

ŽIVOTNÍ CYKLUS PODLAH PRO ZEMĚDĚLSKÉ OBJEKTY

JANA KOTOVICOVÁ - KAREL MALÝ

LIFE-CYCLE OF FLOORS FOR AGRICULTURAL OBJECTS

ABSTRAKT

Cílem této studie bylo na konkrétním příkladu z technologické praxe ukázat možnosti aplikace metodiky životního cyklu za účelem ekologizace výroby a snížení zátěže životního prostředí

KPůčové slová: životní cyklus, environment, zemědělské objekty

ABSTRACT

The aim of this study is to show possibility of application of life-cycle assessment in particular example from technological praxis targeting ecologization of production and decrease negative impact on environment.

Key words: life-cycle, environment, agricultural objects

Díky rostoucímu povědomí veřejnosti o kvalitě životního prostředí a postupné aplikaci nástrojů environmentální politiky, lze pozorovat zvyšující se zájem průmyslových podniků, ale i laické veřejnosti o sledování environmentálních dopadů výroby a služeb na životní prostředí, a také snahu o jejich minimalizaci. Reakcí na vzniklou situaci byl vývoj různých metod a přístupů k hodnocení dopadů výroby a služeb na životní prostředí, který lze datovat do počátku 60. let. Cílem těchto snah je zvolit, propagovat a realizovat ekologicky nejpříznivější výrobek nebo pracovní postup. Vyvinuté metody však vyžadovaly značné množství informací a často také poskytovaly odlišné a nesrovnatelné výsledky. K provedení kompletní charakteristiky environmentálních dopadů chování lidské společnosti bylo nutno sjednotit dosud používané metodiky a vytvořit víceméně jednotný aparát, který je dnes znám pod názvem posuzování životního cyklu – LCA (Life Cycle Assessment). Tato metoda studuje environmentální aspekty výroby a její možné dopady na životní prostředí v průběhu celého života výrobku, od získání surovin, přes výrobu, užívání až po zneškodnění a nakládání s odpadem, tzv. „od kolébky do hrobu“.

CÍL PRÁCE

Vzhledem k tomu, že pojem „průmyslové podlahy“ je možno brát z mnoha úhlů pohledu, je nutno si specifikovat a vymezit určitá kritéria, podle kterých se budeme ve výzkumu řídit.

Pro tento výzkum byla z celé řady aspektů vybrána podlaha na bázi betonu, asfaltu a vsypů. Byl vybrán pouze tento úzký výběr tří typů průmyslových podlah z hlediska podrobnější analýzy těchto třech druhů. A to z důvodu, že pokud by se srovnávalo více druhů průmyslových podlah, nedosáhlo by se tak velké a podrobné analýzy, jako v tomto případě. Vybrány byly tři typy průmyslových podlah,

ktelé jsou obecně považovány za nejpoužívanější a z hlediska výrobních firem za nejprodávanější. Betonové a asfaltové podlahy byly v minulosti i dnešní době jsou hojně využívány zvláště do zemědělských objektů pro jejich nenáročnost a relativně nízké pořizovací náklady. Vsypy byly vybrány, poněvadž jsou hojně využívány, a patří mezi typy průmyslových podlah, které mají dlouhou životnost s ohledem na výši vstupních nákladů.

ŽIVOTNÍ CYKLUS PRŮMYSLOVÝCH PODLAH

Ekologický výrobek by měl být schopen deklarovat svůj původu a jeho energetickou náročnost při výrobě. K porovnání energetické náročnosti různých výrobků slouží metoda „Hodnocení životního cyklu produktů“ (LCA). S její pomocí se dá určit, kolik energie se spotřebuje na výrobu a v závěru životního cyklu i na recyklaci konkrétního výrobku (auta, kilogramu pracího prášku nebo například tepelné izolace) a jaké množství emisí se přitom vypustí do ovzduší.

Výroba betonových směsí nesmí rušit své okolí, proto je na prvním místě správná volba umístění provozu, a dále pak použití vyspělé technologie, která eliminuje negativní dopady výroby na životní prostředí.

