



# ENVIRONMENTÁLNE VHODNÉ STAVEBNÉ MATERIÁLY

A. Eštoková

# 8

## ENVIRONMENTÁLNE VHODNÉ STAVEBNÉ MATERIÁLY

Stavebníctvo patrí k najvýznamnejším spotrebiteľom prírodných zdrojov a energie a vo významnej miere sa podieľa na znečisťovaní životného prostredia a zmene klímy. Stavebný sektor je zodpovedný za takmer 40 % celkovej environmentálnej záťaže Európskej únie. Na tvorbe acidifikačných alebo skleníkových plynov sa podieľa nielen prevádzka budov, ale aj ťažba, preprava surovín, výroba stavebných materiálov ako aj procesy výstavby alebo demolácia budov. Stavebné materiály ako hlavné súčasti stavebných konštrukcií zohrávajú významnú úlohu v celkovom vplyve budovy na životné prostredie a ich environmentálne vplyvy získavajú čoraz viac na dôležitosť s projektovaním energeticky pasívnych budov, u ktorých je znížená potreba energie a tým nepriamo aj emisie skleníkových plynov počas prevádzky budovy. Aby sa minimalizovali negatívne vplyvy budov, je teda dôležité zamerať sa nielen na energetické aspekty prevádzky budovy, ale mať na pamäti aj environmentálne vlastnosti stavebných materiálov. Environmentálne vlastnosti stavebných materiálov, resp. ich environmentálnu vhodnosť je možné hodnotiť iba na základe hodnoverných informácií, ktoré je možné získať prostredníctvom aplikácie metód environmentálneho hodnotenia.

### 8.1 Spôsoby environmentálneho hodnotenia

Environmentálne hodnotenie sa môže vykonávať na rôznych úrovniach s rôznym stupňom presnosti alebo s osobitným zreteľom na použité materiály. Najviac používané spôsoby posudzovania environmentálnej vhodnosti stavebných materiálov sú na Obr. 8.1.

Obr. 8.1 Typy environmentálneho hodnotenia a označovania stavebných produktov



Zdroj: Environmentálne manažérstvo v stavebníctve / Adriana Eštoková, Jozef Mitterpach, Marcela Ondová - 1. vyd - Košice : TU - 2017. - 176 s.. - ISBN 978-80-553-3163-8.

### 8.1.1 Eko-labeling

Eko-labeling alebo proces udeľovania environmentálnej značky reprezentuje I. typ environmentálneho hodnotenia a označovania stavebných produktov. Toto hodnotenie je založené na nezávislom posudzovaní treťou stranou, ktorá posudzuje zhodu produktu so stanovenými environmentálnymi požiadavkami. Všeobecné princípy opisuje norma ISO 14024 (STN ISO 14024: 2018).

Environmentálna značka je deklaráciou, že produkt, ktorý ju získal, spĺňa nadštandardné požiadavky z hľadiska ochrany životného prostredia a je teda environmentálne vhodnejší v porovnaní s inými produktami. Udeľenie značky neznamena, že by produkt nemal nijaký negatívny vplyv na životné prostredie, a že je úplne neškodný, ale zaručuje, že je vyrobený šetrnejším spôsobom a ovplyvňuje životné prostredie menej ako iné porovnateľné výrobky na trhu. Pod pojmom produkt v rámci procesu environmentálneho označovania rozumieme výrobok alebo službu.

Environmentálnymi značkami na Slovensku sú národná environmentálna značka „Environmentálne vhodný produkt“ (Obr. 8.2) , a Európska environmentálna značka „Environmentálna značka EÚ“, predtým známa ako „Európsky kvet“ (Obr. 8.2).

Obr. 8.2 Environmentálne značky na Slovensku



Poznámka: Vľavo – slovenská národná environmentálna značka „Environmentálne vhodný produkt“; vpravo - Európska environmentálna značka „Environmentálna značka EÚ“.

Zdroj: <https://www.sazp.sk/zivotne-prostredie/environmentalne-manazerstvo/environmentalne-oznacovanie-produktov/environmentalne-oznacovanie-produktov.html>

Environmentálne označovanie produktov typu I. predstavuje jeden z dobrovoľných nástrojov environmentálnej politiky, ktorý sa v Slovenskej republike uskutočňuje od roku 1997. Podmienky a postup pri udeľovaní a používaní národných environmentálnych značiek upravuje zákon č. 217/2007 Z.z. ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 469/2002 Z. z. o environmentálnom označovaní výrobkov v znení zákona č. 587/2004 Z. z. a Vyhláška č. 258/2003 Z.z., ktorou sa vykonáva zákon. Udeľovanie európskej environmentálnej značky sa vykonáva podľa nariadenia EP a R (ES) č. 66/2010 o environmentálnej značke EÚ. Proces udeľovania environmentálnych značiek je, ako už bolo spomenuté, založený na posudzovaní zhody produktov s osobitnými environmentálnymi kritériami pre príslušnú skupinu produktov. O právo používať značku „Environmentálne vhodný produkt“ môže žiadať výrobca, dovozca alebo predávajúci pre svoj výrobok alebo službu, ak je tento zaradený do skupiny produktov, pre ktorú boli vydané osobitné environmentálne kritéria na národnej (Oznámenie MŽP SR) alebo európskej úrovni (Rozhodnutie Európskej komisie (EK)). Oznámenie MŽP SR je technický dokument s plným názvom "Oznámenie o určení skupín produktov, podskupín produktov a osobitných podmienok na udelenie národnej environmentálnej značky", ktorý schvaľuje a vydáva Ministerstvo životného prostredia, a prostredníctvom ktorého sa vykonáva proces overovania zhody produktu so stanovenými osobitnými podmienkami pre príslušnú skupinu produktov. Osobitné podmienky v sebe zahŕňajú okrem vymedzenia produktovej skupiny a definície pojmov, základné a špecifické požiadavky, ktoré reprezentujú kritéria na udelenie environmentálnej značky, ako aj spôsob overenia zhody parametrov produktu s týmito kritériami (Obr. 8.3).



Zdroj: A. Eštoková

Špecifické požiadavky sú environmentálne požiadavky, ktorých dosiahnutie môže prispieť k zlepšeniu životného prostredia, napr. šetrením prírodných zdrojov a energie, náhradou nebezpečných látok vo výrobku, znížením množstva odpadu, znížením emisií škodlivín, predĺžením životnosti, a pod.

Na Slovensku sú špecifické environmentálne kritéria v rámci osobitných podmienok pre národnú značku aktuálne stanovené pre 5 produktových skupín z oblasti stavebných materiálov (Tab. 8.1), pričom tieto kritéria sa v pravidelných trojročných intervaloch aktualizujú.

Tab. 8.1 Skupiny stavebných výrobkov, pre ktoré sú definované podmienky na získanie národnej environmentálnej značky

Skupiny produktov	Oznámenie MŽP SR č.	Platnosť
Cementy	2/19	2019 - 2022
Betónové strešné krytiny	1/19	2019- 2022
Biodegradovateľné plastové materiály a produkty z nich	3/19	2019 - 2022
Izolačné materiály	3/21	2021 - 2024
Drôtokamenné konštrukcie	1/21	2021 - 2024

Poznámka: Platné Oznámenia k dátumu: január 2022.

Zdroj: <https://www.sazp.sk/zivotne-prostredie/environmentalne-manazerstvo/environmentalne-oznacovanie-produktov/environmentalne-oznacovanie-produktov.html>

V minulosti boli v SR platné aj špecifické požiadavky pre ďalšie produktové skupiny, ako boli: Murovacie materiály, Dosky na báze dreva, Okná a dvere, Lepidlá a tmely alebo Náterové látky.

Skupiny stavebných produktov, pre ktoré je možné získať európsku environmentálnu „Environmentálna značka EÚ“ značku sú v Tab. 8.2.

Tab. 8.2 Skupiny stavebných výrobkov, pre ktoré sú definované podmienky na získanie európskej environmentálnej značky

Skupiny produktov	Rozhodnutie EK č.	Platnosť
Tuhé krytiny	2021/476/EÚ	do 2028
Podlahové krytiny na báze dreva, korku a bambusu	2017/176/EÚ	do 2023
Vnútorne a vonkajšie náterové farby a laky	2014/312/EÚ	do 2023
Nábytok	2016/1332/EÚ	do 2022
Turistické ubytovacie zariadenia	2017/175/EÚ	do 2025

Poznámka: Platné Rozhodnutia EK k dátumu: január 2022.

Zdroj: <https://www.sazp.sk/zivotne-prostredie/environmentalne-manazerstvo/environmentalne-oznacovanie-produktov/environmentalne-oznacovanie-produktov.html>

Environmentálne kritéria pre dané skupiny stavebných produktov sa stanovujú pre najzávažnejšie environmentálne aspekty stavebného výrobku počas jeho životného cyklu, pričom zvyčajne sa viažu na výrobu alebo používanie produktu. Pre každú produktovú skupinu sa určujú aj požiadavky na obalový materiál.

