

HI-SMART: BALÍK VYŠŠIEHO VZDELÁVANIA PRE TAKMER NULOVÚ SPOTREBU  
ENERGIE A NÁVRH INTELIGENTNÝCH BUDOV

## MODUL # 6

ČASŤ 6: ASPEKTY ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA, KOMFORTU A POŽIARNEJ  
OCHRANY

Spolufinancované  
Európskou úniou  
cez program Erasmus+



## 6.1 ÚVOD

Environmentálny a ekonomický vplyv budov spadá najmä do sociálneho a ekonomického piliera hodnotenia udržateľnosti. Navrhovanie budov z hľadiska environmentálneho a ekonomického vplyvu je definované veľkým množstvom legislatívnych a normových požiadaviek, ktoré boli vypracované s cieľom zabezpečiť základnú funkčnosť budov z hľadiska zdravia, bezpečnosti a komfortu. Kritériá hodnotenia týchto dvoch aspektov, t. j. environmentálneho a ekonomického, resp. ich váhy, sa pri posudzovaní udržateľnosti budov stanovujú pomerne ťažko, hoci niektoré certifikačné systémy sa o to pokúšajú. Zložitosť tejto problematiky ilustrujú dve prípadové štúdie týkajúce sa striech s extenzívnou zeleňou.

## 6.2 EXTENZÍVNA STREŠNÁ ZELEŇ V STREDOEURÓPSKOM PODNEBÍ

Vegetačné strechy sú zväčša vnímané ako architektonické komponenty pozitívne vplyvajúce na kvalitu života, najmä, v mestských sídelných štruktúrach. Tento pozitívny vplyv sa na makroúrovni prejavuje formou zlepšovania kvality ovzdušia a tiež znižovania efektu tzv. urbanistických tepelných ostrovov a na úrovni samotných stavieb formou zvyšovania ich vnútorného komfortu, najmä podlaží priamo pod strešným plášťom. Predpokladom účinnosti na makroúrovni je predovšetkým zdravá zeleň konvertujúca kyslíčnik uhličitý na kyslík, vrhajúca tieň na plochu strechy a zvlhčujúca okolie v letnom období. V zimnom období má najmä estetický a psychologický význam. Starostlivosť o zeleň má preto nesmierny význam, pričom pri rozsiahlejších plochách môže ísť aj o pomerne nákladnú záležitosť. Prevádzka vegetačných striech môže po čase presiahnuť možnosti menších investorov, čo sa prejavuje postupným úpadkom zelene a kontraproduktívnou zmenou strechy na prašnú plochu negatívne vplyvajúcu na okolie. Správny návrh zelene reflektujúci povahu strešnej konštrukcie a umiestnenie budovy je preto veľmi dôležitý.

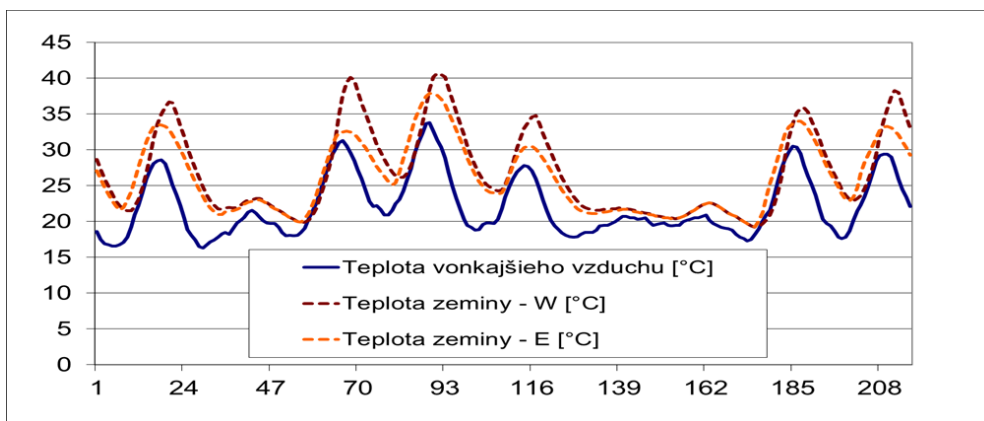
Z hľadiska kvality vnútorného prostredia je samotná zeleň viac-menej nepodstatný faktor, oveľa dôležitejšiu úlohu hrá zemný substrát, ktorý môže prispievať k tepelnej ochrane vnútorného prostredia tak v letnom ako aj zimnom období. V letnom období najmä schopnosťou akumulovať slnečné žiarenie a tým zabraňovať prehrievaniu podstrešného priestoru. V zimnom období prispieva k zvýšenému tepelnému odporu strešnej konštrukcie, aj keď v samotnom výpočte tepelného odporu strechy sa nesmie zohľadňovať, nakoľko nie je jej pevnou súčasťou. Zlepšená tepelná ochrana podstrešného priestoru je sekundárnym efektom vegetačných striech a nemala by v rozhodovacom procese pri návrhu strechy hrať hlavnú úlohu (aj keď napríklad pri drevených krovoch môže byť dosť podstatným faktorom).

