



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

O2 MODUL # 6

ENVIRONMENTÁLNY A HOSPODÁRSKY VPLYV

1 TRVALÁ UDRŽATEĽNOSŤ

1.1 ÚVOD

Európska komisia nedávno schválila takzvanú Európsku zelenú dohodu. V sektore stavebníctva ju sprevádza iniciatíva New European Bauhaus, ktorej cieľom je najmä preklenúť priepasť medzi rôznymi prostrediami, pretínajúc disciplíny a podporovať participáciu na všetkých úrovniach, ktorá by sa zamerala na transformáciu popri udržateľnosti, estetike a inklúzii. Napriek tomu sa zdá, že Komisia si nie je celkom istá, ako napredovať v sektore stavebníctva, pričom je zároveň odhodlaná a ochotná konať v súlade so svojou zásadou predbežnej opatrnosti, ako je obvyklé pri tvorbe politík EÚ.

Svoje úsilie a financie zatiaľ smeruje najmä do obnovy a modernizácie existujúcej stavebnej substance. Určite si tiež uvedomuje, že po výraznom sprísnení požiadaviek na energetickú hospodárnosť budov ďalší potenciál znižovania vstupov primárnej energie (PEI) a potenciálu globálneho otepľovania (GWP), najmä v prípade nových budov, spočíva v optimalizácii budov z hľadiska zabezpečenia vnútorného komfortu a technologickej vyspelosti obvodového plášťa budovy a tiež v znižovaní množstva viazanej/zabudovanej energie. Na preukázanie tohto zníženia sa uvažuje o zavedení environmentálnych vyhlásení o výrobkoch pre budovy (EPDB – Environmental product declaration for building (pozn. autora: slovenský preklad ešte nie je ustálený)).

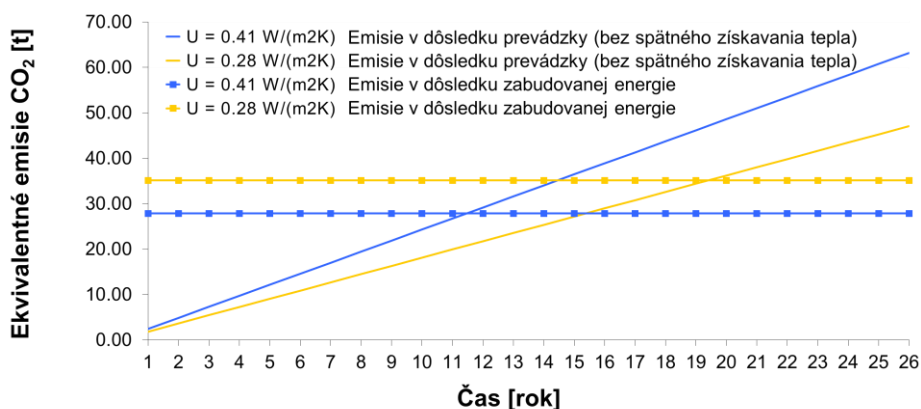
Odborníci na udržateľnú výstavbu kladú dôraz nielen na energetickú a materiálovú efektívnosť, ale aj na efektívnosť zdrojov. Určujúcimi faktormi udržateľnej alebo ekologickej výstavby sú - využívanie obnoviteľných zdrojov energie a ich optimálne využitie, správny výber lokality a výber materiálov tak, aby sa minimalizovali škody na ovzduší, vode a pôde pri ich výrobe, využívaní a likvidácii.

1.2 PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA

V opísanej prípadovej štúdii sa porovnávala predpokladaná energetická náročnosť rodinného domu v priebehu jeho životnosti a energetický vstup (zabudovaná/viazaná energia) potrebný na jeho zhotovenie a výrobu jednotlivých stavebných výrobkov. Prevádzka budovy počas jej životnosti bola opísaná pomocou počítačovej simulácie potreby prevádzkovej energie na vykurovanie budovy. Vstupné údaje súvisiace s viazanou/zabudovanou energiou boli založené na informáciách z klasických prác o analýze životného cyklu. Autori porovnávali dve varianty obvodového plášťa budovy, masívnu a ľahkú konštrukciu, každú pre päť priemerných U -hodnôt obvodového plášťa. Prevádzka energeticky najefektívnejšieho variantu masívneho domu (priemerná U -hodnota = $0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) bola simulovaná aj pre prípad využívania mechanického vetrania s rekuperáciou tepla. Zníženie tepelných strát vetraním vedie samozrejme k zníženiu potreby prevádzkovej energie. Možné využitie obnoviteľných zdrojov

na vykurovanie a prípadné chladenie by z domu urobilo budovu s takmer nulovou spotrebou energie (nZEB). V prípade nZEB teda ďalší potenciál znižovania PEI a GWP spočíva len v znižovaní viazanej/zabudovanej energie. Podobné hodnotenie možno urobiť takmer pre každú budovu.

