



**UNIVERZITNÍ
CENTRUM
ENERGETICKY
EFEKTIVNÍCH BUDOV
ČVUT V PRAZE**

Studie LCA produktu - Mycelium (izolační panel)

Objednatel:

Stavební spořitelna České spořitelny, a.s.

Antala Staška 1292/32, Praha 4

1400 00

IČ: 60197609

Monika Koprivová

monika.koprivova@burinka.cz

Ing. Jan Pešta, Ph.D.

Mgr. Barbora Vlasatá

11. prosince 2024

Název	Studie LCA produktu - Mycelium (izolační panel)
Verze	2.0
Datum	11. 12. 2024
Číslo projektu	N24173
Objednatel	Stavební spořitelna České spořitelny, a.s. Antala Staška 1292/32, Praha 4 1400 00 IČ: 60197609
Kontaktní osoba	Monika Kopřivová monika.koprivova@burinka.cz
Autoři	Ing. Jan Pešta, Ph.D. Mgr. Barbora Vlasatá
Kontaktní osoba	Ing. Jan Pešta, Ph.D. Jan.pesta@cvut.cz
	České vysoké učení technické v Praze Univerzitní centrum energeticky efektivních budov Třínecká 1024 273 43 Buštěhrad www.uceeb.cz

Obsah:

1	Zadání.....	1
2	Princip LCA	2
2.1	Návaznost LCA na normy	3
3	Metodika výpočtu.....	5
4	Předmět analýzy	6
4.1	Popis produktu Mycelium (fasádní panel)	6
4.2	Popis projektu útulny Samorost	6
4.3	Podklady.....	6
5	Výsledky	8
5.1	Environmentální dopady mycelia	8
5.1.1	Vliv dopravy materiálů pro výrobu	11
5.1.2	Vliv zdroje elektřiny na dopady výroby	13
5.1.3	Benefity předcházení skládkování	14
5.1.4	Konec životního cyklu	15
5.1.5	Shrnutí dopadů	16
5.2	Environmentální dopady projektu Samorost	18
6	Závěr.....	20
	Seznam obrázků	21

1 ZADÁNÍ

Cílem studie je posuzování životního cyklu produktu – Mycelium (izolační panel). Posuzování životního cyklu (metodou LCA) bylo provedeno na základě dodané podkladové dokumentace v souladu s ISO 14040 a 14044. Studie dále zahrnuje scénář využití panelu v domě dle dodané dokumentace.

Posuzovaný produkt je podrobněji popsán v kapitole 4 Předmět analýzy. Výstupy a data je možné následně využívat k dalším analýzám a pro komerční účely.

Zpráva má následující cíle:

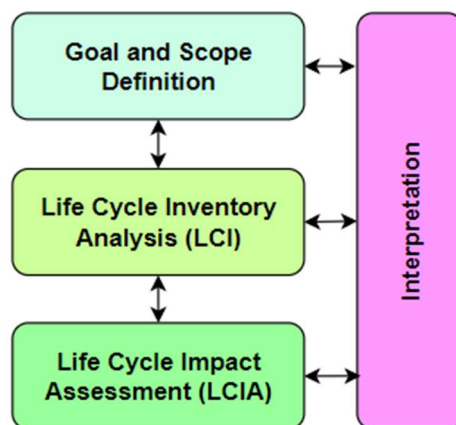
- seznámení klienta i dalších zúčastněných stran s metodikou výpočtu a uvažovanými okrajovými podmínkami;
- primární detekce hotspotů v životním cyklu produktu – použitých materiálů, procesů a fází životního cyklu s největšími environmentálními dopady;
- podrobné výsledky analýzy včetně komentářů.

2 PRINCIP LCA

Základní metodou využitou pro potřeby tohoto výpočtu je posuzování životního cyklu – Life-Cycle Assessment (LCA). Jedná se o analytickou metodu používanou k hodnocení environmentálních dopadů produktů, staveb, výrobků nebo služeb v průběhu jejich celého životního cyklu. LCA zahrnuje hodnocení všech fází životního cyklu produktu, včetně těžby surovin, výroby, dopravy, instalace, užívání a odstranění, a také zpracování odpadů. Tato studie se zaměřuje především na Potenciál globálního oteplování - Global Warming Potential (GWP) uvedený v ekvivalentních emisích oxidu uhličitého – kg CO₂ ekv, ale uvádí i další celkové environmentální dopady dle ČSN EN 15 804 + A2.