Pre ilustráciu sú uvedené špecifické environmentálne požiadavky pre produktovú skupinu cementov. Špecifické požiadavky pre skupinu cementov určujú viaceré limity, ako sú maximálna ročná merná spotreba energie pri výpale 1t portlandského slinku – Obr. 8.4, a limitné emisie znečisťujúcich látok – Tab. 8.3 počas ustálenej prevádzky cementárskej rotačnej pece; ako aj najvyššie prípustné hodnoty rádionuklidov a obsahu fosforu a šesťmocného chrómu vo vyrobených cementoch.

Obr. 8.4 Maximálna ročná merná spotreba energie pri výpale 1t portlandského slinku

2 900 – 3 300 MJ/t	max 3 500 MJ/t	max 3 600 MJ/t	max 3 650 MJ/t
<ul style="list-style-type: none"> <li>• pre nové a modernizované zariadenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pri spaľovaní čierneho uhlia bez spoluspaľovania odpadov alebo alternatívnych palív</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pri spoluspaľovaní odpadov vrátane alternatívnych palív, z ktorých sa získa menej ako 50% podiel tepelného príkonu cementárskej rotačnej pece</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pri spoluspaľovaní odpadov vrátane alternatívnych palív, z ktorých sa získa &gt;50% podiel tepelného príkonu cementárskej rotačnej pece</li> </ul>

Poznámka: Tieto limitné hodnoty sa týkajú ustálenej prevádzky cementárskej rotačnej pece.

Zdroj: Oznámenie MŽP SR o osobitných podmienkach na udelenie národnej environmentálnej značky [https://www.minzp.sk/files/eu/oznamenie\\_mzp\\_sr\\_cementy\\_1-16.pdf](https://www.minzp.sk/files/eu/oznamenie_mzp_sr_cementy_1-16.pdf)

Emisie znečisťujúcich látok, merané automatizovaným meracím systémom (AMS), pri spoluspaľovaní odpadov vrátane alternatívnych palív nesmú prekročiť priemerné ročné limitné hodnoty, ktoré sú prehľadne zhrnuté v Tab. 8.3.

Tab. 8.3 Limitné hodnoty znečisťujúcich látok pri výrobe cementu pre získanie národnej environmentálnej značky

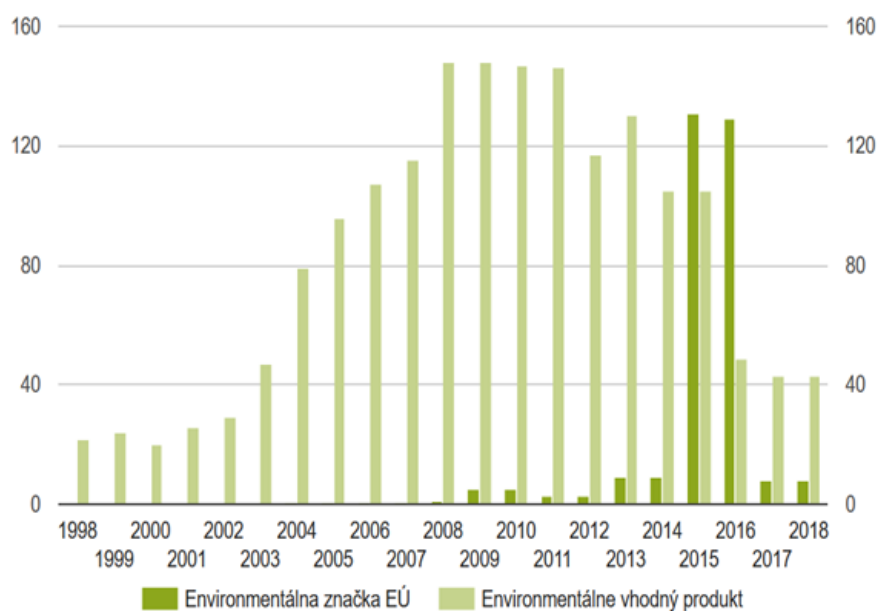
Znečisťujúca látka	Emisný limit (mg/Nm <sup>3</sup> )
Tuhé znečisťujúce látky (TZL)	20
Oxidy síry vyjadrené ako SO <sub>2</sub>	50
Oxidy dusíka vyjadrené ako NO <sub>2</sub>	500
Amoniak NH <sub>3</sub>	30
Oxid uhoľnatý CO	2 000

Poznámka: Tieto limitné hodnoty sa týkajú ustálenej prevádzky cementárskej rotačnej pece.

Zdroj: Oznámenie MŽP SR o osobitných podmienkach na udelenie národnej environmentálnej značky  
[https://www.minzp.sk/files/eu/oznamenie\\_mzp\\_sr\\_cementy\\_1-16.pdf](https://www.minzp.sk/files/eu/oznamenie_mzp_sr_cementy_1-16.pdf)

Ďalšou požiadavkou je dodržanie najvyššej prípustnej hodnoty hmotnostnej aktivity rádia <sup>226</sup>Ra (100 Bq/kg) v hotových cementoch a najvyššej prípustnej hodnoty indexu hmotnostnej aktivity pre obsah prírodných rádionuklidov stavebných výrobkov  $I < 1$ . Stanovené sú aj najvyššie hodnoty obsahu fosforu (menej ako 2 hmotnostné % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) a chrómu v cementoch. Obsah šesťmocného chrómu (Cr<sup>VI</sup>) nesmie prekročiť v balených cementoch 1,8 mg Cr<sup>VI</sup> na 1 kg cementu. Požiadavky pre udelenie európskej environmentálnej značky sú spracované komplexnejšie, ako je to v procese udeľovania našej národnej značky, hodnotia sa všetky environmentálne dopady produktu a vychádzajú z jednotlivých fáz životného cyklu stavebného výrobku od získavania surovín až po prípadnú likvidáciu. Vývoj udeľovania environmentálnych značiek od začiatku národného eko-labelingového programu ilustruje Obr. 8.5.

Obr. 8.5 Trend udeľovania environmentálnych značiek na Slovensku



Zdroj: <https://www.sazp.sk/zivotne-prostredie/environmentalne-manazerstvo/environmentalne-oznacovanie-produktov/environmentalne-oznacovanie-produktov.html>

V súčasnosti existujú systémy environmentálneho hodnotenia a označovania na národnej alebo nadnárodnej úrovni vo viacerých krajinách sveta. Prvý systém označovania výrobkov bol zriadený v roku 1977 v Nemeckej spolkovej republike, následne v roku 1988 zaviedla hodnotenie environmentálnej vhodnosti výrobkov Kanada. Prvý nadnárodný systém, nordický eko-labelingový program „Biela labuť“, vznikol v roku 1989 a participujú na ňom Fínsko, Island, Nórsko a Švédsko. V roku 1989 zaviedli ekolabelingový program v Japonsku a v USA. V roku 1994 bola založená globálna sieť environmentálneho označovania výrobkov a služieb GEN – Global Ecolabelling Network, (Obr. 8.6), nezisková asociácia eko-labelingových organizácií z celého sveta.

---

Obr. 8.6 Logo siete, združujúcej eko-labelingové programy z celého sveta

---



Zdroj: <https://globalecolabelling.net/>

Príklady eko-labelingových programov, ako aj stavebných výrobkov, pre ktoré je možné získať environmentálnu značku vo vybraných krajinách sú na Obr. 8.7. Pre jednotlivé eko-labelingové programy sú na obrázku uvedené aj príklady skupín stavebných produktov, pre ktoré sú v danej krajine určené špecifické environmentálne kritéria, a pre ktoré je teda možné získať v rámci procesu hodnotenia environmentálnu značku. Jednotlivé krajiny si stanovujú vlastné environmentálne požiadavky vo väzbe na národné špecifiká.

Obr. 8.7 Príklady eko-labelingových programov v Európe a vo svete

	<p><b>ŠVÉDSKO</b> GOOD GREEN BUY, TCO kancelársky nábytok</p>		<p><b>AUSTRÁLIA</b> ENVIRONMENTAL CHOICE farby a laky, drevené dosky</p>
	<p><b>ŠPANIELSKO</b> AENOR-Medio Ambiente farby a laky</p>		<p><b>KANADA - ENVIRONMENTAL CHOICE</b> kancelársky nábytok, tepelné izolácie, oceľové konštrukčné výrobky, farby a laky</p>
	<p><b>CHORVÁTSKO</b> ENVIRONMENTAL LABEL produkty z odpadového dreva, vo vode rozpustné náterové hmoty</p>		<p><b>SINGAPÚR - GREEN LABEL SINGAPORE</b> produkty z odpadového dreva, vo vode rozpustné náterové hmoty</p>
	<p><b>HOLANDSKO</b> ECOLABEL výrobky z betónu</p>		<p><b>ČÍNA - CHINA ENVIRONMENTAL LABELLING</b> dvere a okná, drevené podlahy, náterové hmoty, stavebný materiál bez obsahu azbestu</p>
	<p><b>ČESKÁ REPUBLIKA</b> EKOLOGICKY ŠETRNÝ VÝROBEK trubky, tvarovky a potrubné systémy, tepelno-izolačné materiály zo zberového papiera</p>		<p><b>TAIWAN - GREEN MARK</b> portlandský cement, tepelno-izolačné materiály, drevený nábytok, stavebné materiály z odpadových hmôt</p>
	<p><b>NEMECKO</b> BLUE ANGEL produkty na báze dreva, stavebné materiály z odpadového skla a recyklovaného papiera, nátery</p>		<p><b>NOVÝ ZÉLAND</b> ENVIRONMENTAL CHOICE podlahové krytiny, tepelno-izolačné materiály, sadrokartónové dosky</p>
	<p><b>UKRAJINA</b> LIVING PLANET stavebné materiály, farby a laky</p>		<p><b>HONG KONG - ECOLABEL, GREEN LABEL</b> okná, PVC trubky, stavebné materiály s obsahom popolčeka, podlahové materiály</p>
	<p><b>NÓRSKO - NORDIC SWAN ECOLABEL</b> fasádne panely, drevo, okná a dvere, malé domy, apratmánové a školské budovy</p>		<p><b>USA</b> GREEN SEAL okná, farby, protikorozióne nátery</p>
	<p><b>JAPONSKO - ECO MARK</b> obkladové krytiny, cement, dlažobné materiály, stavebné materiály z recyklovaných materiálov</p>		<p><b>JAPONSKO - ECO MARK</b> obkladové krytiny, cement, dlažobné materiály, stavebné materiály z recyklovaných materiálov</p>