Omnoho dôležitejšie je zvážiť, či sa náklady na jej výstavbu a prevádzku vrátia formou atraktívnejšieho a zdravšieho životného prostredia, čo sa však ľahšie povie než kvantifikuje. Esenciou vegetačných striech je zeleň a jej pozitívny zdravotný a estetický vplyv na človeka. Ten je však možné dosiahnuť iba vtedy, ak je vysadená zeleň naozaj funkčná. V klimatických

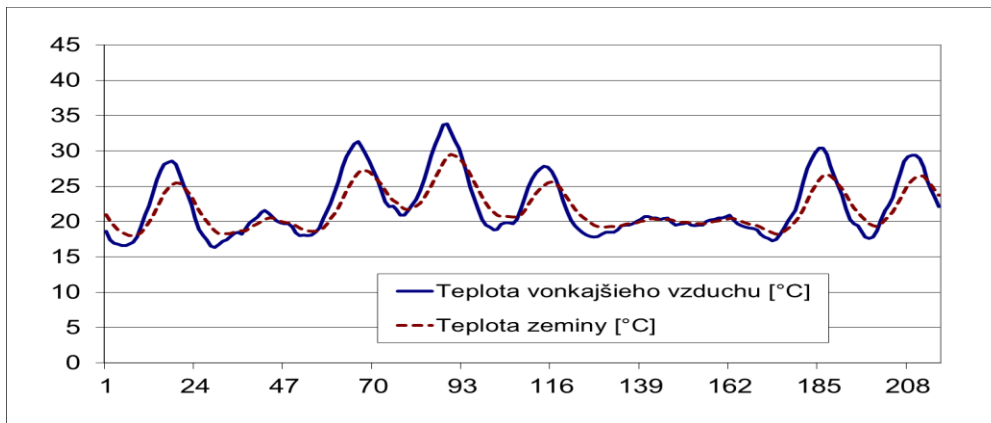
podmienkach strednej Európy so štyrmi približne rovnakými ročnými obdobiami, chladnými zimami a pomerne teplými, a často aj suchými, letami, sú rastliny v umelých podmienkach, za ktoré sa vegetačné strechy dajú považovať, vystavené veľkým teplotným výkyvom. Aj rastliny typické pre stredoeurópske územie, ktoré v tomto prostredí prosperujú, môžu mať problém prežiť. Na rozdiel od rastlín zakorenených v bežnom teréne, ktorého teplota v hĺbke jedného metra pod povrchom osciluje počas roka medzi 0 ° až cca. 16 ° Celzia, t. j. v rozsahu cca. 16 Kelvinov, sú korene rastlín vysadených na vegetačných strechách vystavené oveľa väčšiemu teplotnému rozsahu.

