovému. Okolí usedlosti Sklenářka již mnoho let hostí reintrodukční aktivity Zoo Praha směřující k návratu kriticky ohroženého sysla obecného do trojské kotliny, který se zde ještě v 60. letech běžně vyskytoval. I pro tyto milé chlupaté organismy střecha nabídla vhodné prostředí. Naštěstí zádržný protierozní systém prozatím poskytuje pouze omezený požitek pro tvorbu nor, ty spíše vznikají v založených loukách přechodu střechy do přirozeného půdního profilu.

Technologické řešení

Vegetační souvrství je založeno jako intenzivní o mocnosti substrátu na šikminách 15 cm a na rovinách až 40 cm. Do 5° sklonu skladbu zajišťuje vododržný systém ND 5+1 od firmy Agro CZ a nad 5° technologií firmy Optigreen s komůrkovými polystyrenovými deskami FKD 58 SD a AL zádržným systémem lišt VFL 200. Substrát I licht Optigreen transportovaly cisterny pneumatickým dopravníkem. Plošný osev byl realizován metodou hydroosevu. Doplnění – obohacení sortimentu pak bylo řešeno dosadbou v kontejnerech K9 a minisadbě v sadbovacích platech.

Managementem péče k spontánní biodiverzitě

Střešní zeleň na pavilonu goril plánujeme využít nejen jako estetický krajinný prvek či území příznivě ovlivňující mikroklima města, tradiční funkce naplňující poslání zelených střech, ale i jako centrum biodiverzity posilující okolní stepní společenstva o další refugia. Z tohoto hlediska vzniká požadavek na rozdílnou péči s odlišným výsledkem. Nezapojenost porostu s volným půdním povrchem...cíl odlišný od standardních zahradnických.



Celkový pohled s usedlostí Sklenářka v červnu 2022





Dosadba hostitelské rostliny *Hylotelephium maximum* pro modráska rozchodníkového. U báze snaha sysla obecného o vytvoření nory.

Dianthus carthusianorum ve vzniklých mikrorefugiích



Cíl dávající životní prostor stepním druhům hmyzu i sukcesi, v podobě samovýsevu doplňkových dvouděložných bylin. Travniny překvapivě obsazují půdní kryt tak intenzivně, že je nutné výše popisovaná mikrorefugia vytvářet uměle. Byly použity techniky údržby travních porostů pomocí plotostřihu, vertikutátoru, strunového vyžínače a sekačky s nižší výškou seče a s různým termínem i četností zásahu během roku. Výsledky nejsou zcela průkazné, pokus probíhá teprve první vegetační období, ale je zřejmé, že vyššího narušení drnu je dosahováno vyžínačem se strunou v jarním období a s tendencí zasahovat výrazně do báze travního

polykormonu. Během července, těsně před vymetáním kostřav, dochází k seštrihu jejich stébel plotostřihem v takové výšce, aby byly ponechány květní stonky hvozdíků. Smyslem je omezení samovýsevu kostřav a možnost dozrání semen hvozdíků. Jedním z neposledních způsobů, jak snížit tvorbu biomasy je omezení dotace vody závlahou. Zavlažovací systémem rozvedený kapkovací hadicí mělce pod povrchem půdy pomohl dobrému prokořenění krátce po založení, nyní je po většinu roku mimo provoz.

Závěr

Jak je zřejmé z výše uvedeného lze střešní zeleň chápat i jako nástroj ke zvýšení biodiverzity nejen v oblasti flóry, ale sekundárně i v říši živočišné. Díky disturbantnímu způsobu údržby travního

drnu pozorujeme nárůst dvouděložných klíčnicích rostlin, především hvozdíků a mateřídoušek. Vytvářením prostoru dáváme šanci rozvoji...

Autor: Eduard Chvosta
Autoři fotografií: Mgr. Miloslav Bobek, Petr Hamerník, Ing. Kateřina a Eduard Chvostovi

■ Průzkum na střeše, srpen 2024



Článek byl uveřejněn v časopisu Inspirace 3/2023

Zoo Praha – Rezervace Dja, pavilon goril

1. MÍSTO V SOUTĚŽI ZELENÁ STŘECHA ROKU 2023

Investor:

Zoologická zahrada hl. m. Prahy

Zhotovitel:

GARPEN ZAHRADNICKÁ spol. s r.o.

Autoři projektu: ABM architekti, Ing.

Eduard Chvosta, Ing. Maxim Turba

Další zhotovitelé: STRABAG a.s.