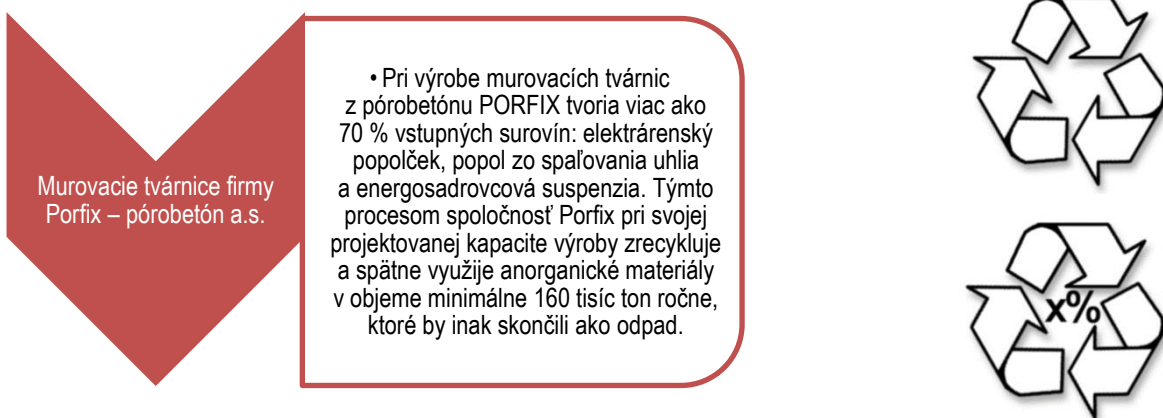
### 8.1.2 Vlastné tvrdenie o environmentálnych vlastnostiach produktov

Vlastné vyhlásenie tvrdenia o environmentálnych vlastnostiach produktu je druhým zo spôsobov environmentálneho hodnotenia a označovania stavebných materiálov a je známe ako Environmentálne označovanie typu II, ktorého zásady a princípy sú štandardizované v medzinárodnej norme ISO 14021 (STN ISO 14021: 2016). Tento spôsob sa používa výrobcami, dovozcami, distribútormi, maloobchodníkmi alebo kýmkoľvek, kto má pravdepodobný prospech z tvrdenia, najčastejšie v prípadoch, kedy nie sú stanovené environmentálne požiadavky na daný produkt v rámci environmentálneho označovania typu I.

Pod pojmom environmentálne tvrdenie sa rozumie slovné prehlásenie, symbol alebo obrazec (Obr. 8.8), ktorý poukazuje na vybraný environmentálny aspekt produktu. Pojmom environmentálny aspekt sa pri tom rozumie prvok činnosti, výrobu alebo služieb organizácie, ktorý môže ovplyvňovať životné prostredie. V SR Odbor environmentálneho manažerstva SAŽP (Slovenská agentúra životného prostredia) vykonáva overenie environmentálneho vyhlásenia typu II a na základe podanej žiadosti a vydáva certifikát. Vlastné vyhlásenia sa však môžu uvádzať aj bez certifikácie treťou stranou. Vlastné environmentálne vyhlásenia musia v zmysle noriem pre environmentálne hodnotenie typu II spĺňať určité požiadavky, napr.:

- environmentálne tvrdenie musí byť špecifické, presné a konkrétne,
- informácie uvádzané v tvrdení musia byť overiteľné a zdokumentované príslušným meraním alebo výpočtom,
- slovné vyjadrenie nesmie byť neurčité, nemajú sa používať termíny ako napr. „ekologický“, „priateľský voči životnému prostrediu“ a pod.,
- tvrdenie sa musí používať iba v odpovedajúcich súvislostiach, napr. predpona „bez“ (rozumie sa bez prítomnosti nejakej škodlivej látky) sa môže použiť iba za presne špecifikovaných podmienok,
- musí zohľadňovať významné aspekty životného cyklu produktu.

Obr. 8.8 Príklad vlastného tvrdenia o environmentálnych vlastnostiach produktu



Poznámka: Vľavo – príklad slovného vyjadrenia tvrdenia; vpravo – symbol pre označenie recyklovateľnosti výrobku alebo percenta obsahu recyklovaného materiálu tzv. Mobiusova slučka

Zdroj: <https://www.sazp.sk/zivotne-prostredie/environmentalne-manazerstvo/environmentalne-oznacovanie-produktov/>

Mobiusova slučka (Obr. 8.8) je typickým príkladom symbolu environmentálneho hodnotenia typu II a používa sa napr. pre označovanie obalov a obalových materiálov. Značky príslušnosti k systému triedenia a recyklácie odpadov z obalov predstavujú jednu z dôležitých vlastností z pohľadu životného prostredia, nie sú však dôkazom celkovej environmentálnej vhodnosti výrobku resp. obalu. Napr. Mobiusova slučka, ktorou sa podľa normy pre označovanie II. typu (ISO 14021) označuje recyklovateľnosť výrobku alebo určitý obsah recyklovaného materiálu, nezahŕňa posúdenie

ostatných environmentálnych charakteristík. Tento fakt je istým ohraničením vo vzťahu k životnému prostrediu pri environmentálnom hodnotení a označovaní II. typu, ktoré je zamerané len na jednu oblasť posudzovania, a upriamuje pozornosť len na jeden, popri prípade niekoľko vybraných environmentálnych aspektov a to v subjektívnom ponímaní výrobcu. Environmentálne hodnotenie typu II preto nepredstavuje komplexné hodnotenie vplyvu produktu na životné prostredie a nevyjadruje celkovú environmentálnu vhodnosť stavebného produktu.

### 8.1.3 Environmentálne vyhlásenie o produkte (EPD)

Environmentálne vyhlásenie o produkte (angl. Environmental Product Declaration – EPD) je výsledkom procesu environmentálneho hodnotenia a označovania typu III podľa ISO 14025 (STN ISO 14025: 2006), ktoré je založené na posudzovaní životného cyklu produktu metódou hodnotenia životného cyklu (angl. Life Cycle Assessment – LCA). Cieľom environmentálnych vyhlásení typu III je uľahčiť porovnávanie environmentálnych vlastností produktov, ktoré plnia rovnakú funkciu (tzv. porovnávacie tvrdenia). Navyše, v oblasti stavebníctva je zmyslom poskytnúť základ pre hodnotenie budov a iných stavieb a identifikovať tie, ktoré spôsobujú menšiu záťaž pre životné prostredie.

EPD poskytuje presné číselné údaje o stavebnom produkte v stanovených environmentálnych kategóriách (Tab. 8.4), pričom zahŕňa vybrané povinné a nepovinné fázy životného cyklu – od ťažby palív a surovín, prepravu, cez výrobu produktu vrátane medziproduktov, montáž, používanie, údržbu, demontáž, až po zneškodnenie (znovu použitie, recykláciu a pod.).

Tab. 8.4 Povinné kategórie vplyvu, ktoré musí obsahovať EPD stavebných produktov

Kategória vplyvu	Indikátor	Charakteristika / Príčina	Jednotkový ekvivalent
Klimatická zmena	Potenciál globálneho otepľovania (GWP)	Nárast teploty Zeme v dôsledku zvyšovania koncentrácie skleníkových plynov v atmosfére.	kg CO <sub>2</sub> - ekvivalent
Narušovanie ozónovej vrstvy	Potenciál narušovania ozónovej vrstvy (ODP)	Znižovanie koncentrácie stratosférického ozónu v dôsledku pôsobenia škodlivých látok, najmä halogénovaných organických zlúčenín.	kg CFC11 - ekvivalent
Acidifikácia	Potenciál acidifikácie (AP)	Zvýšené okysľovanie vody a pôdy v dôsledku vodíkových kationtov, ktoré sa do prostredia dostávajú atmosférickou depozíciou.	mol H <sup>+</sup> ekvivalent
Eutrofizácia	Potenciál eutrofizácie (EP)	Nadmerný obsah živín (hlavne dusíka a fosforu) vo vodách.	kg P - ekvivalent kg N - ekvivalent
Tvorba fotooxidantov	Potenciál tvorby fotooxidantov (POCP)	Vznik rôznych nebezpečných látok pri reakciách prchavých uhľovodíkov s kyslíkatými radikálmi a oxidmi dusíka v troposfére, napr. ozónu.	kg NMVOC – ekvivalent
Vyčerpávanie abiotických zdrojov	Potenciál vyčerpávania abiotických zdrojov (ADP)	Využívanie obnoviteľných a neobnoviteľných nerastných surovín	kg Sb – ekvivalent MJ
Spotreba vody	Potenciál nedostatku vody (WDP)	Nedostatok pitnej vody pre človeka alebo ekosystém v dôsledku spotreby v danom regióne	m <sup>3</sup> – ekvivalent

Zdroj: STN EN 15804+A2+AC Trvalá udržateľnosť výstavby - Environmentálne vyhlásenia o produktoch - Základné pravidlá skupiny stavebných produktov.