PEI a GWP v dôsledku viazanej/zabudovanej energie sú ukazovatele, ktoré dobre ilustrujú celkovú energetickú náročnosť budovy a záťaž spôsobenú emisiami skleníkových plynov ako dôsledku jej zhotovenia. V súčasnosti však neexistujú žiadne kritériá, podľa ktorých by sa dalo povedať, kedy je budova ešte prijateľná a kedy už nie. V prípade viazanej/zabudovanej energie sa takéto referenčné hodnoty tiež veľmi ťažko stanovujú. Preto by bolo určite vhodnejšie, keby sa na trh uvádzali iba výrobky šetrné k životnému prostrediu v zmysle nízkeho množstva zabudovanej/šedej energie a s ňou súvisiacich emisií CO₂. Jedným z možných spôsobov, ako prispieť k tomuto cieľu, by bolo posilniť a dôsledne podporovať obchodovanie s emisnými povolenkami, aby sa zabezpečilo zníženie emisií skleníkových plynov už od začiatku stavebného procesu.



Obrázok 1: Čas potrebný na dosiahnutie bodu, v ktorom sa ekvivalentné emisie CO₂ v dôsledku zabudovanej energie vyrovnajú emisiám CO₂ v dôsledku prevádzky budovy v závislosti od priemerných U hodnôt tehlového domu (Rabenseifer, R. a Jamnický, M., 2020). Ekvivalentné emisie CO₂ v dôsledku zabudovanej energie sú vyjadrené konštantnými líniami a ekvivalentné emisie CO₂ v dôsledku prevádzky budovy sú znázornené stúpajúcimi líniami (zdroj:autor)

2 NÁKLADY NA CELÝ ŽIVOT A NÁKLADY NA ŽIVOTNÝ CYKLUS

Jedným z cieľov trvalo udržateľného budovania je tiež udržať dlhodobé celkové náklady budovy na čo najnižšej úrovni. Plánovači /projektanti zvykli brať do úvahy len počiatočnú investíciu (náklady na výstavbu) potrebné na novú stavbu. Náklady na prevádzku a demontáž na konci životnosti boli ignorované. V dnešnej dobe je potrebné brať do úvahy aj náklady

vyplývajúce z etapy užívania (prevádzka, údržba, opravy a pod.) a konečného využitia alebo likvidácie stavebných konštrukcií a výrobkov. Toto by sa malo určiť vo fáze plánovania vo forme nákladov na životný cyklus (LCC) alebo analýzy nákladov na životný cyklus (LCCA).

Odborníci na udržateľnú výstavbu kladú dôraz na energetickú a materiálovú efektívnosť, ako aj energetickú efektívnosť a efektívnosť zdrojov. Určujúcimi faktormi udržateľnej alebo ekologickej výstavby sú - využívanie obnoviteľných zdrojov energie a ich optimálne využitie, správny výber lokality a výber materiálov tak, aby sa minimalizovali škody na ovzduší, vode a pôde pri ich výrobe, využívaní a likvidácii.

Prvé systémy hodnotenia trvalej udržateľnosti sa začali v 90. rokoch 20. storočia s cieľom vytvoriť spoločenský tlak na výstavbu budov šetrných k životnému prostrediu, ktoré sú energeticky efektívne a efektívne využívajú zdroje. Systémy hodnotenia zohľadňujú vplyvy budov počas celého životného cyklu budov, od ťažby surovín, výroby stavebných materiálov, ich dopravy, samotnej výstavby a prevádzky budovy, demolácie budovy na konci jej životnosti, odpadového hospodárstva a recyklácie.



Obrázok 2 – Predmety a ciele ochrany udržateľnosti podľa J. L. Moro: *DETAIL practice Flooring, Volume2, Edícia Detail, 2016*

Jedným z cieľov trvalo udržateľného budovania je tiež udržať dlhodobé celkové náklady budovy na čo najnižšej úrovni.

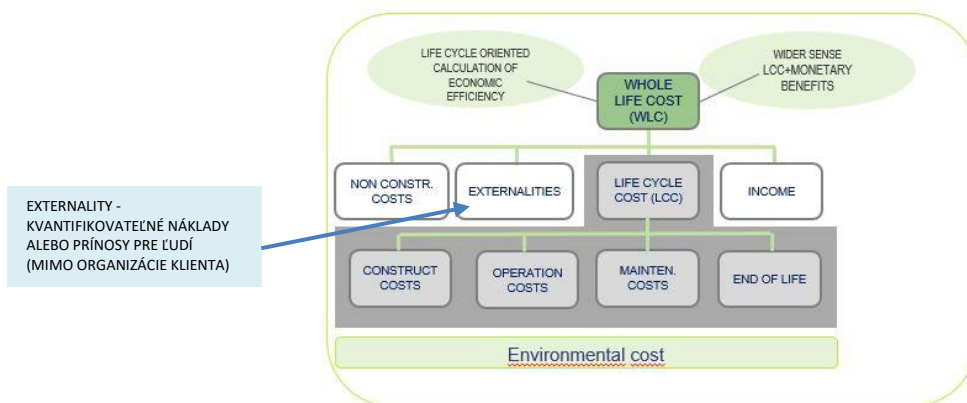
Ekonomická výkonnosť budov zohľadňuje náklady alebo finančnú hodnotu počas životného cyklu budovy s cieľom znížiť náklady na životný cyklus a náklady na udržateľné úsporné opatrenia a zvýšiť ekonomickú hodnotu budovy. Hodnotenie ekonomickej výkonnosti možno vypracovať ako náklady na celú životnosť alebo náklady na životný cyklus .