Bezprašné a plně bezodpadové provozy betonáren musí být maximálně šetrné ke svému okolí i k pracovnímu prostředí zaměstnanců. Recyklační zařízení čistí zbytky betonových směsí z výplachu autodomíhávačů a čerpadel betonu. Čistý materiál i recyklovaná voda se vrací zpět do výrobního procesu.

Šetrnost k životnímu prostředí je dána nejen možnostmi moderních technologií, ale v neposlední řadě také zodpovědným a systematickým přístupem výrobce. Prioritní je správná volba umístění betonárny a použití vyspělé technologie, která eliminuje negativní dopad výroby na životní prostředí, okolí provozoven je ozeleněno, aby nenarušovalo přirozený ráz krajiny. Moderní esteticky vyřešené provozovny se tak stávají významnou dominantou ve svém okolí, jsou budovány jako bezodpadové provozy, vybavené výkonným filtračním zařízením a jsou maximálně šetrné ke svému okolí.

Tak jako při každé průmyslové činnosti, dochází i při těžbě šterkopísku k narušení přirozeného rázu krajiny. Snahou mnoha společností je tyto vlivy minimalizovat, nacházet pozitivní faktory těžby a využívat jich. Nově vzniklé vodní plochy jsou v rámci technické rekultivace začleňovány do okolní krajiny. Ve vytěžených prostorech jsou zakládány lesní porosty, vysazovány vzrostlé stromy, břehy zpevňovány výsadbou keřů, a to vše v návaznosti na regionální biokoridory v daném území. V mnoha případech je lokalita po těžbě z hlediska životního prostředí cennější, než před počátkem těžby.

Na likvidaci betonu jeho ekologické zneškodnění se specializují odborné firmy, které mají na toto speciální zařízení. Ve většině případech původce odpadu financuje recyklaci a také dopravu nepotřebného betonu do místa recyklační linky. Specializovaná firma dále beton (respektive suť) třídí a snaží se jej uspořádat pro další použití. A to například jako součást kompostu, zpevnění lesních či polních cest nebo také jako zpevnění na stavbách a to pro různé účely. Dále je také možno betonovou drť nově použít do betonu.

Po určité době může beton ztratit ty vlastnosti, které měl při své pokládce. Může praskat a „drolit se“ vlivem působení vnějších vlivů a být celkově poškozený častým používáním. V tomto případě mají uživatelé několik možností. Buď daný beton odstraní a recyklují nebo ho mohou sanovat pomocí nové vrstvy betonu, která zahradí nedostatky toho starého. Nevýhodou této metody je rentabilita v závislosti na celkové životnosti konstrukce.

Již dříve zmíněno, že se tato práce omezuje především na chov drůbež-respektive na použití ve výrobnách, kde se chová především drůbež. Na tomto případě si lze demonstrovat životnost betonu. Standardní životnost betonu při klasickém používání je cca 30-50 let v závislosti na kvalitě materiálu, pokládce, atd. Drůbeží exkrementy obsahují kyselé prvky, které beton narušují, a tím se standardní životnost podstatně snižuje. Pokládku betonu je po té nutno buď pravidelně opravovat (sanovat) nebo

pokládat zcela znovu. Jsou také mnoha technická řešení, jak dané problematice předejít nebo ji více omezit. Jedná se především o pravidelné nátěry a preventivní vyspravování lokálních poškození. Termín recyklace v obecném pojetí znamená, že stávající vybouraný (nebo vyfrézovaný) asfalt, je schopna odborná firma znovu roztavit a položit jej na původní místo nebo na místo nové pokládky. Materiál určený k recyklaci se zpracovává mechanicky a tepelně. Recyklace asfaltů se provádí přímo na stavbě.