Okrem dopadov produktu v jednotlivých environmentálnych kategóriách sa deklarujú aj hodnoty spotreby energie a produkcie odpadov. EPD teda poskytuje informácie o energetických a materiálových zdrojoch, ktoré súvisia s hodnoteným stavebným produktom, ako aj jeho konkrétne environmentálne dopady. Okrem toho, dáta v EPD obsahujú informácie o technických vlastnostiach produktu a poskytujú odhad napríklad pre funkčnosť, životnosť jednotlivých konštrukčných materiálov, alebo celkov a tiež vplyv na niektorú špecifickú zložku životného prostredia. Dokumenty (EPD) s týmito údajmi musia byť verejne prístupné a údaje v nich obsiahnuté musia byť transparentné a overiteľné.

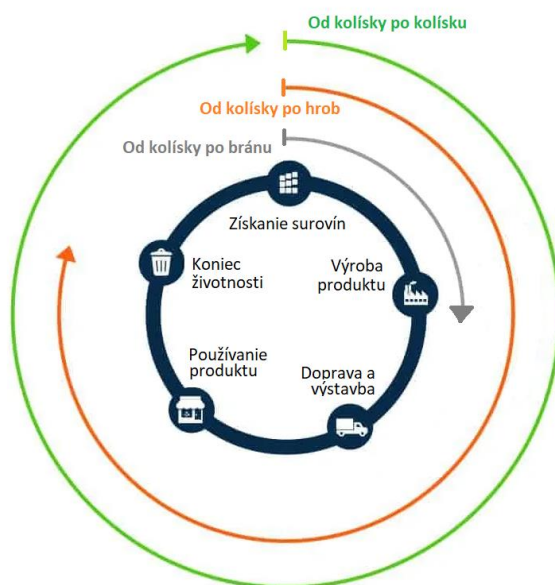
Zásady a princípy vypracovania EPD pre stavebné produkty sú opísané v norme STN EN 15804+A2+AC Trvalá udržateľnosť výstavby - Environmentálne vyhlásenia o produktoch - Základné pravidlá skupiny stavebných produktov. Táto európska norma poskytuje základné pravidlá pre všetky stavebné výrobky a služby. Poskytuje základnú štruktúru, ktorá zabezpečuje, že environmentálne vyhlásenia o produktoch (EPD) týkajúce sa stavebných výrobkov, služieb a procesov budú vypracované, overované a prezentované jednotným spôsobom. EPD vypracované podľa tejto normy poskytuje kvantifikované environmentálne informácie o stavebnom výrobku alebo službe na jednotnom a vedeckom základe. Poskytuje tiež informácie o emisiách do vnútorného prostredia pôsobiacich na zdravie, emisiách do pôdy a vody počas fázy používania budovy.

EPD stavebných produktov zahŕňa tieto fázy životného cyklu:

- **povinná fáza životného cyklu** – výroba produktu (od ťažby palív a surovín, prepravu, cez výrobu medziproduktov a energie, výrobu samotného produktu a obalov). Takému EPD sa hovorí „od kolísky po bránu“ (angl. Cradle-to-Gate).
- **nepovinné fázy životného cyklu** - zabudovanie produktu do stavby, montáž, používanie, údržbu, demontáž až po koniec životnosti produktu (opätovné použitie, recyklácia, uloženie na skládke).

Ak EPD zahŕňa povinnú a všetky nepovinné fázy životného cyklu produktu, tak takéto EPD sa označuje ako „od kolísky po hrob“ (angl. Cradle-to-Grave) alebo „od kolísky po kolísku“ (angl. Cradle-to-Cradle) – Obr. 8.9.

Obr. 8.9 EPD stavebných produktov podľa fáz životného cyklu, zahrnutých do hodnotenia



Zdroj: <https://ecochain.com/knowledge/life-cycle-assessment-lca-guide/>

Bližšie informácie o procesoch a scenároch, ktoré majú byť uvažované v jednotlivých fázach životného cyklu v rámci EPD pre konkrétne skupiny produktov sa vydávajú vo forme metodických pokynov pre spracovanie LCA pre jednotlivé skupiny produktov, tzv. Pravidiel pre skupinu produktov (angl. Product Category Rules – PCR) – Tab. 8.5.

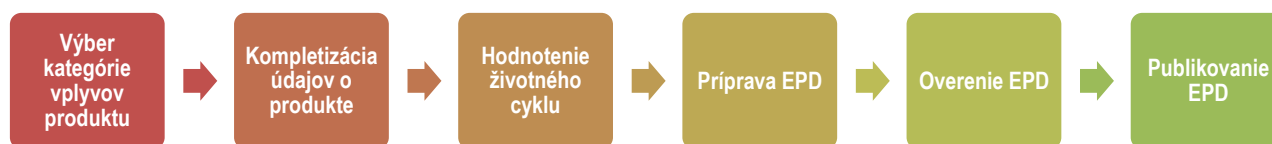
Tab. 8.5 Pravidlá pre vypracovanie EPD vybraných stavebných produktov

OZNAČENIE NORMY	NÁZOV NORMY
STN EN 16757 (73 0915)	Trvalá udržateľnosť výstavby. Environmentálne vyhlásenia o produktoch. Pravidlá skupiny výrobkov pre betón a betónové prvky
STN EN 16783 (72 7215)	Tepelnoizolačné výrobky. Pravidlá skupiny výrobkov (PCR) pre prefabrikované a na stavbe vytvárané výrobky na vypracovanie environmentálnych vyhlásení o výrobkoch
STN EN 16810 (80 4459)	Pružné, textilné a laminátové podlahové krytiny. Environmentálne vyhlásenia o produktoch. Pravidlá skupiny výrobkov
STN EN 16908 (72 2103)	Cement a stavebné vápno. Environmentálne vyhlásenia o produktoch. Pravidlá pre skupinu výrobkov dopĺňajúce EN 15804
STN EN 16485 (49 0040)	Guľatina a rezivo. Environmentálne vyhlásenia výrobkov. Pravidlá pre skupinu výrobkov z dreva a na báze dreva určené na používanie v stavebníctve
STN EN 17160 (72 5102)	Keramické obkladové prvky. Pravidlá pre skupinu produktov
STN EN 17213 (74 6190)	Okná a dvere. Environmentálne vyhlásenia o produktoch. Pravidlá pre skupinu výrobkov okien a dvier

Zdroj: Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky - ÚNMS SR

Proces spracovania environmentálneho vyhlásenia o produkte EDP ilustruje Obr.8.10. LCA analýza – hodnotenie životného cyklu stavebného produktu je najdôležitejšou časťou prípravy EPD. Jej najrozsiahlejšia časť inventarizačná analýza - zber vstupov a výstupov do a z hodnotného systému produktu si vyžaduje dostupnosť a kvalitu dát zo všetkých fáz životného cyklu produktu, čo je najväčším problémom pri hodnotení environmentálnej kvality výrobkov. Technológie sú často patentovo chránené, alebo ich firma považuje za svoje know how. Na vypracovanie kvalitného EPD a dôkladné environmentálne hodnotenie pomocou LCA je nutné poskytnúť všetky údaje o prevádzke. Po dôkladnej inventarizačnej analýze a zhodnotení vplyvov produktu na životné prostredie vo vybraných fázach životného cyklu po dokončení LCA pre daný produkt, nasleduje overenie platnosti záverov LCA vzhľadom na ciele štúdie a EPD výrobku. Po dokončení a overení by EPD malo byť zverejnené v príslušnom registri EPD a na stránkach výrobcu. Veľká časť programov EPD z rôznych krajín je združená v asociácii GEDnet.