LCA se skládá ze čtyř hlavních procesních fází a je zobrazeno na Obrázek 1:

1. Definice cílů a rozsahu: V této fázi se určí, co a jakým způsobem bude posuzováno. Jedná se především o jasnou specifikaci posuzovaného projektu včetně hranic systému, tedy jaké fáze životního cyklu budou do analýzy zahrnuty.
2. Inventarizace životního cyklu: Ve druhé fázi se sbírají a analyzují materiálové a energetické vstupy a výstupy ze všech fází životního cyklu zahrnutých do hranic systému (spotřeba primární energie, emise, odpady) a dalších informace, které mají vliv na environmentální vlastnosti budovy.
3. Posouzení dopadů životního cyklu: Tato fáze klasifikuje – přiřazuje výsledky z inventarizace jednotlivým kategoriím environmentálního dopadu. V této fázi se kvantifikují a vyhodnocují environmentální dopady každé fáze životního cyklu v kontextu kategorie dopadu Potenciálu globálního oteplování. Zdrojem dat je databáze softwaru Simapro.
4. Interpretace výsledků: V poslední fázi se interpretují zjištění z posuzování LCA projektu a hodnotí se význam jednotlivých fází životního cyklu. Na základě těchto výsledků mohou být navrženy strategie nebo opatření ke snižování environmentálních dopadů.

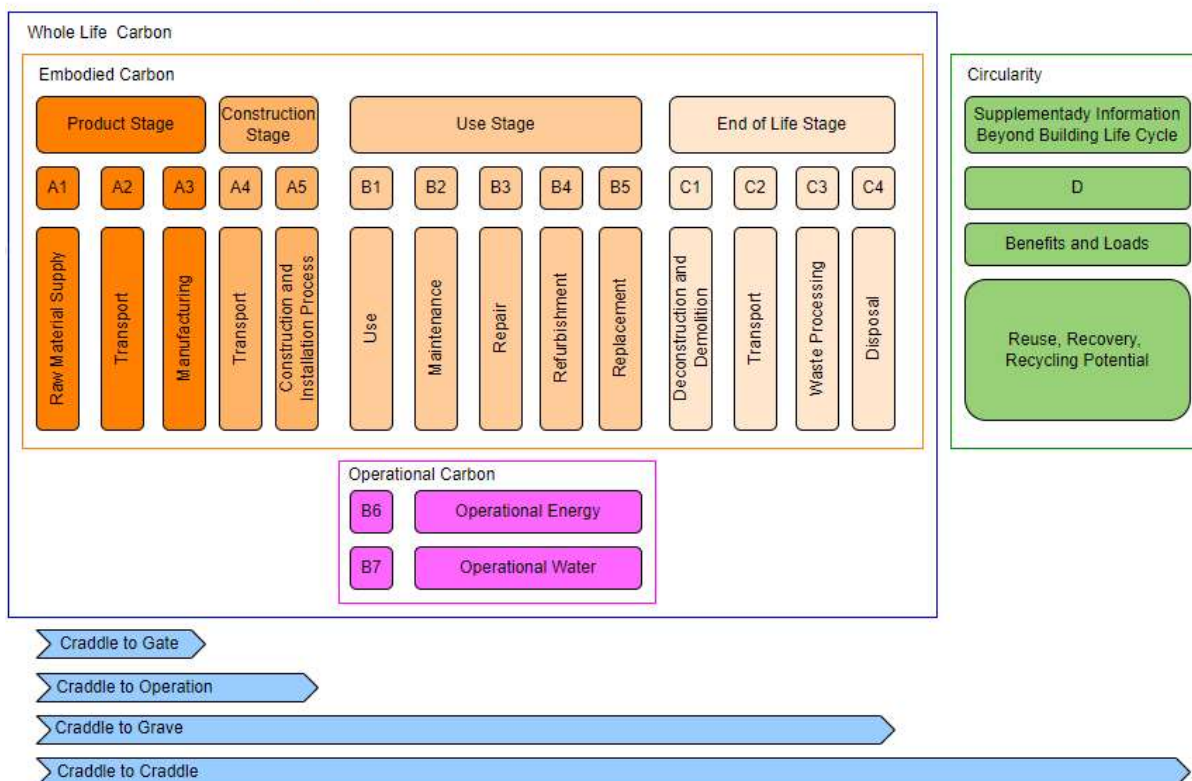


Obrázek 1. Schéma metody LCA dle ISO 14044

Význam analýzy LCA spočívá v tom, že umožňuje jejímu zadavateli získat komplexní a objektivní pohled na environmentální dopady posuzovaných produktů. LCA může být použito pro porovnání různých alternativ, identifikaci klíčových oblastí s vysokými environmentálními dopady, podporu rozhodování při vývoji nových produktů a stanovení cílů pro ekodesign. Tímto způsobem LCA přispívá k větší udržitelnosti a snižování negativních dopadů lidských aktivit na životní prostředí. Principem metody je rozdělení životního cyklu na jeho dílčí části, které se transparentně kvantifikují. V případě budovy to znamená