Vsypy jsou ve své podstatě další úprava betonu, lze tak říci, že recyklace je v tomto směru prakticky totožná s recyklací betonu. Jedná se tedy buď o překrytí (sanaci) stávající betonové vrstvy kdy je starý povrch použit jako základ pro pokládku nové vrchní vrstvy. Další možností je beton se vsypovou úpravou odstranit a recyklace by v tomto případě spočívala v tom, že odborné firmy materiál podrtí na požadovanou frakci, přetřídí a použijí například jako zpevnění nebo se přimíchá do nového betonu se vsypovou úpravou.

Betonové vsypy jako povrchová úprava betonu je velmi výhodná, ale zároveň podstatně dražší než klasický beton. Nicméně beton se vsypovou technologií zlepšuje jeho strukturu a celkově jeho vlastnosti. Také výrazně prodlužuje jeho provozní životnost. Proto spousta firem v dnešní době volí právě tuto variantu betonu se vsypovou technologií. Prvotně náklady na pořízení jsou o dost vyšší, ale vlivem delší životnosti a větší odolnosti podlahy se náklady spojené s pořízením vrátí v podobě delšího užívání podlahy a nižších nákladů spojených s případnými opravami.

STANOVENÍ PŘEDMĚTU ANALÝZY

Cílem bude tedy srovnat, která ze tří průmyslových podlah má nejlepší vlastnosti a hlavně která má nejmenší dopad na životní prostředí.

	Beton	Vsypy	Asfalt
Výhody	cena	vysoká životnost	odolnost proti opotřebení
	pevnost	odolnost proti obrusu	tlumí hluk
	tuhost	bezprašnost	vodotěsný
	rovinnost		odolný proti střídání tepla a mrazu
Nevýhody	prašnost	technologická náročnost	deformace
	nízká odolnost v obrusu	cena	další rekonstrukce pouze asfaltem
	nasákavost		tepelná nestálost

Tab. č. 1: Výhody a nevýhody porovnávaných průmyslových podlah

INVENTARIZAČNÍ ANALÝZA

Uvedená data o jednotlivých tocích v hodnocených systémech byla získána z podnikových evidencí, technologických popisů, či na základě ústní konzultace s odpovědnými pracovníky technologického oddělení a z evidence vedené firemním ekologem.

Technologické operace	VSTUPY			VÝSTUPY		
	Benzín [litrů]	Nafta [litrů]	Elektrická energie [kWh]	Emise CO ₂ [g]	Hluk [dB]	Odpad [kg]
Sběr zeminy	-	32	-	2321	107	-
Odvoz zeminy	-	194,25	-	14089	85	4000 ¹⁾
Dovoz kameniva	-	166,5	-	12076	85	-

Rozvoz kameniva	-	13	-	943	107	-
Hutnění kameniva	-	5	-	363	63	-
Míchání betonu	-	-	131,35	-	-	76
Dovoz betonu	-	177,6	-	12881	85	120
Pokládka betonu	-	-	87,5	-	73	150
Vibrování betonu	-	-	1,5	-	30	2
Aplikace vsypů						
Rozprašování emulzí	5	-	-	340		-
Hlazení	60	-	-	4075		2
Řezání dilatačních spár	24,2	-	-	1643	108	-
Likvidace	-	52	-	-	110	375000 ²⁾

Tab. č. 4: Inventarizační matice pro výrobu betonu a vsypů

Technologické operace	VSTUPY			VÝSTUPY			
	Jednotka [na 1000 m ² výrobků]	Zemní plyn [litrů]	Nafta [litrů]	Elektrická energie [kWh]	Emise [g]	Hluk [dB]	Odpad [kg]
Sběr zeminy	-	-	32	-	2321	107	-
Odvoz zeminy	-	-	194,25	-	14089	85	4000 ¹⁾
Dovoz kameniva	-	-	166,5	-	12076	85	-
Rozvoz kameniva	-	-	13	-	943	107	-
Hutnění kameniva	-	-	5	-	363	63	-
Míchání asfaltu	1250	-	-	126	69375		
Dovoz asfaltu	-	-	83,25	-	6038	85	-
Pokládka asfaltu	-	-	44	-	3191	86	
Válcování asfaltu	-	-	16	-	1160	74	
Likvidace	-	-	58	-	4207	102	250000 ²⁾