Obr. 8.10 Postup pri vypracovaní EPD stavebných produktov



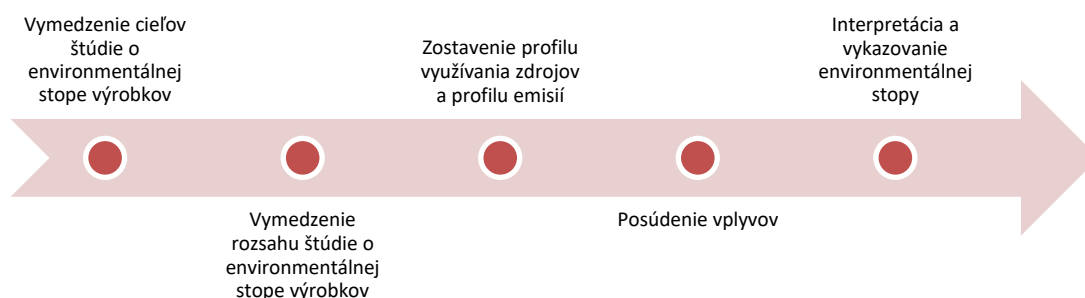
Zdroj: A. Eštoková

### 8.1.4 Environmentálna stopa produktu

Európska komisia vyvíja vlastné iniciatívy a vypracovala novú metodiku posudzovania environmentálnych vplyvov výrobkov a organizácií – tzv. environmentálnu stopu určenú členským štátom, súkromným a verejným organizáciám, ktoré merajú, alebo plánujú merať environmentálne správanie svojich výrobkov, služieb alebo svojej organizácie počas životného cyklu, alebo oznamujú informácie týkajúce sa environmentálneho správania počas životného cyklu akejkoľvek zainteresovanej strane pôsobiacej v rámci jednotného trhu. Všeobecné princípy sú opísané v Odporúčaní Európskej komisie „Na používanie metód na meranie a oznamovanie environmentálneho správania produktov a organizácií počas ich životného cyklu“- 2013/179/EÚ.

Táto metodika predstavuje zjednodušený spôsob informovania o environmentálnych vlastnostiach prostredníctvom LCA analýzy a je veľmi podobná typu III environmentálneho označovania (EPD). Postup environmentálneho hodnotenia aj environmentálne kategórie sú veľmi podobné postupom hodnotenia životného cyklu v rámci vypracovania EPD, keďže obe metodiky sú založené na LCA analýze, avšak environmentálna stopa sa nemôže priamo použiť ako porovnávacie tvrdenie pre hodnotenie produktov v súlade s ISO 14040:2006.

Obr. 8.11 Postup štúdie o environmentálnej stope výrobkov



Zdroj: Odporúčanie Európskej komisie z 9. apríla 2013 týkajúce sa používania metód na meranie a oznamovanie environmentálneho správania výrobkov a organizácií počas ich životného cyklu (2013/179/EÚ)

Posudzovanie v rámci environmentálnej stopy pozostáva z dvoch podoblastí:

- Metóda environmentálnej stopy výrobku (PEF)
- Metóda environmentálnej stopy organizácie (OEF)

Kým metóda PEF sa týka konkrétnych tovarov alebo služieb, metóda OEF sa vzťahuje na činnosti organizácie ako celku, inak povedané, na všetky činnosti spojené s tovarmi a/alebo službami, ktoré organizácia poskytuje z hľadiska dodávateľského reťazca (od ťažby surovín, cez používanie, až po možnosti konečného nakladania s odpadom). Na environmentálnu stopu organizácií a výrobkov sa preto možno pozeráť ako na navzájom sa dopĺňajúce činnosti, pričom každá z nich sa vykonáva s cieľom podporiť konkrétne využitie.

Metodické požiadavky pre konkrétne kategórie výrobkov, sa uvádzajú v pravidlách pre jednotlivé kategórie environmentálnej stopy výrobku (PEFCR). V oblasti stavebníctva sú zatiaľ pripravené pravidlá a bližšie metodické pokyny pre nasledujúce kategórie stavebných produktov:

- dekoratívne nátery a farby;
- kovové plechy;
- potrubia pre dodávku vody;
- tepelná izolácia.

## 8.2 Príklad hodnotenia environmentálnych vplyvov

V tejto časti je prezentovaný príklad environmentálneho hodnotenia stavebných materiálov vo vybranej budove v Slovenskej republike metódou LCA. Hodnotili sa environmentálne parametre ako množstvo viazanej energie, potenciál globálneho otepľovania a acidifikačný potenciál ako aj celková hmotnosť použitých materiálov. Pre vybrané konštrukcie bola vykonaná alternácia materiálovej bázy, s cieľom minimalizovať negatívne vplyvy stavebných materiálov. Tento príklad dokumentuje, že na základe environmentálneho hodnotenia a následnej implementácie optimalizácie konštrukčného riešenia z hľadiska použitých materiálov je možné dosiahnuť zníženie viazanej energie materiálov v hodnotenom objekte ako aj zníženie emisií CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub>.

### 8.2.1 Popis hodnotenej budovy

Pre environmentálne hodnotenie bol zvolený klasický rodinný dom, čo sa týka použitých stavebných materiálov, postavený na Slovensku. Hodnotený jednopodlažný rodinný dom bez podpivničenia s neobývaným podkrovím, vhodný na bývanie pre 4-5 osôb, predstavuje v dnešnej dobe často realizovaný, cenovo dostupný a teda pomerne obľúbený typ rodinných domov. Vybraná stavba v štýle bungalovu pozostávala zo 4 obytných miestností (obývačka a 3 izby), kuchyne, špajze, kúpeľne, WC a kotelne (Obr. 8.12). Veľkosť pozemku bola 13 x 12 m. Do zastavanej plochy 178 m<sup>2</sup> však bola zahrnutá aj plocha chodníka a verandy, užitková plocha predstavovala 129,9 m<sup>2</sup> a obytná plocha 84,3 m<sup>2</sup>. Celková kubatúra budovy bola 725 m<sup>3</sup>.

Obr. 8.12 Hodnotený rodinný dom



Zdroj: Porhinčák, M.: Výskum a analýza vybraných konštrukcií budov z hľadiska environmentálnej vhodnosti stavebných materiálov, Košice: SVF TUKE, 2013.

Objekt bol založený na betónových základových pásoch, boli použité aj debniace tvárnice. Základy objektu a základová doska boli z prostého betónu. Zvislé nosné konštrukcie tvorili obvodové a vnútorné nosné steny. Obvodové steny boli z pórobetónových tvárnic hrúbky 375 mm. Materiál vnútorných nosných, ako aj deliacich stien predstavoval pórobetón s hrúbkou 300 a 150 mm. Preklady a vnútorné schodiská boli navrhnuté ako monolitické – železobetónové. Vodorovné nosné konštrukcie predstavujúce stropy boli realizované z drevených trávov. Drevené dosky sa používali aj ako debnenie. Ako strešná krytina boli použité keramické škridle. Povrchová úprava podláh prevažnej časti domu pozostávala z drevených parkiet, zvyšok podláh bol pokrytý keramickou dlažbou. Omietky zateplených vonkajších stien boli tvorené silikátovou omietkou, vnútorná omietka bola na báze vápenno-cementových zmesí. V podhladoch bol použitý sadrokartón s parozábranou. Tepelnoizolačnú funkciu obvodových stien zabezpečovala 50 mm hrubá vrstva sklenej vlny. Minerálna vlna sa používala aj ako izolácia v podkroví. Na elimináciu tepelných mostov je aplikované malé množstvo izolácie XPS v podklade. Sklenená výplň okien pozostávala z trojskla s výplňou argónom. Okenné rámy boli vyrobené z plastových europrofilov.

## 8.2.2 LCA analýza

### Definícia cieľa a systému hodnotenia

Cieľom hodnotenia bolo identifikovať environmentálnu záťaž vybraného rodinného domu a následne navrhnuť optimalizáciu materiálovej bázy s cieľom znížiť negatívny vplyv stavby na životné prostredie. Ako alternatívne materiály boli vybrané len konvenčné materiály dostupné na slovenskom trhu s ohľadom na zachovanie funkčnosti a rovnakých parametrov konštrukčného systému. Budova bola rozdelená do 8 konštrukčných skupín ako aj do viacerých materiálových skupín. Pre hodnotenie boli zvolené systémové hranice „od kolísky po bránu“, tzn., že do hodnotenia sa brali iba údaje z povinných fáz hodnotenia podľa STN EN 15804. Ako funkčná jednotka bola zvolená celá budova, keďže sa hodnotili vplyvy celého objektu.

### Inventarizácia

Stavebné materiály vybranej stavby boli hodnotené metódou LCA analýzy s využitím materiálových charakteristík na základe IBO databázy stavebných materiálov [29]. V rámci zberu údajov boli jednotkové dáta prepočítané na konkrétne hodnoty vzťahujúce sa na hodnotený objekt na základe skutočne použitých objemov a plôch zabudovaných materiálov.

### Klasifikácia a charakterizácia

Na kvantifikáciu vplyvov objektu boli zvolené tri environmentálne kategórie: viazaná energia (PEI), potenciál globálneho otepľovania (GWP), potenciál acidifikácie (AP) a celková hmotnosť jednotlivých stavebných materiálov v konštrukciách. Aby sa umožnilo presnejšie porovnanie environmentálnych vlastností budovy, bola vykonaná normalizácia výsledkov na jednotku podlahovej plochy objektu, resp. jednotku vykurovaného objemu a to predelením vypočítaných absolútnych hodnôt PEI, GWP a AP celkovou plochou a kubatúrou budovy.

Vypočítané celkové environmentálne vplyvy pôvodného projektu budovy pre jednotlivé konštrukcie sú vo uvedených v Tab. 8.6.