Obidve metódy sa používajú na určenie nákladovo najefektívnejšej možnosti spomedzi porovnateľných alternatív nákupu, prevádzky, údržby a likvidácie akéhokoľvek projektu

alebo procesov a stratégií optimalizácie nákladov v procese včasného plánovania.

Rozhodnutia súvisia s:

- adaptovaním/prestavbou existujúcich zariadení alebo poskytnutím nových (fáza investičného plánovania)
- výberom medzi alternatívnymi návrhmi (fáza návrhu a konštrukcie)
- výberom alternatívnych komponentov (stavba a fáza používania)
- porovnaním predchádzajúcich rozhodnutí
- odhadom budúcich nákladov



Obrázok 3 – Prvky LCC a WLC podľa ISO 15686-5

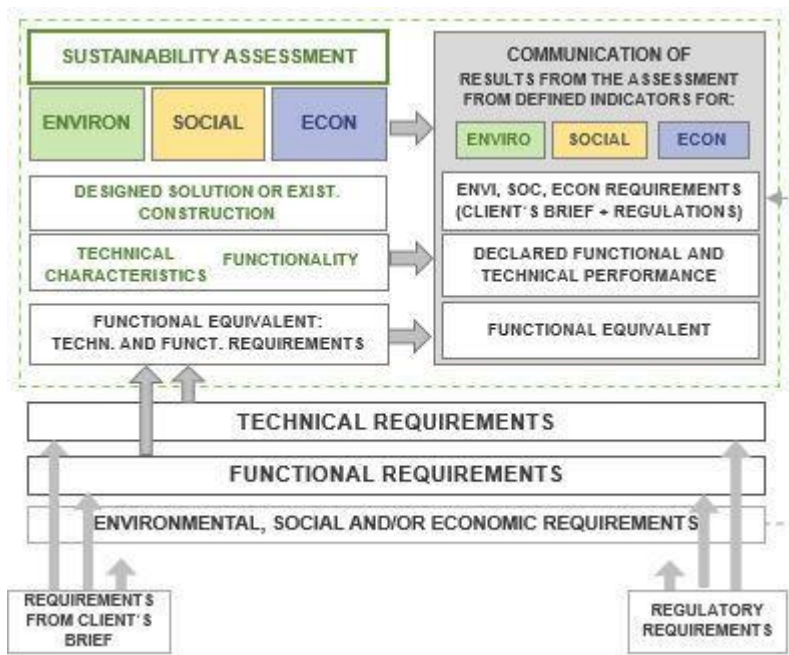
V mnohých stavebných projektoch môžu počiatočné investičné náklady predstavovať len približne 20 % celkových nákladov, ktoré vlastníčkovi vzniknú počas obdobia vlastníctva – najmä, ak sa zohľadnia účty za energiu a náklady na údržbu. Zatiaľ, čo mnohé riešenia udržateľnej výstavby si môžu vyžadovať vyššie počiatočné investície, po zohľadnení prevádzkových nákladov, vo všeobecnosti, časom zabezpečia návratnosť investície. Toto sa ďalej zdôrazňuje, keď sa prisudzuje hodnota prínosom trvalej udržateľnosti, ktoré môžu zahŕňať aj zlepšenie výkonu užívateľov prostredníctvom vytvorenia pohodlnejšieho pracovného prostredia. Najväčšia príležitosť na použitie WLC je v počiatočných fázach návrhu. **V priebehu projektu sa znižuje schopnosť projektových autorít ovplyvňovať náklady. Odhaduje sa, že 80 – 90 % nákladov na prevádzku, údržbu a renováciu budovy je stanovených v štádiu projektovania.**

3 ANALÝZA ŽIVOTNÉHO CYKLU A NÁKLADY ŽIVOTNÉHO CYKLU

Prvé systémy hodnotenia trvalej udržateľnosti sa začali v 90. rokoch 20. storočia s cieľom vytvoriť spoločenský tlak na výstavbu budov šetrných k životnému prostrediu, ktoré sú energeticky efektívne a efektívne využívajú zdroje. Systémy hodnotenia zohľadňujú vplyvy budov počas celého životného cyklu budov, od ťažby surovín, výroby stavebných materiálov, ich dopravy, samotnej výstavby a prevádzky budovy, demolácie budovy na konci jej životnosti, odpadového hospodárstva a recyklácie.