### 6.3 PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA 1

Na príklade typickej zelenej strechy s extenzívnou zeleňou sa v prípadovej štúdií ([Kravka, Daněk a Rabenseifer, 2016](#)) uvádza priebeh teplôt v substráte zelenej strechy počas bežných zimných a letných dní a porovnáva sa s priebehom teplôt v rovnakej hĺbke pod povrchom bežnej pôdy. Zo štúdie je zrejmé, že priebeh teploty v substráte zelenej strechy má v lete (obr. 1) oveľa väčšie výkyvy ako priebeh teploty v pôde okolitého terénu v rovnakej hĺbke pod povrchom (obr. 2). Výber vhodných rastlín je preto mimoriadne dôležitý. Ich koreňový systém je vystavený výrazne protichodným požiadavkám. Na jednej strane musí odolávať suchým obdobiam s vysokými teplotami a na druhej strane dlhým obdobiam chladu a vlhka. Napriek tomu, že extenzívne zelené strechy sa často navrhujú bez zavlažovacieho systému, odporúčame naň v projekte myslieť - aj s ohľadom na klimatické zmeny smerom k vyšším teplotám ovzdušia. Pri použití subtílnych rastlín je vhodné plánovať hrúbku vegetačnej vrstvy o niekoľko centimetrov vyššiu, ako sa odporúča. Obdobie, počas ktorého má extenzívna zelená strecha plniť svoju funkciu predovšetkým, t. j. znižovať prašnosť a teplotu okolia, okysličovať a zvlhčovať vzduch, je totiž leto.



**Obrázok 1 - Priebeh teplôt vonkajšieho vzduchu a v hĺbke substrátu 6 cm pod povrchom (W - strešná rovina orientovaná na západ, E - strešná rovina orientovaná na východ) počas typických letných dní (čas je uvedený v hodinách)**



Obrázok 2 Priebeg teplôt vonkajšieho vzduchu a v hĺbke zeminy 6 cm pod povrchom okolitého terénu počas typických letných dní (čas je uvedený v hodinách)

## 6.4 PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA 2

### 6.4.1 ÚVOD

Táto prípadová štúdia sa zaoberá problémami plochej strechy s extenzívnou zeleňou nad podzemnou garážou v stredoeurópskych klimatických podmienkach. Nepravidelné zavlažovanie vedie v lete k extrémne vysokým teplotám substrátu, čím sa účel tejto strechy stáva bezpredmetným. V prípadovej štúdii sa analyzuje dôvod zlyhania vegetačnej časti strechy, o ktorej sa tvrdilo, že je bezúdržbová, poukazuje sa na problémy požiarnej bezpečnosti a navrhujú sa zlepšenia, ktoré by sa mohli zväziť v podobných prípadoch. V súčasnom období, ktoré je poznačené krízou klimatických zmien, existuje veľký spoločenský tlak na budovanie zelených striech. Ak však nie je možné zabezpečiť ich dokonalú funkčnosť, je možno lepšie použiť klasicky osvedčené typy striech, ale s väčšou odrazivosťou povrchu vrchnej vrstvy.

### 6.4.2 PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA

Cieľom bolo najprv zistiť, aké sú teploty rôznych povrchov zelenej strechy. Ďalej sme chceli zistiť koreláciu medzi teplotami týchto povrchov a ich odhadovanou odrazivosťou. Merania infračerveným teplomerom Voltcraft sa uskutočnili na zelenej streche nad podzemnou garážou v Bratislave (obr. 4) počas vrcholného leta. Odrazivosť jednotlivých materiálov bola odhadnutá na základe informácií z literatúry ([Decrolux, 2021](#)). Na obr. 6 a 7 je prierez vrstvami strechy odhadnutý na základe obhliadky, t. j. časť zelene. Štrková a terasová časť strechy sa menila len od filtračnej vrstvy / hydroizolácie smerom nahor. Povrchová úprava štrkovej časti je samo vysvetľujúca. Terasovú časť tvorili betónové dlaždice na nosných terčíkoch uložených na hydroizolácii.

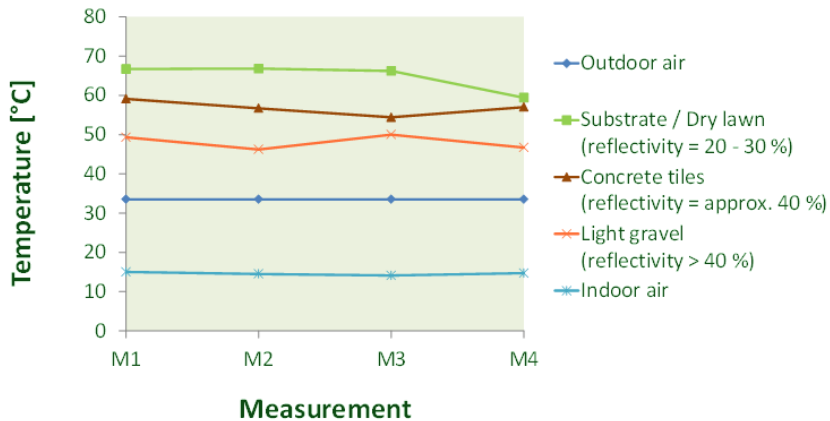


Obrázok 3 - Vrstvy typickej vegetačnej strechy (hrúbka substrátu pre extenzívnu zeleň sa zvyčajne pohybuje od 6 do 20 cm)