Tab. č. 5: Inventarizační matice pro výrobu asfaltu

Poznámka:

- 1) v tomto případě byla zemina považována za odpad vzhledem k jejímu dalšímu nevyužití při výrobě betonové podlahy, lze ji však dále použít jako zásypy nebo násypu při další stavební činnosti, popř. uložit na skládku
- 2) materiál vzniklý při likvidaci staré asfaltové podlahy lze považovat buď za odpad a uložit na skládku, ale v praxi je tento „odpad“ považován za cennou surovinu pro následné znovu využití při pokládce asfaltových povrchů

HODNOCENÍ POSUZOVANÝCH TECHNOLOGIÍ

„Hodnocení energetické náročnosti“, tj. spotřeba energie získané přeměnou primárních neobnovitelných zdrojů. Data o spotřebě elektrické energie v jednotlivých etapách obou posuzovaných technologických procesů, potřebné pro výrobu 1 m² výrobků, znázorňuje následující tabulka.

Operace	Jednotka	Beton, Vsypy	Asfalt
Míchání	[kWh/m ²]	0,131	0,126
Pokládka	[kWh/m ²]	0,088	-
Vibrování (hutnění)	[kWh/m ²]	0,002	-
CELKEM	[kWh/m²]	0,221	0,126

Tab. č. 6: Hodnocení energetické náročnosti

Do prvej klasifikačnej časti bola ďalej zahrnutá spotreba primárnych energetických surovín. Tabuľka č. 7 znázorňuje množstvá benzínu, nafty a zemného plynu potrebné na zajištnie všetkých technologických procesov posudzovaných technológií súvisiacich s výrobou 1 m² výrobku.

Suroviny	Jednotka	Beton	Vsypy	Asfalt
Benzín	[l/m ²]	0,084	0,089	-
Nafta	[l/m ²]	0,640	0,640	0,612
Zemný plyn	[l/m ²]	-	-	1,250
CELKEM	[l/m²]	0,724	0,729	1,862

Tab. č. 7: Spotreba primárnych energetických surovín na zajištnie technologických procesov

VÝSTUPY Z VÝROBY	Beton	Vsypy	Asfalt
CO ₂ [g/m ²]	48,391	48,731	113,763
Odpad [kg/m ²]	379,350	379,350	254
Průměrná hodnota hluku [dB] *	93,43	93,43	86,59

Tab. č. 8: Celkový přehled výstupů z výroby

* Průměrná hodnota hluku byla stanovena jako vážený průměr, ve kterém váhy tvořily průměrná doba provozu jednotlivých strojů

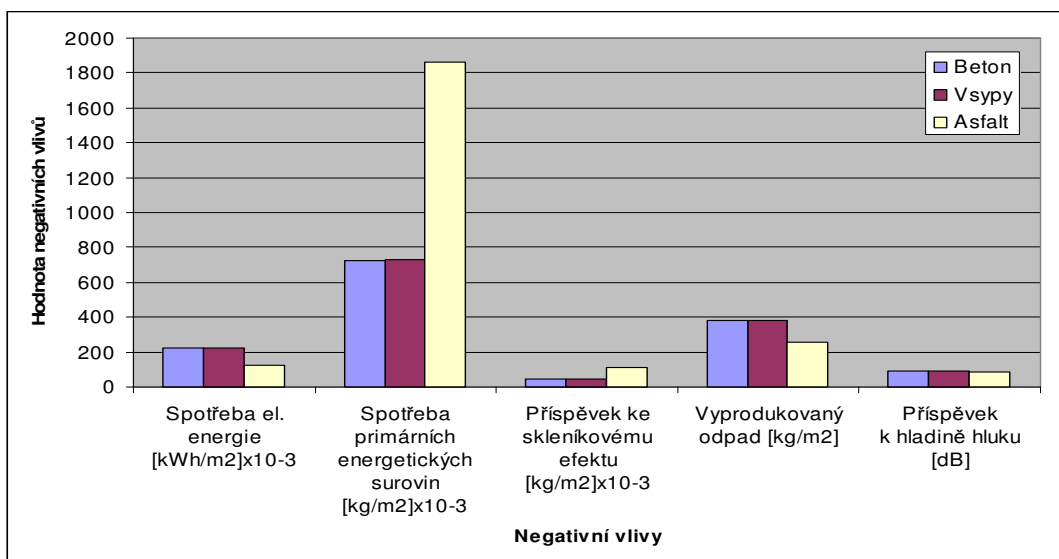
Příspěvek ke skleníkovému efektu je součástí třetí klasifikované skupiny. Z hlediska působení má skleníkový efekt globální charakter, a proto patří mezi nejdůležitější environmentální dopady. Přispívá ke zvyšování globální teploty, a to bez ohledu na místo vzniku emisí.