(generální dodavatel), Ing. František Kolářský – závlahové systémy

STŘECHA JAKO REFUGIUM PRO PŘÍRODU A ZOOLOGA

Vltava opouští Prahu úzkým skalnatým kaňonem. Na strmých svazích díky své nepřístupnosti přežívají ostrůvky přirozené původní fauny a flóry...suchomilná teplomilná společenstva skalních výchozů. V samotném hrdle soutěsky naši předkové umístili dvě oázy přírody – zoologickou a botanickou zahradu. A právě v zoologické zahradě hl. m. Prahy se naskytla možnost nabídnout přírodě i člověku refugium – útočiště bezpečného divokého pobývání v okolní upravené krajině.



Květen 2021

intenzivní. Středová plocha naléhající přímo na vstup z kanceláře ředitele Zoo, obklopená výše zmíněnou zelení, byla

Listopad 2018. Rozmístění rostlin před výsadbou v části s mocností substrátu 65 cm

Záměr

Výzvou bylo skloubit několik funkcí vytyčených pro danou ideu:

- » Propojit biotopové střechu s nejbližším okolím – přírodním parkem Drahaň - Trója, významným krajinným prvkem Sklenářka či PP Salabka.
- » Vytvořit oázu pro druhy hmyzu a rostlin obývajících okolní skalní výchozy.
- » Napodobit pomocí identických materiálů skutečnou tvář blízkých biotopů.
- » Nastartovat sukcesí správným směrem.
- » Vytvořit důstojné prostředí pro práci zoologa – ředitele zoologické zahrady.

Ideové řešení

Vzhledem k předobrazu v okolních skalních výchozech a na nich vzniklých stepích a vřesovištích bylo zřejmé výsledné řešení. Střechu lze rozdělit do tří funkčních zón. Plocha prezentující skalní



výchozy mulčovaná místním navětralým kamenivem byla založena jako extenzivní s menším půdním profilem. Část ztvárnějící vřesoviště s okraji stromového porostu můžeme klasifikovat jako střechu

Detail dokončené výsadby včetně kamenného mulče a dřevěných parkosů.





Popis lokality, situace

Střecha se nachází ve druhém patře administrativní budovy Zoo Praha z roku 1932 situované u Trojského zámku. Expozice je jižní, od severu chráněná posledním patrem budovy. Dříve se zde nacházela zelená střecha založená v 90. letech minulého století. Pro pokračilou neřízenou sukcesi, estetické řešení poplatné době a v neposlední řadě kvůli statickým problémům bylo nutné přikročit k radikálnímu řešení. Statický posudek zpracovaný před zahájením prací navrhl vynesení nové železobetonové podlahy o tloušťce 70 mm, které bylo zrealizováno.

Technické řešení

Standardní skladbu pro extenzivní střechy tvoří fólie proti prorůstání kořenů, ochranná textilie 300 g/m², kalíšková perforovaná fólie o tloušťce 20 mm, separační folie 105 g/m², extenzivní substrát bez příměsí rušivých barevných součástí (stavební recyklát) v mocnosti 15 cm a v intenzivní části 65 cm, mulčo-

■ První sezóna – květen 2019. Dokončená pobytová paluba s pohledem na extenzivní část.

■ Duben 2022, čtvrtá sezóna

založena jako pobytová v podobě dřevěné paluby, se stolem a židlemi. Celý prostor střechy je lemován zábradlím se skleněnými výplněmi umožňujícími plné oslunění rostlin i pohled do samotné zoologické zahrady.



Duben 2022, objevují se první semenáče *Pulsatilla pratensis*. V pozadí *Aurinia saxatilis*

vaný erodovaným prachovcem různých frakcí z místních zdrojů. Strom (*Pinus sylvestris*) byl kotven za bal pomocí ráčien kotvených na KARI síť pod balem. Kapková závlaha je řízená automatickým ovládáním. Dřevěná paluba je kotvená na vynášecí terče. Materiály na střechu byly transportovány pomocí vrátku na fasádě budovy.

Vegetace

Dřevitému patru dominuje v intenzivní části *Pinus sylvestris* vybraná jako solitéra s pokřiveným kmenem, která bude během následné péče prořezávána japonskými technikami. Keřové patro tvoří *Crataegus monogyna*, *Cornus mas*, *Prunus spinosa*, *Viburnum opulus*, *Eonymus europaeus*. Bylinné patro zastupují z dřevin *Calluna vulgaris*, z travin *Festuca valesiaca* a *Stipa capillata*, z časně jarně kvetoucích bylin *Adonis vernalis*, *Pulsatilla pratensis*, *Aurinia saxatilis*, z letních například *Dianthus carthusianorum*, *Hieracium pilosella*, *Thymus praecox*, *Aster linosyris*, *Salvia nemorosa*. Pro zpestření konce zimy byl přidán z české krajiny mizející *Crocus albiflorus*.