Tab. 8.6 Environmentálne vplyvy stavebných materiálov v pôvodnej budove

Konštrukcia	Hmotnosť [kg×10 <sup>3</sup> ]	PEI [GJ]	GWP [kg CO <sub>2</sub> eq×10 <sup>3</sup> ]	AP [kg SO <sub>2</sub> eq]
Základy (spodná stavba)	176,8	153,4	17,8	57,2
Zvislé nosné konštrukcie	39,3	108,5	10,6	29,1
Deliace konštrukcie	4,8	16,6	1,6	3,9
Vodorovné nosné konštrukcie	5,7	29,7	-7,3	18,5
Strecha	12,4	52,1	-4,3	13,2
Tepelná izolácia	1,9	105,7	47,8	233,8
Povrchové úpravy	6,5	61,3	2,8	17,2
Okná a dvere	0,6	18,1	1,0	4,1
Celkom	247,9	545,5	69,8	377,0

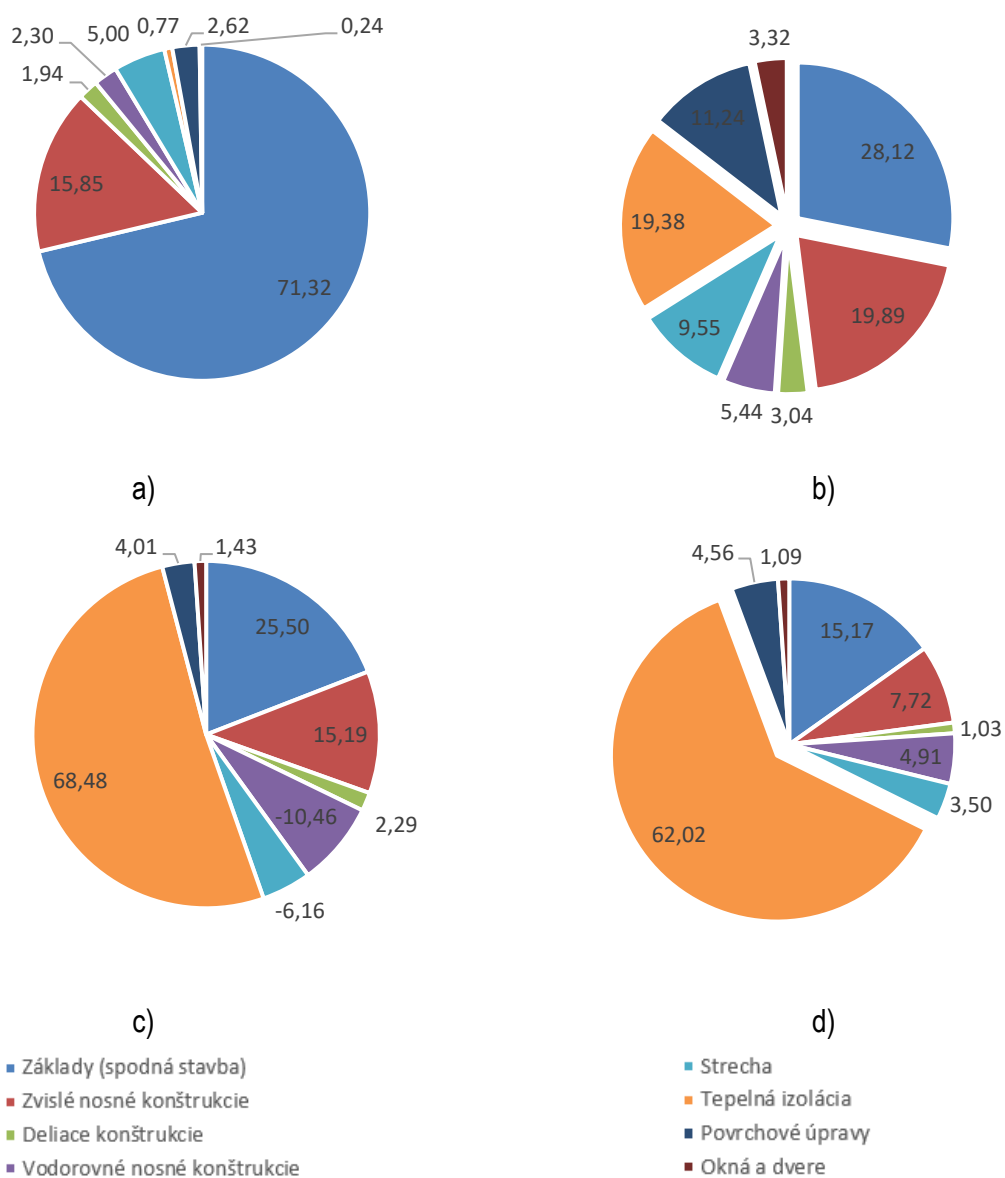
### Interpretácia

Najvyššia hmotnosť materiálov bola potvrdená v spodnej stavbe v dôsledku relatívne vysokého objemu použitých materiálov s vysokou hustotou, ako sú betón alebo štrk. Pre zvislé nosné konštrukcie bola vypočítaná takisto pomerne vysoké hmotnostné zastúpenie stavebných materiálov. Naproti tomu najľahšiu skupinu materiálov v hotovej stavbe tvorila tepelná izolácia základov vďaka použitiu ľahkého izolačného materiálu (polystyrén – XPS).

Príspevky jednotlivých konštrukcií v analyzovanej budove k zvoleným environmentálnym problémom je možné vyjadriť aj percentuálne (Obr. 8.13).

Najvyššia hodnota viazanej energie materiálov PEI bola vypočítaná pre základy (Tab. 8.7), nasledované zvislými nosnými konštrukciami a tepelnoizolačnými materiálmi. Pomerne vysoké emisie CO<sub>2</sub> súvisia s energeticky náročnými procesmi, preto najväčší podiel na globálnom otepľovaní majú tepelno-izolačné materiály, za nimi sú základy a zvislé nosné konštrukcie. Najnižšie hodnoty GWP boli vyčíslené pre vodorovné konštrukcie a strechu. Pri týchto konštrukciách bol negatívny príspevok ku globálnemu otepľovaniu v dôsledku značného množstva dreva použitého na nosné trámy a debnenie. Niektoré materiály, predovšetkým prírodné materiály, majú schopnosť počas svojho rastu absorbovať plynný CO<sub>2</sub> z atmosféry; preto intenzívne využívanie materiálov na rastlinnej báze môže prispieť k zníženiu a uchovávaniu množstva emisií CO<sub>2</sub> [31].

Obr. 8.13 Porovnanie percentuálneho podielu (%) konštrukcií na a) celkovej hmotnosti budovy, b) PEI, c) GWP a d) AP



Negatívny vplyv acidifikácie bol najvýraznejší pre tepelno-izolačné materiály. Druhý najvyšší príspevok k AP bol vypočítaný pre základy a následne pre zvislé nosné konštrukcie.



Celkové environmentálne vplyvy hodnotenej budovy boli prepočítané na jednotkovú plochu a objem, ako je prezentované v Tab. 8.7. Takéto hodnoty je možné lepšie porovnávať s výsledkami iných autorov, ako hodnoty, vypočítané pre celú budovu, nakoľko aj budovy s podobnou materiálovou základňou sa od seba môžu významne líšiť veľkosťou a teda aj množstvom použitých materiálov.

Tab. 8.7 Environmentálne vplyvy pôvodnej budovy prepočítané na referenčné hodnoty

	PEI	GWP	AP	Hmotnosť
Referenčná hodnota	[GJ/m <sup>2</sup> ]	[kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> ]	[kg SO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Zastavaná plocha	3,1	392,3	2,1	1393
Úžitková plocha	4,2	537,5	2,9	1909
Obytná plocha	6,5	828,3	4,5	2942
	[MJ/m <sup>3</sup> ]	[kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> ]	[kg SO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>3</sup> ]
Obostavaný objem	752,4	96,3	0,5	342,1

Následne boli v analyzovanom objekte pre vybrané konštrukcie analyzované ich environmentálne vplyvy v tých istých kategóriách environmentálnych vplyvov variovaním rôznych materiálov použitých v predmetnej konštrukcii. Na základe najnižších environmentálnych dopadov bolo optimalizované materiálové zloženie danej konštrukcie a boli navrhnuté niektoré finálne materiálové zmeny.