Množství vyprodukovaného odpadu bylo zařazeno do čtvrté klasifikované skupiny, neboť množství odpadu hraje významnou roli v ekologických a následně také v ekonomických hlediscích výroby.

Do poslední klasifikované skupiny byla zařazena míra hluku, která byla stanovena váženým průměrem z hlediska doby provozu jednotlivých pracovních strojů. Hladina hluku má neblahý vliv na životní úroveň obyvatelstva a pracovníků.

Klasifikační skupina	Jednotky	Beton	Vsypy	Asfalt
Spotřeba el. energie ve zkoumaných procesech	[kWh/m ²]	0,221	0,221	0,126
Spotřeba primárnych energetických surovín	[kg/m ²]	0,724	0,729	1,862
Příspěvek ke skleníkovému efektu	[kg/m ²]	48,391×10 ⁻³	48,731×10 ⁻³	113,763×10 ⁻³
Vyprodukovaný odpad	[kg/m ²]	379,350	379,350	254,000
Příspěvek k hladině hluku	[dB]	93,43	93,43	86,59
Celkový negativní dopad	-	473,773	473,778	342,692

Tab. č. 9: Celkové negativní vlivy působící na životní prostředí



Graf č. 1: Celkové negativní vlivy působící na životní prostředí při výrobě podlah

Posuzované technologie, varianty označené jako X_1 , X_2 a X_3 , lze vyhodnotit podle působení zjištěných negativních vlivů na životní prostředí, která tvoří kritéria označená A_1 až A_5 , užitím matematické operační analýzy. K tomuto účelu byla zvolena jedna z metod vícekritériálního hodnocení. Konkrétně se jedná o metodu váženého součtu, jejíž podstatnou částí je stanovení vah zvolených kritérií. K určení vah byla zvolena tzv. bodovací metoda. Všechny zainteresované osoby stanovily pro každé kritérium bodové ohodnocení ve stupnici 0 až 5. Čím je kritérium pro danou osobu důležitější, tím je ohodnocení vyšší. Přehled bodového ohodnocení jednotlivými osobami znázorňuje tabulka č. 10.

Označení kritéria*	Osoba 1	Osoba 2	Osoba 3
A_1	2	3	3
A_2	5	4	5
A_3	4	3	4
A_4	3	3	2
A_5	1	1	2
CELKEM:	15	14	16

Tab. č. 10: Přehled bodového ohodnocení kritérií

Vysvětlivky:

- A_1 představuje spotřebu elektrická energie;
- A_2 představuje spotřebu primární energetické suroviny, tj. ropy a zemního plynu
- A_3 značí příspěvek ke skleníkovému efektu;
- A_4 značí příspěvek vyprodukovaného odpadu;
- A_5 značí příspěvek k hladině hluku;

Na základě výše uvedených údajů byly vypočítány váhy kritérií podle jednotlivých zúčastněných osob. Popsaný výpočet je znázorněn v tabulce č. 11.