Merania jasne ukazujú najnižšie teploty v interiéri, za ktorými nasledujú teploty vonkajšieho vzduchu. Ako je jasne vidieť z meraní (obr. 5), najvyššie teploty boli na substráte / suchom trávniku, po ktorom nasledovali teploty namerané na betónových dlaždiciach a ľahkom štrku. Tieto výsledky podporujú myšlienky uvedené v tomto článku, konkrétne vplyv farieb materiálov na povrchové teploty, pretože, ako je vidieť na obrázku, na plochej streche boli najvyššie povrchové teploty namerané na substráte/trávniku, čo je úplne opačný stav, ako je požadovaný.



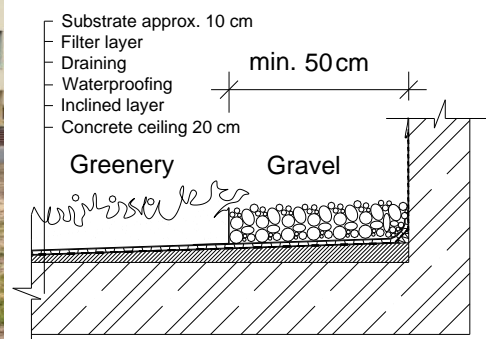
Obrázok 4 – Pohľad na vegetačnú strechu podzemnej garáže



**Obrázok 5 - Teploty na streche garáže na začiatku júla popoludní, merané infračerveným teplomerom Voltcraft; v zátvorke je uvedená veľkosť odrazivosti na základe literárnych zdrojov ([Decrolux, 2021](#)); skutočná hodnota sa môže mierne líšiť**

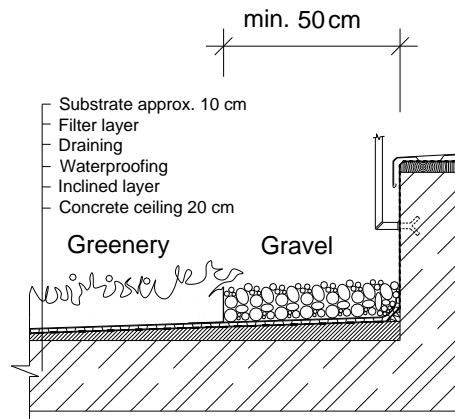
Strecha vykazuje aj niekoľko všeobecne známych konštrukčných chýb, ako napríklad neexistujúci pás štrkovej vrstvy okolo vetracej šachty z garáže (obr. 6) a nesprávne ukotvenie zábradlia ku konštrukcii (obr. 7).

V prípade znázornenom na obr. 7 by mala byť zvislá stena ukončujúca strechu vyššia a zábradlie by malo byť ukotvené z jej boku. Chýba aj ochranný štrkový pás v tesnej blízkosti zvislej steny. Mal by chrániť ohyb hydroizolácie.



**and as it should be ...**

**Obrázok 6 - Chýbajúci pás štrkovej vrstvy okolo vetracej šachty; rez strešnými vrstvami pod zeleňou zodpovedá existujúcemu stavu**



and as it should be ...

Obrázok 7 - Zábradlie nesprávne ukotvené do konštrukcie; rez vrstvami strechy pod zeleňou zodpovedá existujúcemu stavu