Európsky výbor pre normalizáciu (CEN) zriadil technickú komisiu CEN/TC 350 Udržateľnosť stavieb s cieľom vyvinúť dobrovoľnú harmonizovanú metódu hodnotenia aspektov udržateľnosti nových a existujúcich stavieb a hodnotenia stavebných výrobkov.

Požiadavky stanovené v súbore noriem sú dobrovoľné, hlavným cieľom súboru noriem je umožniť porovnateľnosť výsledkov hodnotenia. Normy nešpecifikujú referenčné hodnoty ani úrovne vlastností. Požiadavky na zabezpečenie udržateľnosti výstavby sú viazané v smerniciach a nariadeniach EÚ, ktoré sú transponované do národnej legislatívy formou zákonov a vyhlášok.



Obrázok 4 – Konceptia integrovanej výkonnosti budov podľa CEN/TC350



Prístup životného cyklu zohľadňuje všetky etapy od ťažby surovín po prepravu, od spracovania, výroby, balenia a distribúcie stavebných výrobkov až po ich použitie a opätovné použitie, recykláciu a likvidáciu odpadu.

Posúdenia životného cyklu budov sú základom pre porovnanie alternatív materiálu alebo komponentov, ktoré súvisia so scenárom životného cyklu, ktorý si zvolil projektant s cieľom nájsť potenciál na zlepšenie budovy. Life Cycle Assessment (LCA) je metóda na analýzu a kvantifikáciu environmentálnych aspektov a dopadov produktového systému počas jeho životného cyklu. Základy a požiadavky sú opísané v normách ISO 14040 a 14044. Metóda hodnotenia životného cyklu podľa ISO 14040 je rozdelená do 4 fáz (obr. 10):

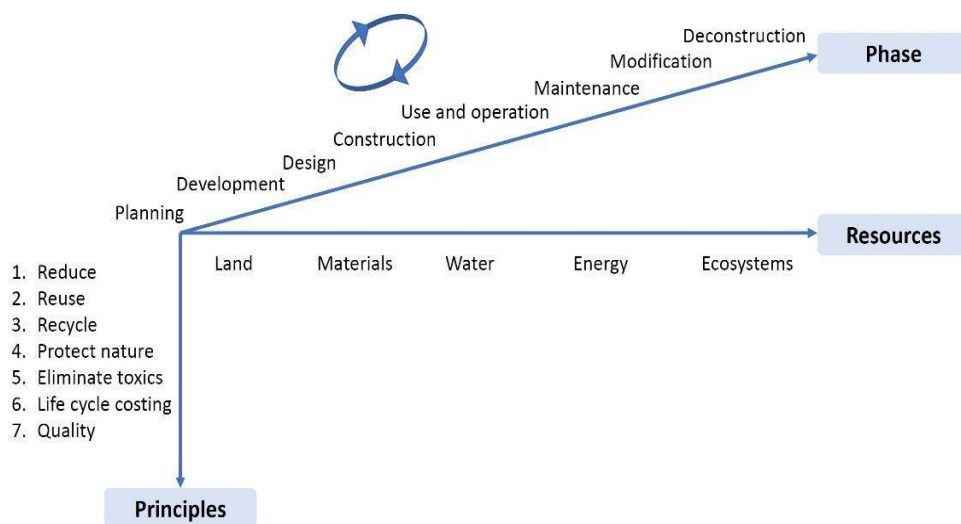
- Definícia cieľa a rozsahu
- Inventarizačná analýza
- Hodnotenie vplyvu
- Výklad

Príklad hodnotenia životného cyklu – Definícia cieľa a rozsahu (podľa S. El Khouli et al: Techniky udržateľnej výstavby, Detail, 2015, s. 25):