**Vo vodorovných konštrukciách** – v streche došlo k alternácii debnenia z OSB dosák na drevené debnenie, pričom sa dosiahlo zníženie všetkých hodnotených environmentálnych parametrov. Došlo k výraznému poklesu PEI pre strešnú konštrukciu o 15, GJ, čo predstavuje zníženie o 73,8 %. Emisie CO<sub>2</sub> sa znížili o 155,5 kg CO<sub>2</sub>eq (5,9 %) a emisie SO<sub>2</sub> sa znížilo o 10,6 kg SO<sub>2</sub>eq, čo predstavuje zníženie o 77,0 %. Taktiež sa dosiahol pokles hmotnosti použitého materiálu a optimalizovaná strešná konštrukcia bola ľahšia o 24,2 %. Ďalšie environmentálne benefity vyplynuli zo zámery materiálu nosnej konštrukcie strechy - v pôvodnom objekte bolo navrhnuté technicky sušené drevo. Zámerna technicky sušeného dreva za na vzduchu sušené drevo viedla k zníženiu PEI (2 568,6 MJ = 25,0 %), GWP (120,0 kg CO<sub>2</sub>eq = 2,1 %), ako aj AP (1,0 kg SO<sub>2</sub>eq = 16,4 %). Hmotnosť optimalizovanej konštrukcie však dosiahla mierne vyššiu úroveň (302,7 kg = 8,0 % nárast). Alternáciou keramického šindľa na betónový šindel sa dosiahlo zníženie viazanej energie o 55,2 % sa dosiahlo prechodom z keramického šindľa na betónový šindel. Znížil sa aj AP (23,2 %), avšak emisie CO<sub>2</sub> sa mierne zvýšili o 13,1 %. O niečo vyššia bola aj hmotnosť betónových šindľov (o 1 177,7 kg = 14,3 %).

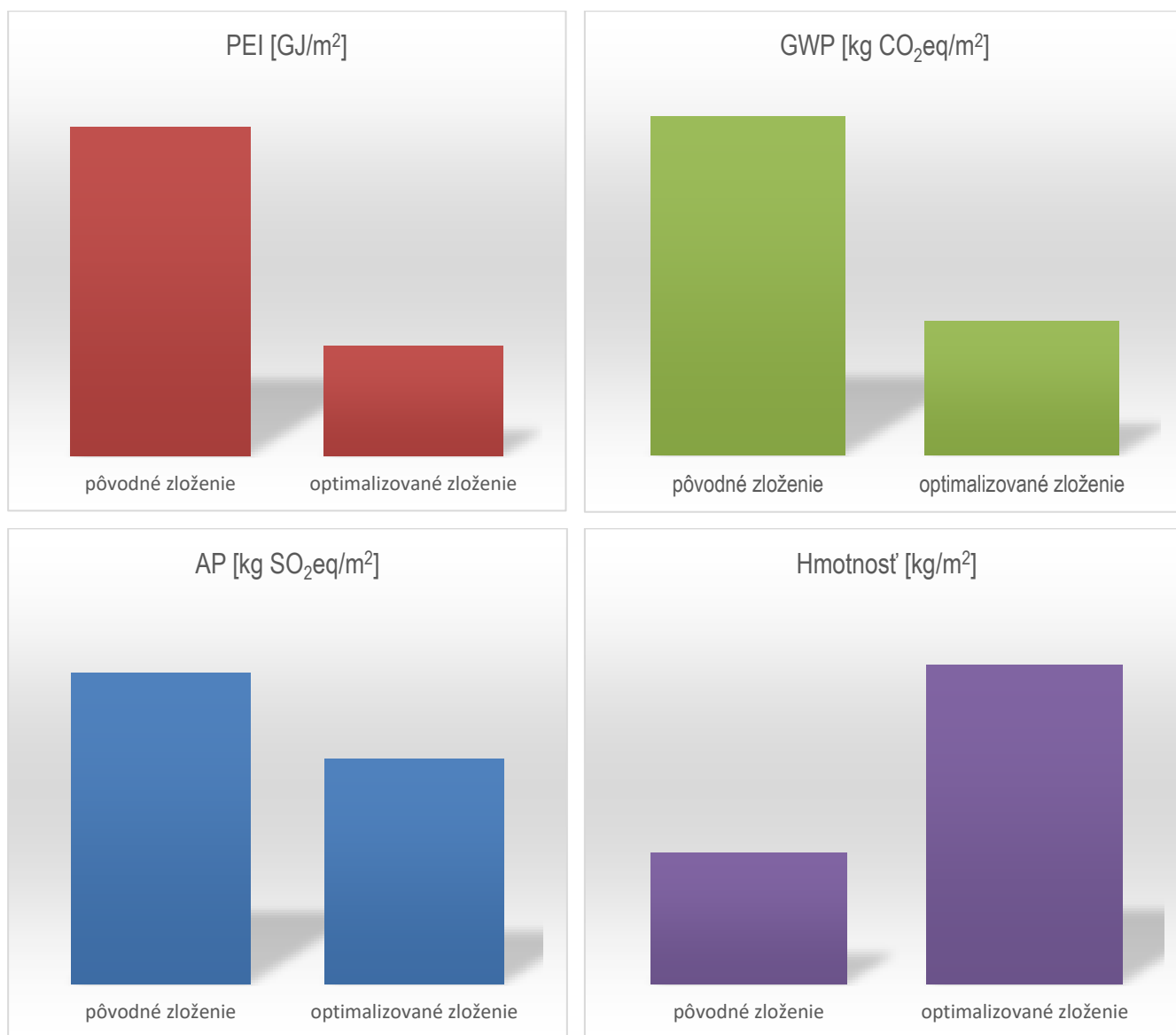
V pôvodnom objekte boli ako **povrchové vrstvy** navrhnuté vápenno-cementové omietky. V optimalizovanom návrhu bola použitá hlinená omietka, aby sa dosiahlo zníženie primárnej energie a zníženie emisií CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub>. To sa skutočne prejavilo na signifikantnom poklese GWP o 127,8 % a AP o 78,0 %, ale zároveň sa znížila aj viazaná energia materiálov PEI o viac ako 78 %. Naopak, došlo k výraznému nárastu hmotnosti použitého materiálu o 2 223,0 kg (100,0 % nárast). Drevené parkety na podlahe sa vymenili za drevené podlahové dosky. Výmenou materiálu sa ušetrilo 7 813,9 MJ PEI, čo predstavuje zníženie o 37,0 %. Vypočítalo sa zníženie emisií CO<sub>2</sub>, ako aj emisií SO<sub>2</sub>. GWP sa znížil o 73,1 % a AP sa znížil o 15,5 %. Znížila sa aj hmotnosť o 168,2 kg (17,5 %).

Optimalizácia **tepelná-izolačných materiálov** obvodového plášťa bola vykonaná na základe zodpovedajúcich hodnôt koeficienta prestupu tepla U. Tepelná izolácia bola pôvodne navrhnutá z 50 mm hrubej vrstvy sklenej vaty s U hodnotou rovnou 0,243 W/m<sup>2</sup>K. Vypočítaná U-hodnota pre návrhy alternatívnej kompozitnej konštrukcie obvodovej steny (pórobetónový blok + tepelná izolácia vrátane omietok a mált) v optimalizovaných štruktúrach boli blízke pôvodným a pohybovali sa od 0,243 do 0,251 W/m<sup>2</sup>K. V dôsledku optimalizácie sa ako najvhodnejší materiál na tepelnú izoláciu javilo konope bez polyetylénových vlákien, ktoré nahradilo sklenenú vatu, navrhnutú v pôvodnej izolácii.

Zníženie primárnej energie dosiahlo 20 892,9 MJ (76,0 %). Množstvo emisií skleníkových plynov sa znížilo o 107,4 % a dosiahol sa dokonca negatívny príspevok ku globálnemu otepľovaniu. Potenciál acidifikácie sa však neznižil a nárast emisií SO<sub>2</sub> dosiahol 45 %. Hmotnosť takto zateplenej konštrukcie poklesla o 55,9 %.

Porovnanie celkových environmentálnych vplyvov oboch alternatív, pôvodného a optimalizovaného materiálového zloženia analyzovaného rodinného domu ilustruje Obr. 8.14.

Obr. 8.14 Porovnanie environmentálnych vplyvov budovy s pôvodným a optimalizovaným materiálovým zložením



Tabuľka 8.8 prezentuje výsledky environmentálneho hodnotenia rodinného domu s optimalizovaným materiálovým zložením strešnej konštrukcie, tepelno-izolačných materiálov obvodového plášťa a materiálov používaných na úpravu povrchov, ktoré sú prepočítané na referenčné hodnoty podlahovej plochy a obostavaného objemu.

Tab. 8.8 Environmentálne vplyvy optimalizovanej budovy prepočítané na referenčné hodnoty

	PEI	GWP	AP	Hmotnosť
Referenčná hodnota	[MJ/m <sup>2</sup> ]	[kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> ]	[kg SO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Zastavaná plocha	2,6	377,9	2,0	1408
Úžitková plocha	3,6	517,9	2,8	1929
Obytná plocha	5,6	797,9	4,3	2973
	[MJ/m <sup>3</sup> ]	[kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> ]	[kg SO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>3</sup> ]
Obostavaný objem	651,1	92,8	0,49	345,7

Z výsledkov je zrejmé, že výmenou vybraných materiálov strešnej konštrukcie, tepelno-izolačných materiálov obvodového plášťa a materiálov používaných na úpravu povrchov sa celkovo vo vzťahu napr. na 1 m<sup>2</sup> úžitkovej plochy budovy, dosiahlo 14,3 %-né zníženie potreby energie na výrobu stavebných materiálov objektu, takmer 4 %-né zníženie príspevku stavebných materiálov ku globálnemu otepľovaniu a tým zmene klímy a až 27 %-né zníženie príspevku materiálov budovy k acidifikácii prostredia. Hmotnosť stavebných materiálov sa však zvýšila o 1 %.