Kritérium (v_{ij})	Osoba 1	Osoba 2	Osoba 3	$\sum v_{ij}$	Celková váha (v_i)
A_1	0,133	0,214	0,188	0,535	0,178
A_2	0,333	0,286	0,313	0,932	0,311

RUSKO, M. – BALOG, K. [Eds.] 2007:
Manažérstvo životného prostredia 2007 ▼▲▼ Management of Environment '2007
Zborník zo VII. konferencie so zahraničnou účasťou konanej 5. - 6. 1. 2007 v Jaslovských Bohuniach
Proceedings of the International Conference, Jaslovské Bohunice, 5-6 January 2007
Žilina: Strix et VeV. Prvé vydanie. ISBN 978-80-89281-18-3.

A ₃	0,267	0,214	0,250	0,731	0,244
A ₄	0,200	0,214	0,125	0,539	0,180
A ₅	0,067	0,071	0,125	0,263	0,088

Tab. č. 11: Výpočet vah stanovených kritérií

Zjištěný vektor vah pro potreby této studie je tedy následující:

$$V = (0,208; 0,291; 0,185; 0,213; 0,102).$$

Každá úloha VHV je charakterizována tzv. kritériální maticí, kde sloupce odpovídají kritériím, v tomto případě A₁ až A₆ a řádky hodnoceným variantám (X₁ a X₂). Prvky matice a_{ij} vyjadřují ohodnocení i-té varianty podlé j-tého kritéria. Kritériální matice má následující tvar:

$$Y = \begin{pmatrix} & A_1 & A_2 & A_3 & A_4 & A_5 & \\ 0,221 & 0,724 & 48,391 \times 10^{-3} & 379,350 & 93,43 & X_1 \\ 0,221 & 0,729 & 48,731 \times 10^{-3} & 379,350 & 93,43 & X_2 \\ 0,126 & 1,862 & 113,763 \times 10^{-3} & 254,0 & 86,59 & X_3 \end{pmatrix}$$

Dále je nutno stanovit ideální a bazální variantu. Ideální variantou se rozumí hypotetická nebo reálná varianta, která dosahuje ve všech kritériích nejlepší možné hodnoty. V zadané úloze je ideální variantou vektor H = (0,221; 1,862; 113,763 × 10⁻³; 379,350; 93,43). Obdobně bazální variantou je ta varianta, která má všechny hodnoty kritérií na nejnižší úrovni. Analogicky je tedy bazální variantou vektor D = (0,126; 0,724; 48,391 × 10⁻³; 254,0; 86,59).

Dalším krokem by bylo sjednocení zadaných kritérií. V této studii jsou však všechna kritéria považována za minimalizační, a proto je zmíněný krok vynechán.

Hodnoty kritériální matice jsou vyjádřeny v různých jednotkách, a tak je nezbytné tyto hodnoty normalizovat podle vztahu r_{ij} = (y' _{ij} - D_j)/(H_j - D_j), kde D_j představuje nejnižší hodnotu j-tého kritéria a H_j představuje nejvyšší hodnotu j-tého kritéria.

Výsledkem je tzv. normalizovaná matice, jejíž podoba je následující:

$$Y^* = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 4,39 \times 10^{-3} & 5,2 \times 10^{-3} & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

U metody váženého součtu je jako optimální varianta vybrána ta, která minimalizuje součet součinnů vah a odpovídajících hodnot kritérií v případě, že jsou všechna kritéria zadána jako minimalizační. Výsledek tohoto hodnocení variant je shrnut do tabulky č. 12.

Varianta	Součet součinnů hodnot kritériální matice a _{ij} a jím odpovídajících vah kritérií (v _i)	Celkem	Pořadí variant
X ₁	1 × 0,178 + 0 + 0 + 1 × 0,180 + 1 × 0,088	0,446	1.
X ₂	1 × 0,178 + 4,39 × 10 ⁻³ × 0,311 + 5,2 × 10 ⁻³ × 0,244 + 1 × 0,180 + 1 × 0,088	0,448	2.
X ₃	0 + 1 × 0,311 + 1 × 0,244 + 0 + 0	0,555	3.