- **Otázka** : Ktorý životný cyklus budovy, ktoré súčasti budovy a fázy životného cyklu majú počas celého životného cyklu budovy najväčší vplyv na celkový dopad stavby na životné prostredie?
- **Cieľ** : identifikácia stavebných komponentov a fáz životného cyklu s najväčším potenciálom na zlepšenie.
- **Postup** : preskúvanie 12 rôznych budov na bývanie s viacerými bytovými jednotkami. Pre všetky budovy sa používa rovnaká systémová hranica, aby sa zabezpečila lepšia porovnateľnosť výsledkov.
- **Hranica systému** : na konci životnosti sa väčšina materiálov zvyčajne zlikviduje (nedajú sa znovu použiť). Tieto materiály sa počas prípravy staveniska ukladajú na skládku.
- **Metóda pridelovania** : „usekávajúci“ prístup na konci životnosti. (tzv. stanovenie hraničných, „usekávajúcich“, kritérií znamená, ktoré materiály môžu byť z dôvodu ich malého množstva vylúčené z hodnotenia, okrem nebezpečných zlúčenín)
- **Funkčná jednotka** : 1 m² upravenej podlahovej plochy za rok projektovanej životnosti budovy.
- **Zdroj údajov a kvalita údajov**
- **Predpoklady** : napr. hrúbka vrstiev v komponentoch, životnosť jednotlivých materiálov, prepravné vzdialenosti atď.
- **Katégorie vplyvu a ukazovatele vplyvu** :
 - **Vstavaná/zabudovaná energia** (neobnoviteľná energia na výrobu, prepravu a likvidáciu stavebných materiálov) a neobnoviteľná energia na prevádzku budovy
 - **Vstavané/zabudované emisie** (z výroby, prepravy a likvidácie stavebných materiálov) a emisie z prevádzky budov (GWP 100a).

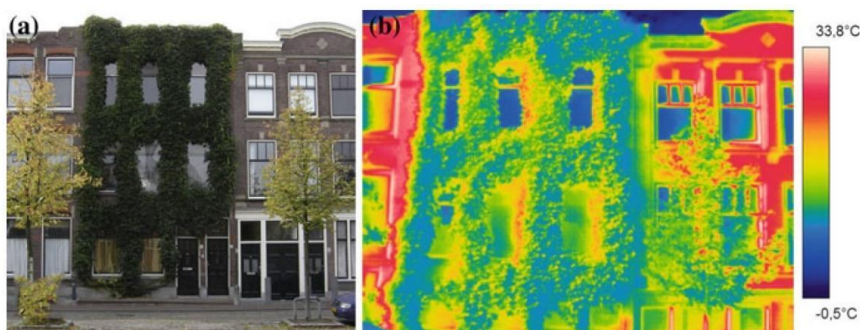
4 NOVOSTAVBA A REKONŠTRUKCIA

Trvalo udržateľná výstavba (SC) poskytuje etickú a praktickú odpoveď na otázky vplyvu na životné prostredie a spotreby zdrojov. Predpoklady trvalej udržateľnosti zahŕňajú celý životný cyklus budovy a jej komponentov, od ťažby zdrojov až po likvidáciu na konci životnosti materiálov. Podrobný koncepčný model pre SC (obr. 5) je založený na princípoch a zdrojoch aplikovaných na prostredie výstavby počas súvislých fáz. Je to rozhodovací nástroj na použitie pri skúmaní možností, ktoré môžu nastať počas celého životného cyklu budovy.



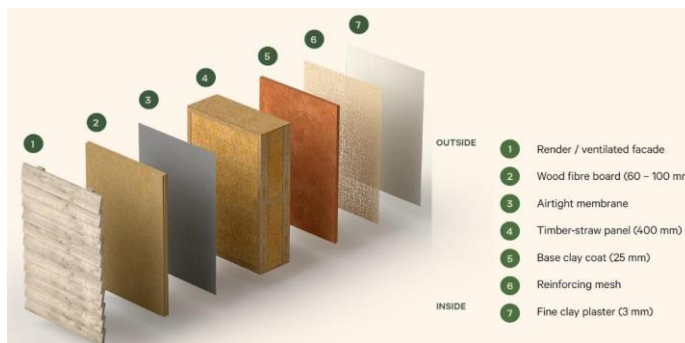
Obrázok 5 – Rámec pre trvalo udržateľnú výstavbu vyvinutý v roku 1994 CIB Task Group 16.

Stratégia zelených budov sa zameriava na využitie rastlín na mestských budovách a okolo nich (obr. 6). Priama integrácia rastlín do plášťa budovy môže vyvolať premenu slnečnej energie na biomasu, kyslík a vlhkosť vzduchu, ako aj znížiť tepelné ostrovy v mestách.



Obrázok 6 – a) Zelená fasáda v Delfte v lete 2009. b) Infračervená fotografia fasády. Zdroj: Marc Ottelé, A Green Building Envelope: A Crucial Contribution

Hlavné stavebné bloky môžu byť zostavené ako udržateľné drevo-slamené konštrukčné stenové prvky - stenový systém EcoCocon (obr. 7) s certifikáciou Passivhaus aj Cradle to Cradle („od kolísky po kolísku“). Neoddeliteľnou súčasťou systému je použitie vzduchotesnej, no difúzne otvorenej membrány na vonkajšej strane panelov.