Červen 2022, čtvrtá sezóna, sukcese stabilizována.



Závěrem o řízené sukcesi

Je velice zajímavé pozorovat změny. Vegetace již prožívá svou několíkatou sezónu a každým rokem mění svou tvář. Prvním létem převládaly samovýsevy orlíčků, kostřav, které musely být zkráceny, neboť

by potlačily méně konkurence schopné semenáče kartouzků či mateřidousky. Až se objeví semenáčky konikleců či dokonce hlaváčků, bude pravdivý obraz přírody dokonán a zahradník konečně spokojen.

Autor: Eduard Chvosta

Foto: Petr Hamerník a archiv Zoo Praha



ZOO Praha – administrativní budova

2. MÍSTO V SOUTĚŽI ZELENÁ STŘECHA ROKU 2022

Místo realizace: Zoologická zahrada hl. m. Prahy, U Trojského zámku 120/3, Praha 7 – Trója

Zhotovitel:

Zoologická zahrada hl. m. Prahy

Autor projektu: Ing. Eduard Chvosta

Investor:

Zoologická zahrada hl. m. Prahy

Výměra: 65 m²

Realizace: 2019



8

ZÁVĚR

Biodiverzitní zelené střechy mají být navrženy tak, aby napodobovaly přírodně cenná stanoviště a podporovaly širokou škálu volně žijících druhů, včetně druhů ohrožených a chráněných. Tyto střechy jsou dnes uznávány jako důležitý nástroj pro ochranu přírody a splňování cílů místních plánů biologické rozmanitosti v městském prostředí.

Opatření podporující biodiverzitu však mohou být veřejností vnímána negativně, jako projev zanedbanosti nebo neuklizenosti daného místa. Řešení tohoto problému vyžaduje jasnou komunikaci s obyvateli, vysvětlující ekologický účel a přínosy zvolených opatření. Veřejnost může lépe přijmout biodiverzitní opatření, které je vysvětleno pomocí informačních tabulí. Optimální je v exponovaných místech navrhovat esteticky příjemné plochy zeleně rezonující jak s potřebami lidí, tak i volně žijících organismů.

Pravděpodobnost dlouhodobého úspěchu zvyšuje aktivní zapojení obyvatel či uživatelů dané budovy do výběru cílových druhů a procesu navrhování biodiverzitní zelené střechy. Tento participativní přístup může snížit potenciální konflikty a podpořit pocit vlastnictví a správy. Pro udržitelnost biodiverzitních zelených střech je potřeba neustálý přenos znalostí mezi zainteresovanými stranami, který překlenuje propast mezi ekologickými a sociálními hledisky.

Správně navržené biodiverzitní střechy přinášejí mnohem větší přínosy pro biodiverzitu, zelenou infrastrukturu a estetickou hodnotu ve srovnání s běžnými rozhodníkovými střechami, a přesto zůstávají relativně lehkou stavební konstrukcí. Biodiverzitní střechy lze instalovat jak na novostavby, tak dodatečně na stávající budovy, přičemž vhodný návrh řešení plynoucí ze spolupráce krajinářských architektů s biologiy maximalizuje jejich ekologický potenciál.

Komunitní zelená střecha na bývalých skladech. Původně textilní továrna u Zbrojovky Brno, později chátrající budova na brownfieldu. V industriálním duchu ji zrekonstruovali tři kamarádi a projekt s jedinečnými loftovými byty dostal název DADA Distrikt. Společenský prostor na střeše umožňuje obyvatelům příjemné posezení či pěstování plodin ve vyvýšených záhonech. Celkový výraz střechy měl působit jako náhodná směs všech vzájemně prorůstajících druhů rostlin. Při realizaci pomáhali i sami majitelé bytů, kteří o zelenou střechu také pod odborným dohledem pečují a náramně si jí považují. Autoři projektu: GreenVille service s.r.o. - Ing. Vendulka Vaněčková (zelená střecha), KOGAA Studio (budova); Investor: DADADISTRIKT s.r.o.; Zhotovitel: GreenVille service s.r.o.; Výměra: 400 m²; Realizace: 5/2020; 1. místo v soutěži Zelená střecha roku 2022. Foto: Erika Voight