Tab. č. 12: Aplikace metody váženého součtu

ZÁVĚR

Cílem této studie bylo na konkrétním příkladu z technologické praxe ukázat možnosti aplikace metodiky životního cyklu za účelem ekologizace výroby a snížení zátěže životního prostředí. Cíl se v podstatných rysech splnilo naplnit. Bylo prokázáno, že metodologie LCA je využitelná pro srovnání environmentálních impaktů tří technologických procesů. Řešení práce však komplikovalo několik skutečností, mezi něž patří zejména neexistence obdobných materiálů v dostupné literatuře a dále pak nedostupnost některých údajů z partnerské firmy, které jsou předmětem obchodního tajemství. Velkou překážkou bylo také obtížné získávání konkrétních požadovaných informací od výrobců stavebních strojů a mechanizací. Předpokladem splnění primárního cíle bylo naplnění cílů sekundárních. Mezi nimi bylo nejkomplikovanější získání potřebných dat a jejich následný přepočítání na stanovenou funkční jednotku, kdy v některých případech bylo nutno využít kvalifikovaného odhadu odborných pracovníků.

Analytická část práce byla realizována za podpory Agrodružstva Jevišovice. Předmětem analýzy byly zvoleny technologie výroby průmyslových podlah, konkrétně srovnání výroby betonu, vsypů a asfaltu. Posuzované technologie jsou podobné, liší se pouze v některých modifikacích.

V současnosti stále není stanoven jednotný metodický postup, který by hodnocení vlivů upravoval. Relevantní část úvah byla tedy založena na subjektivním přístupu zpracovatele, který byl diskutován s experty v daných oblastech v teoretické i praktické rovině.

Hodnocena byla spotřeba elektrické energie a spotřeba primárních energetických surovin (ropa a zemní plyn), příspěvek ke skleníkovému efektu, produkce odpadů a příspěvek k hladině hluku. Z hlediska celkového negativního dopadu na životní prostředí byl vzájemnou komparací zjištěn nepatrný rozdíl u technologie výroby betonových a vsypových podlah. Větší negativní dopad technologie výroby asfaltových podlah na životní prostředí oproti technologii výroby betonových a vsypových podlah je dán vyšší spotřebou primárních energetických surovin zejména zemního plynu. Celkem se u technologie asfaltových podlah spotřebuje cca o 155 % primárních energetických surovin více než u betonové a vsypové technologie. Tato spotřeba vychází z technologických parametrů výroby asfaltů. Díky této zvýšené spotřebě, zejména zemního plynu, dochází u této technologie také ke zvýšení příspěvku k tvorbě skleníkového efektu, a to cca o 133 % oproti betonovým a vsypovým technologiím. Jako pozitivní se jeví u technologie výroby asfaltových podlah nižší spotřeba elektrické energie a menší produkce odpadů oproti technologiím výroby betonových a vsypových podlah. Spotřeba elektrické energie u asfaltových podlah je cca o 57 % nižší oproti betonovým a vsypovým podlahám, z hlediska produkce odpadů je asfaltová technologie cca o 33 % úspěšnější oproti ostatním porovnávaným technologiím. Z hlediska příspěvku k hladině hluku jsou u všech posuzovaných technologií pouze minimální rozdíly, pouze asfaltová technologie má cca o 7,8 % nižší příspěvek k hladině hluku. Z hlediska celkového dopadu na životní prostředí byl zjištěn minimální rozdíl mezi betonovou a vsypovou technologií. Rozdíl mezi těmito dvěma technologiemi a technologií výroby asfaltu je cca 27,7 % ve prospěch asfaltové technologie.

V rámci dosažení vyšší objektivity získaných výsledků byly posuzované technologie vyhodnoceny užitím matematické operační analýzy. K tomu byla použita jedna z metod vícekritériálního hodnocení variant, a to metoda váženého součtu. Výsledky prokázaly, že optimální variantou je technologie výroby betonových podlah. Jako druhá neoptimálnější varianta je technologie výroby vsypových podlah a jako třetí je technologie asfaltových podlah. Dále je nutno zdůraznit, že rozdíly mezi hodnocenými technologiemi výroby byly v minimální výši.