Obrázok 7 – Stenový systém EcoCocon. Zdroj: ecococon.eu

5 CERTIFIKAČNÉ SCHÉMY

Certifikačné schémy zdieľajú sériu spoločných prístupov a cieľov:

- Energetické a environmentálne hodnotenie budov na základe kritérií týkajúcich sa potenciálu lokality, stavebných konštrukcií a materiálov, energetickej efektívnosti, úspory vody, kvality vnútorného vzduchu, prevádzky a údržby.
- Inšpirácia na hľadanie inovatívnych riešení, ktoré minimalizujú dopad na životné prostredie.
- Návrhu systému, ktorý pomôže znížiť prevádzkové náklady, zlepšiť pracovné a životné podmienky.
- Trhové uznanie budov s nízkym vplyvom na životné prostredie.

Certifikačné schémy sa zvyčajne skladajú z troch hlavných komponentov:

- **štruktúra** – deklarováný súbor kritérií environmentálneho správania organizovaný logickým spôsobom.
- **bodovanie** – priradenie niekoľkých možných bodov alebo kreditov za každý výkonový aspekt, ktoré je možné získať splnením danej úrovne výkonu.
- **výstup** – prostriedok na zobrazenie celkového skóre environmentálneho správania budovy alebo zariadenia.

BREEAM je v súčasnosti vedúcou svetovou metódou hodnotenia udržateľnosti budov. Vyberie sa vhodný hodnotiaci nástroj alebo kalkulačka BREEAM a potom sa upraví skóre a váhy tak, aby odrážali kategórie a jednotlivé hodnotené kredity. Pre každú z deviatich



kategórií BREEAM sa počet udelených kreditov určuje podľa počtu kreditov, ktoré sú k dispozícii, keď boli splnené kritériá každého hodnotenia. Pre každú sekciu sa vypočíta percento dosiahnutých dostupných kreditov. Percento kreditov dosiahnutých v každej sekcii sa vynásobí zodpovedajúcou váhou pre každú sekciu, čím sa získa celkové skóre environmentálnej kategórie. Skóre sekcií sa spočítajú a získajú celkové skóre BREEAM. Celkové skóre sa porovnáva s referenčnými úrovňami hodnotenia BREEAM a za predpokladu, že sú splnené všetky minimálne štandardy, je dosiahnuté príslušné hodnotenie BREEAM. Ku konečnému skóre BREEAM je možné pridať ďalšie 1 % za každý dosiahnutý inovačný kredit (až do maximálne 10 % s celkovým skóre BREEAM obmedzeným na 100 %).

Tabuľka 1 – Príklad výpočtu skóre a hodnotenia BREEAM UK. Zdroj: www.breeam.com

BREEAM section	Credits achieved	Credits available	% of credits achieved	Category weighting (fully-fitted)	Section score (%)
Management	14	21	66.67	0.11	7.33
Health and Wellbeing	12	22	54.55	0.14	7.64
Energy	15	31	48.39	0.16	7.74
Transport	8	12	66.67	0.10	6.67
Water	4	10	40.00	0.07	2.80
Materials	8	14	57.14	0.15	8.57
Waste	3	6	50.00	0.06	3.00
Land Use and Ecology	5	10	50.00	0.13	6.50
Pollution	8	12	66.67	0.08	5.33
Innovation	2	10	20.00	0.10	2.00
Final BREEAM score				57.58%	
BREEAM Rating				VERY GOOD	

6 ASPEKTY ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA, KOMFORTU A POŽIARNEJ OCHRANY

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.

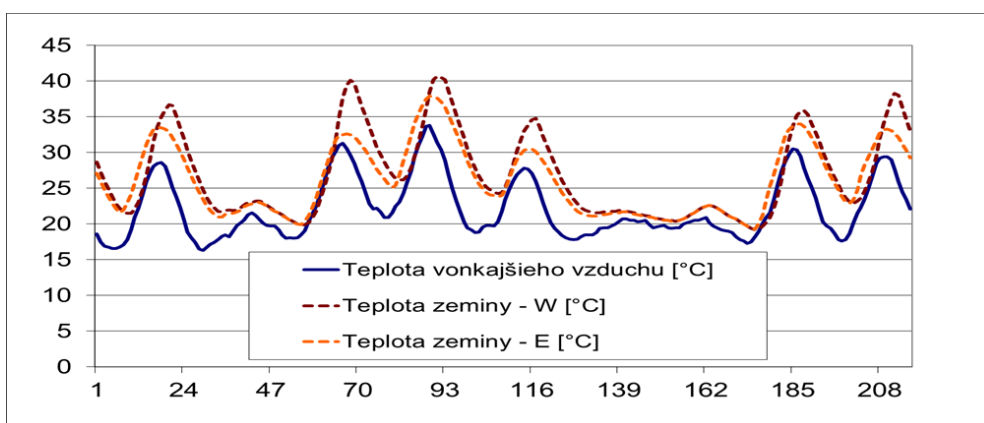
Z hľadiska kvality vnútorného prostredia je samotná zeleň viac-menej nepodstatný faktor, oveľa dôležitejšiu úlohu hrá zemný substrát, ktorý môže prispievať k tepelnej ochrane vnútorného prostredia tak v letnom ako aj zimnom období. V letnom období najmä schopnosťou akumulovať slnečné žiarenie a tým zabraňovať 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