## 6.5 ZÁVERY

Na rozdiel od rastlín zakorenených v bežnom teréne, ktorého teplota v hĺbke jedného metra pod povrchom osciluje počas roka medzi 0 ° až cca. 16 ° Celzia, t.j. v rozsahu cca. 16 Kelvinov, sú korene rastlín vysadených na vegetačných strechách vystavené oveľa väčšiemu teplotnému rozsahu. Z opísanej štúdie typickej vegetačnej strechy s extenzívnou zeleňou je zrejmé, že priebeh teplôt v zemnom substráte vegetačnej strechy vykazuje v letnom období oveľa väčšie výkyvy ako priebeh teplôt v rovnakej hĺbke pod zemským povrchom. Výber vhodných rastlín je preto extrémne dôležitý. Ich koreňový systém je vystavený výrazne protichodným požiadavkám. Na jednej strane musí odolať suchým obdobiam s vysokými teplotami a na druhej dlhým periódam chladu a prevlhčenia. Napriek tomu, že extenzívne vegetačné strechy sa často navrhujú bez zavlažovacieho systému, odporúčame naň v projekte myslieť – aj s ohľadom na klimatické zmeny smerom k vyšším teplotám atmosféry. Pri použití subtílnejších rastlín odporúčame tiež hrúbku vegetačnej vrstvy o niekoľko centimetrov väčšiu než je odporúčaná. Obdobím, počas ktorého by mala extenzívna vegetačná strecha primárne plniť svoju funkciu – znižovať prašnosť a teplotu prostredia, oksyľičovať a zvlhčovať vzduch, je totiž leto.

Hoci sa extenzívne vegetačné strechy v strednej Európe vnímajú (a propagujú) ako bezúdržbové a bez potreby umelého zavlažovania, napriek tomu si vyžadujú celoročnú údržbu a pravidelné zavlažovanie počas letných mesiacov. Zahrnutie zavlažovacieho



systému a údržby zelene do projektu vegetačnej strechy je veľmi žiadúce, najmä s ohľadom na predpokladané klimatické zmeny smetom k vyšším teplotám ovzdušia.

Ak nie je možné zabezpečiť pravidelnú údržbu a zavlažovanie strešnej zelene, potom je určite vhodnejším riešením klasická plochá strecha s vysoko reflexným horným povrchom. Takáto strecha môže znížiť teplotu povrchu strechy o 10 - 15 K v porovnaní s nefunkčným podkladom, a teda viac prispieť k zníženiu efektu tepelného ostrova.

Pri plánovaní detailov zelenej strechy treba venovať osobitnú pozornosť požiarnej bezpečnosti, ochrane pred rastom koreňov a výberu vhodných rastlín (nie iba nejakých sukulentov). Návrh zelenej strechy je komplexná záležitosť, ktorá si vyžaduje vysoko profesionálny prístup a úzku spoluprácu medzi architektom/projektantom na jednej strane a záhradným dizajnérom na strane druhej. Aj keď neexistuje príliš veľa štandardizácie a legislatívy týkajúcej sa strešnej vegetácie, mali by sa dodržiavať odporúčania špecializovaných odborných združení.

## 6.6 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

Čermáková, B. & Mužíková, R.: Ozeleněné střechy (Green Roofs). Published by Grada Publishing, a.s., Prague, Czech Republic, 2009 (in Czech)

Kravka, M., Daněk, M. & Rabenseifer, R.: Extensive Roof Green in Central European Climate. In: Applied Mechanics and Materials, Vol. 824, Trans Tech Publications, Switzerland, 2016, pp. 795-802, doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.824.795

EN 15643 Sustainability of construction works. Sustainability assessment of buildings. Part 1 – 5

Pfundstein, M., Gellert, R., Spitzner, M.H., Rudolphi, A.: Insulating Materials: Principles, Materials, Applications, 1st ed.; Birkhäuserverlag–Edition Detail: Basel, Switzerland; 2008; pp. 93-105.

Decrolux, Ltd. Approximate Reflectance Values of Typical Building Finishes, available at: [decrolux.com.au](http://decrolux.com.au) (accessed at 19/9/2021) (<https://decrolux.com.au/news/2018/approximate-reflectance-values-of-typical-building-finishes>)

Oláh, J., Rusnák, R., Urbánek, M. and Žiak, V.: Konštrukcie pozemných stavieb III: Strechy budov (Building Construction III: Roofs of Buildings). Bratislava: Nakladateľstvo STU (STU Publishing House), 2013, 205 p. (in Slovak)



Financované Európskou úniou. Vyjadrené názory a postoje sú názormi a vyhláseniami autora(-ov) a nemusia nevyhnutne odrážať názory a stanoviská Európskej únie alebo Európskej výkonnej agentúry pre vzdelávanie a kultúru (EACEA). Európska únia ani EACEA za ne nepreberajú žiadnu zodpovednosť.

Spolufinancované  
Európskou úniou  
cez program Erasmus+