### 8.2.3 Záver

Výsledky prezentovanej prípadovej štúdie preukázali, že výber stavebných materiálov patrí medzi dôležité aspekty udržateľného projektovania budov. Optimalizácia potvrdila, že aj napriek relatívne malým zmenám v materiálovej báze konštrukcií je možné dosiahnuť zníženie viazanej energie, potenciálu globálneho otepľovania a potenciálu acidifikácie.

## Zoznam tabuliek

- Tab. 8.1 Skupiny stavebných výrobkov, pre ktoré sú definované podmienky na získanie národnej environmentálnej značky
- Tab. 8.2 Skupiny stavebných výrobkov, pre ktoré sú definované podmienky na získanie európskej environmentálnej značky
- Tab. 8.3 Limitné hodnoty znečisťujúcich látok pri výrobe cementu pre získanie národnej environmentálnej značky
- Tab. 8.4 Povinné kategórie vplyvu, ktoré musí obsahovať EPD stavebných produktov
- Tab. 8.5 Pravidlá pre vypracovanie EPD vybraných stavebných produktov
- Tab. 8.6 Environmentálne vplyvy stavebných materiálov v pôvodnej budove
- Tab. 8.7 Environmentálne vplyvy pôvodnej budovy prepočítané na referenčné hodnoty
- Tab. 8.8 Environmentálne vplyvy optimalizovanej budovy prepočítané na referenčné hodnoty

## Zoznam obrázkov

- Obr. 8.1 Typy environmentálneho hodnotenia a označovania stavebných produktov
- Obr. 8.2 Environmentálne značky na Slovensku
- Obr. 8.3 Osobitné podmienky pre proces environmentálneho označovania na Slovensku
- Obr. 8.4 Maximálna ročná merná spotreba energie pri výpale 1t portlandského slinku
- Obr. 8.5 Trend udeľovania environmentálnych značiek na Slovensku
- Obr. 8.6 Logo siete, združujúcej eko-labelingové programy z celého sveta
- Obr. 8.7 Príklady eko-labelingových programov v Európe a vo svete
- Obr. 8.8 Príklad vlastného tvrdenia o environmentálnych vlastnostiach produktu
- Obr. 8.9 EPD stavebných produktov podľa fáz životného cyklu, zahrnutých do hodnotenia
- Obr. 8.10 Postup pri vypracovaní EPD stavebných produktov
- Obr. 8.11 Postup štúdie o environmentálnej stope výrobkov
- Obr. 8.12 Hodnotený rodinný dom
- Obr. 8.13 Porovnanie percentuálneho podielu (%) konštrukcií na a) celkovej hmotnosti budovy, b) PEI, c) GWP a d) AP
- Obr. 8.14 Porovnanie environmentálnych vplyvov budovy s pôvodným a optimalizovaným materiálovým zložením

## Zoznam literatúry

- Berge, B., *The Ecology of Building Materials*, UK, Oxford: Elsevier, 2009.
- Stern, N., *Stern Review on the Economics of Climate Change*, UK Treasury, 2006, Australian Government, Available online: [apo.org.au/research/stern-review-economics-climate-change](http://apo.org.au/research/stern-review-economics-climate-change), accessed: 2011-12-21.
- Brohan, P., Kennedy, J.J., Harris, I., Tett, S.F.B. and Jones, P.D., *Uncertainty Estimates in Regional and Global Observed Temperature Changes: a New Dataset from 1850*, *J. Geophys. Res.* 2006, vol. 111, p.21.
- United Nations Environment Programme UNEP, SBCI, *Building and Climate Change, Summary for Decision-Makers*, 2009, Paris, Available online: [www.unep.org/SBCI/pdfs/SBCI-BCCSummary.pdf](http://www.unep.org/SBCI/pdfs/SBCI-BCCSummary.pdf), accessed: 2011-12-21.
- Tan, R.R. and Foo, D.C., *Recent Trends in Pinch Analysis for Carbon Emissions and Energy Footprint Problems*, *Chem. Eng. Transactions*, 2009, vol. 18, p. 249.
- Svoboda, S., *McDonald's Case Note: Note on Life-Cycle Analysis*, 1995, Available online: [pdf.wri.org/bcs\\_mcdonalds\\_lifecyclenote.pdf](http://pdf.wri.org/bcs_mcdonalds_lifecyclenote.pdf), accessed: 2011-12-21.
- Hunt, R.G. and Franklin, W.E., *Life Cycle Assessment - How it Came About: Personal Reflections on the Origin and the Development of LCA in the USA*, *Int. J. LCA*, 1996, vol. 1, no. 1, p. 4.
- Koroneos, C and Kottas, G., *Energy Consumption Modeling Analysis and Environmental Impact Assessment of Model House in Thessaloniki-Greece*, *Build. Environ.*, 2007, vol. 42, p. 122.
- Asif, M., Muneer, T. and Kelley, R., *LCA: A Case Study of a Dwelling Home in Scotland*, *Build. Environ.*, 2007, vol. 42, no. 3, p. 1391.
- Junnila, S. and Horvath, A., *Life Cycle Environmental Effects of an Office Building*, *J. Infrastructure Systems*, 2003, vol. 9, no. 4, p. 157.
- Khasreen, M., Banfill, P. and Menzies, G., *Life-Cycle Assessment and the Environmental Impact of Buildings: A Review*, *Sustain.*, 2009, vol. 1, p. 674.

Bribián, I., Capilla, A. and Usón, A., Life Cycle Assessment of Building Materials: Comparative Analysis of Energy and Environmental Impacts and Evaluation of the Eco-efficiency Improvement Potential. *Build. Environ.*, 2011, vol. 46, no. 5, p. 1133.

Junnila, S., Horvath, A. and Guggemos, A., Life-cycle Assessment of Office Building in Europe and the USA, *J. Infrastruct. Syst.*, 2006, vol. 12, p. 10.

Ešťoková, A., Mitterpach, J., Ondová, M., *Environmentálne manažérstvo v stavebníctve / - 1. vyd - Košice : TU - 2017. - 176 s.. - ISBN 978-80-553-3163-8.*

Junnila, S., Life Cycle Assessment of Environmentally Significant Aspects of an Office Building, *Nordic. J. Surv. Real Est. Res.*, 2004, vol. 2, p. 81.

Guinée, J., *Handbook on Life Cycle Assessment*, Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishing, 2002.

Pennington, D.W., Potting, J., Finnveden, G., Lindeijer, E., Jolliet, O., Rydberg, T. and Rebitzer, G., Life Cycle Assessment Part 2: Current Impact Assessment Practice. *Environ. Int.*, 2004. vol. 30, no. 5, p. 721.

Hammond, G. and Jones, C., Inventory of Carbon and Energy (ICE), Version 1.6, University of Bath, 2008, Available online: [perigordvacance.typepad.com/files/inventoryofcarbonandenergy.pdf](http://perigordvacance.typepad.com/files/inventoryofcarbonandenergy.pdf), accessed: 2011-12-21.

Ešťoková, A., Porhinčák, M. and Ružbacký R., Minimization of CO<sub>2</sub> Emissions and Primal Energy by Building Materials' Environmental Evaluation and Optimization, *Chem. Eng. Transactions*, 2011, vol. 25, p. 653.

Waltjen, T., *Passivhaus-Bauteilkatalog. Details for Passive Houses: Okologisch bewertete Konstruktionen. A Catalogue of Ecologically Rated Constructions*, Austria, Vienna: Springer, 2008.

Puettmann M. and Wilson J., Life-Cycle Analysis of Wood Products: Cradle-to-Gate LCI of Residential Wood Building Materials, *Wood & Fiber Sci.*, 2005, vol. 37, Corrim Special Issue, p. 18.

Egorov, A. F., Savitskaya, T. V., Levushkina, S. A. and Levushkin, A. S., Intelligent Decision Support System for Controlling the Atmospheric Air Quality, *Theor. Found. Chem. Eng.*, 2010, vol. 44, no. 5, p. 822.

Porhinčák, M.: *Výskum a analýza vybraných konštrukcií budov z hľadiska environmentálnej vhodnosti stavebných materiálov*, Košice: SvF TUKE, 2013.

<https://www.sazp.sk/zivotne-prostredie/environmentalne-manazerstvo/environmentalne-oznacovanie-produktov/environmentalne-oznacovanie-produktov.html>

Oznámenie MŽP SR o osobitných podmienkach na udelenie národnej environmentálnej značky, [https://www.minzp.sk/files/eu/oznamenie\\_mzp\\_sr\\_cementy\\_1-16.pdf](https://www.minzp.sk/files/eu/oznamenie_mzp_sr_cementy_1-16.pdf)

<https://globalecolabelling.net/>

Odporúčanie Európskej komisie z 9. apríla 2013 týkajúce sa používania metód na meranie a oznamovanie environmentálneho správania výrobcov a organizácií počas ich životného cyklu (2013/179/EÚ), <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/93cb8358-b80d-11e2-ab01-01aa75ed71a1/language-sk>

STN EN 15804+A2+AC Trvalá udržateľnosť výstavby - Environmentálne vyhlásenia o produktoch - Základné pravidlá skupiny stavebných produktov.

<https://ecochain.com/knowledge/life-cycle-assessment-lca-guide/>