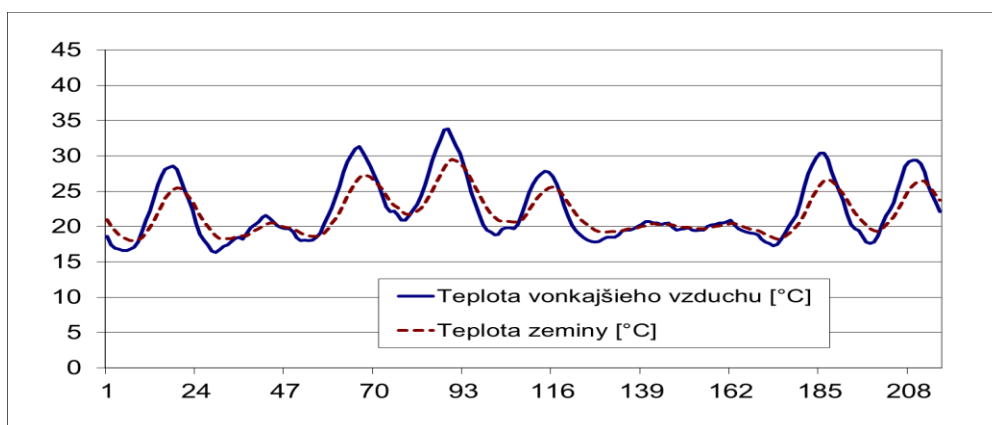
cca. 16 Kelvinov, sú korene rastlín vysadených na vegetačných strechách vystavené oveľa väčšiemu teplotnému rozsahu.

6.3 PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA

Na príklade typickej zelenej strechy s extenzívnou zeleňou sa v prípadovej štúdii ([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. 8) oveľa väčšie výkyvy ako priebeh teploty v pôde okolitého terénu v rovnakej hĺbke pod povrchom (obr. 9).



Obrázok 8 - 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 9 - Priebeh teplôt vonkajšieho vzduchu a v hĺbke zeminy 6 cm pod povrchom okolitého terénu počas typických letných dní (čas je uvedený v hodinách)



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.

7 REFERENCIE

S. El Khouli a kol.: *Techniky udržateľnej výstavby, Detail* (2015)

Hodnotenie životného cyklu (LCA) – príručka k prístupom, skúsenostiam a zdrojom informácií), *Séria environmentálnych problémov*, č. 6, EEA, 1997

Zavriet, PD: *Zatepľovanie budov*. Tretie vydanie, vydané American Technical Society, Chicago, USA, 1946

Csík, A.: *Optimalizácia nákladov stavebných plášťov a potenciálne aplikácie v národných správach*. In: *Advanced Building Skiny*. Zborník z konferencie 9. ENERGETICKÉHO FÓRA, 28. - 29. október 2014, Bressanone, Taliansko, vydavateľstvo Economic Forum, Mníchov, Nemecko, 2014, s. 1117-1128

Jamnický, M., Rabenseifer, R.: *Environmentálne hodnotenie budov – návrh*. In: *Slovak Journal of Civil Engineering*, Vol. 28, 2020, č. 1, s. 20 – 24

Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2002/91/ES zo 16. decembra 2002 o energetickej hospodárnosti budov

Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2010/31/EÚ z 19. mája 2010 o energetickej hospodárnosti budov (prepracované znenie)

Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2018/844 z 30. mája 2018, ktorou sa mení a dopĺňa smernica 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov a smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti

EN 15643 *Udržateľnosť stavebných prác. Hodnotenie trvalej udržateľnosti budov*. 1. – 5. časť

Waltjen, T.; Mötzl, H.; Mück, W.; Torghelle, K.; Zelger, T. *Ökologischer Bauteilkatalog. Bewertete Gängige Konstruktionen*. (Katalóg ekologických komponentov. Hodnotené bežné



stavby). IBO, Österr. Inst. f. Baubiologie u.-ökologie ud Zentrum f. Bauen u. Umwelt, Donau- Univ. Krems; Springer Verlag: Berlín, Nemecko, 1999. (v nemčine)

Eyerer, P.; Reinhardt, H.-W. Ökologische Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden. Wege zu einer ganzheitlichen Bilanzierung. (Ekologické vyvažovanie stavebných materiálov a budov. Cesty k celostnej rovnováhe). Reihe BauPraxis; Birkhäuser Verlag, Bazilej, Švajčiarsko: 1999. (v nemčine)

<https://www.oekobaudat.de/>

Pfundstein, M.; Gellert, R.; Spitzner, MH; Rudolphi, A. Izolačné materiály: princípy, materiály, aplikácie, 1. vydanie; Birkhäuserverlag – Detail vydania: Bazilej, Švajčiarsko; 2008; s. 93-105.