SEZNAM LITERATURY

- Apfelbeck, B. a další. 2019. ANIMAL-AIDED DESIGN IM WOHNUMFELD – Einbeziehung der Bedürfnisse von Tierarten in die Planung und Gestaltung städtischer Freiräume, Kassel & München: Universität Kassel & Technische Universität München.
- Arabi, Roozbeh & Shahidan, Mohd & Mustafa Kamal, Marwizan & Jaafar, Mohamad Fakri Zaky & Rakhshandehroo, Mehdi. (2015). *Considerations for plant selection in green roofs* (Vol. 8).
- Arabi, Roozbeh & Shahidan, Mohd & Mustafa Kamal, Marwizan & Jaafar, et al. (2015). CONSIDERATIONS FOR PLANT SELECTION IN GREEN ROOFS. ALAM CIPTA, International Journal of Sustainable Tropical Design Research and Practice. 8. 10-17.
- Arabi, R., Shahidan, M., Kamal, M. S., Jaafar, M., & Rakhshandehroo, M. (2015). Mitigating Urban Heat Island Through Green Roofs. *Current World Environment*, 10 (Special-Issue1), 918–927.
- Baryla, A. M. (2019). Role of drainage layer on green roofs in limiting the runoff of rainwater from urbanized areas. *Journal of Water and Land Development*, 41(1), 12–18.
- Braaker, S., Obrist, M. K., Ghazoul, J., & Moretti, M. (2017). Habitat connectivity and local conditions shape taxonomic and functional diversity of arthropods on green roofs. *Journal of Animal Ecology*, 86(3), 521–531.
- Brenneisen, S. (2003). The benefits of biodiversity from green roofs—key design consequences.
- Brenneisen, S. (2006). *Space for Urban Wildlife: Designing Green Roofs as Habitats in Switzerland* (Vol. 4).
- Buckland-Nicks, M., Heim, A., & Lundholm, J. (2016). Spatial environmental heterogeneity affects plant growth and thermal performance on a green roof. *Science of the Total Environment*, 553, 20–31.
- Burian a kol. (2019). Vegetační souvrství zelených střech: Standardy pro navrhování, provádění a údržbu. Sekce zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně, 2019
- Caldwell L., M. M., Sandra Díaz Cordoba, U., Gerhard Heldmaier Marburg, A., Robert Jackson, G. B., Lange, O. L., Mooney, H. A., Schulze Jena, E.-D., & Ulrich Sommer Kiel, G. (2015). *Ecological Studies Analysis and Synthesis Volume 223 Series Editors*.
- Dostal, P., Machač, J., Dubová, L., Louda Jiří. Způsoby systémové podpory výstavby zelených střech. Brno: Odborná sekce Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně.
- Dostalová, Jitka et al. 2021. Zelené střechy: souhra architektury s přírodou. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-1326-2.
- Dromgold, J. R., Threlfall, C. G., Norton, B. A., & Williams, N. S. G. (2020). Green roof and ground-level invertebrate communities are similar and are driven by building height and landscape context. *Journal of Urban Ecology*, 6(1).
- Dunnett, N., & Kingsbury, N. (2008). *Planting green roofs and living walls*. Timber press.
- Dusza, Y., Kraepiel, Y., Abbadie, L., Barot, S., Carmignac, D., Gendreau, E., Lata, J.-C., Meriguet, J., Motard, E., & Raynaud, X. (2020). *Plant-pollinator interactions on green roofs are mediated by substrate characteristics and plant community composition*.
- Fabián, D., González, E., Sánchez Domínguez, M. V., Salvo, A., & Fenoglio, M. S. (2021). Towards the design of biodiverse green roofs in Argentina: Assessing key elements for different functional groups of arthropods. *Urban Forestry and Urban Greening*, 61.
- Gedge, D. et al. *Creating green roofs for invertebrates: A best practice guide*. Buglife – The Invertebrate Conservation Trust.
- Gonsalves, S., Starry, O., Szallies, A., & Brenneisen, S. (2022). The effect of urban green roof design on beetle biodiversity. *Urban Ecosystems*, 25(1), 205–219.
- Harris, B. A., Poole, E. M., Braman, S. K., & Pennisi, S. V. (2021). Consumer-Ready Insect Hotels: An Assessment of Arthropod Visitation and Nesting Success. *Journal of Entomological Science*, 56(2).
- Hien, W., Puay Yok, T., & Yu, C. (2007). Study of thermal performance of extensive rooftop greenery systems in the tropical climate. *Building and Environment*, 42(1), 25–54.