Následně byly identifikovány operace, které způsobují největší zátěž pro životní prostředí. Jedná se především o dopravu surovin a materiálů nákladními automobily, odpad vzniklý likvidací podlahy na konci svého životního cyklu, a také spotřeba elektrické energie zejména drobnou stavební mechanizací.

K rozhodovacímu procesu, do kterého se dostávají především investoři, jsou však nutné další aspekty, zejména ekonomické informace týkající se hlavně provozních a investičních nákladů, popř. velikosti

trhu, dále pak možné sociální dopady a bezpečnostní opatření. Velmi důležitým kritériem, které při rozhodovacím procesu je nutno zohlednit je celková životnost výrobku, v tomto příkladu podlah v zemědělských objektech. U betonových podlah se uvažuje s životností cca 30 let. Vsypává úprava betonových podlah finančně zvyšuje náklady na realizaci podlahy (cca o 60 – 100 Kč/m²), nicméně vysoce zvyšuje technické vlastnosti výsledného výrobku, především odolnost proti vnějším vlivům, trvanlivost a únosnost. Díky této úpravě vsypové podlahy dosahují mnohem delší životnosti než běžné betonové podlahy. U asfaltových podlah se uvažuje s životností cca 25 let.

Předpokládané využití výsledků získaných řešením této studie je v managementu dané firmy pro další zkvalitnění ekologicko - ekonomických charakteristik technologií výroby podlah v zemědělských objektech. Výsledky studie poskytují současně i primární návod pro použití metodiky LCA v oblasti technologie výrob různých průmyslových podlah.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] ČSN EN ISO 14040 Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Zásady a osnova. Český normalizační institut. 1998.
- [2] ČSN EN ISO 14042 Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Hodnocení dopadů životního cyklu. Český normalizační institut. 2001.
- [3] Státní politika životního prostředí (dokument schválený vládou ČR). Praha. MŽP ČR. 1999.
- [4] BODNÁROVÁ L. - Kompozitní materiály ve stavebnictví, VUT v Brně FAST 2002
- [5] BUREŠ J., MALOTA D., KULÍSEK K., - Tepelná technika, VUT Brno 1990
- [6] DROCHYTKA R., – Atmosférická koroze betonů, IKAS Praha 1998
- [7] ENTNEROVÁ, M. - Nátěrový postup pro provedení povrchových úprav
- [8] KAYALI O, HAQUE M.N., ZHU B., - Some characteristics of high strength fiber reinforced lightweight aggregate concrete
- [9] KOTOVICOVÁ, J. a kol.Odpady biodegradabilní - energetické a materiálové využití - III. ročník konference. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. 109 s. ISBN 978-80-7375-229-3
- [10] NOVÁK, M. - Přehled zdrojů znečištění ovzduší
- [11] NEDBAL F. – Speciální Betony, Svaz výrobců betonu, Praha 2001
- [12] RUSKO, M. – KURACINA, R. - KOTOVICOVA - KREČMEROVÁ, T. : Kapitoly z bezpečnostního a environmentálního manažérstva. - Žilina: Strix et VeV, Edícia EV-20, Prvé slovenské vydanie, ISBN 978-80-89281-17-6. 2007
- [13] VÁLEK J., - Vliv rozptýlené výztuže na vybrané vlastnosti betonu, Brno 2007

ADRESA AUTOROV

Doc. RNDr. Jana KOTOVICOVÁ, Ph.D., Ústav aplikované a krajinné ekologie, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: >kotovicj@mendelu.cz<

Ing. Karel MALÝ, Ústav aplikované a krajinné ekologie, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: >kmalý@centrum.cz<

RECENZENT

RNDr. Miroslav RUSKO, PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika, e-mail: >miroslav.rusko@stuba.sk<