H. König a kol.: Prístup k budovám počas životného cyklu, Detail (2010)

H. Kreiner a kol.: LCA a LCCA v kontexte energetickej účinnosti a využívania obnoviteľné zdroje energie, príručka pre Build Up Skills ingREes (2016)

S. El Khouli a kol.: Techniky udržateľnej výstavby, Detail (2015)

ISO 41011:2017 Facility management — Slovná zásoba

Smernica o stavebných výrobkoch (CPD) a nariadenie (EÚ) č. 305/2011.

ISO 14040 Environmentálny manažment – Hodnotenie životného cyklu – Princípy a rámec

EN 15643-1 Udržateľnosť stavebných prác. Hodnotenie trvalej udržateľnosti budov. Časť 1 Všeobecný rámec

EN 15643-2 Udržateľnosť stavebných prác. Hodnotenie trvalej udržateľnosti budov. Časť 2 Rámec hodnotenia environmentálneho správania

EN 15643-3 Udržateľnosť stavebných prác. Posudzovanie budov. Časť 3 Rámec hodnotenia sociálnej výkonnosti

EN 15643-4 Udržateľnosť stavebných prác. Posudzovanie budov. Časť 4 Rámec hodnotenia ekonomickej výkonnosti

EN 15643-5 Udržateľnosť stavebných prác - Hodnotenie trvalej udržateľnosti budov a inžinierskych stavieb - Časť 5 Rámec o špecifických princípoch a požiadavkách na inžinierske stavby.

EN 15643 Udržateľnosť stavebných prác. Hodnotenie trvalej udržateľnosti budov.



EN 15804+A1 Trvalá udržateľnosť stavebných prác. Environmentálne vyhlásenia o produktoch.

CEN/TR 17005 Udržateľnosť stavebných prác - Dodatočné kategórie a ukazovatele vplyvov na životné prostredie - Základné informácie a možnosti - Vyhodnotenie možnosti doplnenia kategórií vplyvov na životné prostredie a súvisiacich ukazovateľov a výpočtových metód na hodnotenie environmentálneho správania budov.

EN 15978 Udržateľnosť stavebných prác. Hodnotenie environmentálneho správania budov. Metóda výpočtu.

ISO 15686-5 Stavby a vybudované aktíva – Plánovanie životnosti – Časť 5: Kalkulácia životného cyklu

Ekologické stavebné produkty, IMBT-TU Graz, Build Up Skills ingREeS, 2016

Životné prostredie Európy – stav a výhľad 2010 (SOER 2010), EEA, 2010

Miléniové hodnotenie ekosystémov, 2005; EEA, 2010.

Smernica o stavebných výrobkoch (CPD) a nariadenie (EÚ) č. 305/2011.

Charles J. Kibert: Stanovenie princípov a model pre trvalo udržateľnú výstavbu. CIB TG 16, Sustainable Construction, Tampa, Florida, USA, 6. – 9. novembra 1994.

Marc Ottelé, A Green Building Envelope: Rozhodujúci príspevok k biofilným mestám. In Biotechnológie a biomimetika pre stavebníctvo, Springer 2015, ISBN: 978-3-319-09287-4.

El khouli et. al: Techniky udržateľnej výstavby, Od konštrukčného návrhu po interiérové vybavenie: hodnotenie a zlepšovanie vplyvu budov na životné prostredie. DETAIL edície Zelené knihy, ISBN: 978-3-95553-239-0.

<https://ecococon.eu/>

Kasper Guldager, Jensen a Harpa Birgisdottir. (2018). Sprievodca certifikáciami trvalo udržateľných budov, Vydali SBI a GXN, 1. vydanie PDF, ISBN: 978-87-563-1881-5. Dostupné online: <https://www.buildup.eu/en/practices/publications/sustainable-building-certifications-comparative-guide>

Catrin Heincke a Daniel Olsson. (2012). Simply Green: Rýchly sprievodca systémami environmentálnej a energetickej certifikácie pre udržateľné budovy. Swegon Air Academy, Kvänum, Švédsko. ISBN: 978-91-977443-5-5.

Sam Kubba. (2012). Príručka projektovania a výstavby zelených budov: LEED, BREEAM, a Zelené glóbusy. Elsevier. ISBN 978-0-12-385128-4.



Charles J. Kibert. (2016). Trvalo udržateľná výstavba: návrh a dodávka zelených budov. Štvrté vydanie, John Wiley & Sons. ISBN: 978-1-119-05532-7.

www.breeam.com

Čermáková, Barbora & Mužíková, Radka. (2009). Ozeleněné střechy. Vydala Grada Publishing, as, Praha, Česká republika (v češtine)

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

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+



SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