- Hooper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., a další (2005). „Effects Of Biodiversity On Ecosystem Functioning: A Consensus Of Current Knowledge.” *Ecological Monographs* 75(1): 3–35.
- Hui, S. C. M., & Chan, M. S. CH. (2011). Integration of green roof and solar photovoltaic systems. *Integrated Building Design in the New Era of Sustainability*.
- Knapp, S., Schmauck, S., & Zehnsdorf, A. (2019). Biodiversity impact of green roofs and constructed wetlands as progressive eco-technologies in urban areas. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 20). MDPI.
- Köhler, M., Schmidt, M., Laar, M., Wachsmann, U., & Krauter, S. (2002). *Photovoltaic-panels on greened roofs positive interaction between two elements of sustainable architecture*.
- Li, M. P., Steele, S., & Buffam, I. (2020). Effects of heterogeneity in solar exposure and soil moisture on the distribution of green roof plant functional groups. *Journal of Living Architecture*, 7(2).
- Lundholm, J., & Heim, A. (2020). Spatial heterogeneity as a driver of biodiversity on green roofs. *Journal of Living Architecture*, 7(5), 5–18.
- MacIvor, J. S. (2016). Building height matters: nesting activity of bees and wasps on vegetated roofs. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 62(1–2), 88–96.
- MacIvor, J. S., Ranalli, M. A., & Lundholm, J. T. (2011). Performance of dryland and wetland plant species on extensive green roofs. *Annals of Botany*, 107(4), 671–679.
- Madre, F., Vergnes, A., Machon, N., & Clergeau, P. (2013). A comparison of 3 types of green roof as habitats for arthropods. *Ecological Engineering*, 57, 109–117.
- Mann, G. 2018. *BuGG-Fachinformation „Biodiversitätsgründach“: Grundlagen, Planungshilfen, Praxisbeispiele*. Bundesverband GebäudeGrün e.V. (BuGG).
- Mills, W. P., & Rott, A. (2020). Vertical life: impact of roof height on beetle diversity and abundance on wildflower green roofs. *Journal of Urban Ecology*, 6(1). <https://doi.org/10.1093/jue/juaa017>
- ÖkoKauf Wien, 2015. Positionspapier – Vermeidung von PVC, Videň: Magistratsabteilung 22 Wien.
- Rafida, S., Rahman, A., & Ahmad, H. (2012). *Green roofs as urban antidote: a review on aesthetic, environmental, economic and social benefits*.
- Schindler, B. Y., Griffith, A. B., & Jones, K. N. (2011). Factors Influencing Arthropod Diversity on Green Roofs. In *Cities and the Environment* (Vol. 4).
- Schröder, R., Jeschke, D., Walker, R. & Kiehl, K., 2020. Extensive dachbegrünung mit gebietseigenen wildpflanzen am beispiel nordwestdeutschlands – ein leitfaden für die praxis, Osnabrück: Hochschule Osnabrück – University of Applied Sciences.
- Shafique, M., Kim, R., & Rafiq, M. (2018). Green roof benefits, opportunities and challenges – A review. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 90, pp. 757–773). Elsevier Ltd.
- Taylor, P. D., Fahrig, L., Henein, K., & Merriam, G. (1993). Connectivity Is a Vital Element of Landscape Structure. *Oikos*, 68(3), 571. <https://doi.org/10.2307/3544927>
- Vacek, P., Struhala, K., & Matějka, L. (2017). Life-cycle study on semi intensive green roofs. *Journal of Cleaner Production*, 154, 203–213.
- van der Kolk, H. J., van den Berg, P., Korthals, G., & Bezemer, T. M. (2020). Shading enhances plant species richness and diversity on an extensive green roof. *Urban Ecosystems*, 23(5), 935–943.
- Vojík, Martin & Kadlecová, Martina & Kutlvašr, Josef & Pergl, Jan & Berchova, Katerina. (2022). Two shades of grey: effect of temperature on seed germination of the escaping ornamental species *Lychnis coronaria* and *Stachys byzantina*. *Plant Ecology*. 223. 10.1007/s11258-022-01265-2.



Realizace této brožury byla podpořena projektem TAČR Prostředí pro život „Biodiverzitní zelené střechy pro podporu hmyzích a rostlinných společenstev“ (SS07020238).