propojení výkazu výměr na základě informačního modelu s environmentálními daty. Moduly životního cyklu jsou znázorněny na Obrázek 2.

Life Cycle Assessment (LCA) Modules



Obrázek 2. Rozdělení životního cyklu na jednotlivé fáze a moduly dle ČSN EN 15 978

2.1 Návaznost LCA na normy

Metodika LCA je začleněná do následujících mezinárodních norem:

EN 15978: „Sustainability of construction works – Assessment of Environmental performance of buildings – Calculation method“ se zaměřuje na hodnocení environmentálního výkonu budov. Definiuje metodiku pro provádění LCA budov v rámci jejich celého životního cyklu.

EN 15804: „Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products“ je specifická pro hodnocení environmentálních dopadů stavebních výrobků. Stanovuje požadavky na vytváření environmentálních produktových deklarací (EPD) a zahrnuje metody LCA pro hodnocení těchto výrobků.

EN 14067: „Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification and communication“ se zabývá hodnocením uhlíkové stopy výrobků. Zahrnuje metody LCA pro výpočet uhlíkové stopy a poskytuje směrnice pro kvantifikaci a komunikaci výsledků.

EN 16760: „Sustainability of construction works – Assessment of buildings – Calculation method of embodied energy and other embodied environmental impact indicators“ se zaměřuje na hodnocení energetické náročnosti a dalších environmentálních ukazatelů v rámci životního cyklu budov. Využívá metody LCA pro výpočet energetických a environmentálních dopadů budov.

ISO 14040: „Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework“ stanovuje základní principy a rámec pro provádění LCA. Poskytuje obecné směrnice pro provedení LCA a stanovuje požadavky na definici cílů a rozsahu, sběr a analýzu dat, vyhodnocení výsledků a informování o výsledcích LCA.

ISO 14044: „Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines“ je doplňkem normy ISO 14040. Tato norma se zabývá konkrétními požadavky a směrnicemi pro implementaci LCA. Obsahuje podrobné postupy a příklady pro každou fázi LCA, včetně definice cílů a rozsahu, analýzy životního cyklu, hodnocení a interpretace výsledků.

ISO 14025: „Environmental labels and declarations – Type III Environmental declarations – Principles and procedures“ se zaměřuje na vytváření Environmentálního prohlášení o produktu (EPD), které poskytují transparentní informace o environmentálních vlastnostech výrobků. LCA je klíčovým prvkem při tvorbě těchto prohlášení.

ISO 14046: „Environmental management – Water footprint – Principles, requirements and guidelines“ se soustředí na hodnocení vodního otisku výrobků, procesů nebo organizací. Využívá principy LCA pro hodnocení vodních dopadů v průběhu životního cyklu.

3 METODIKA VÝPOČTU

Principem výpočtu je spárovat použité množství materiálů s příslušnými environmentálními daty, které vede k výsledné kvantifikaci jejich environmentálními dopadů. Výkaz materiálu vychází z projektu, který byl dodán objednatelem, viz. kapitola 4.3 Podklady. Zásadním dokumentem je výkaz výměr dodaný v Excelovém souboru. Množství jednotlivých materiálů se následně páruje s environmentálními daty v nástroji Simapro, který obsahuje specifické datasey ze všech dostupných EPD na mezinárodním poli, včetně slovenských a českých, ale i generické datasey, vytvořené pro účely databáze Ecoinvent. Výpočet je v souladu s normami zmíněnými v kapitole 2.1 Návaznost LCA na normy.

Fáze LCA jsou uvažované tzv. Cradle to grave (A1-A4, B4-B5, C1-C4, D).

Části projektu zahrnuté do výpočtu:

- Výroba fasádní panelů
- Materiály a výrobky potřebné pro projekt útulny Samorost

Zdrojem pro LCA datasey použité pro výpočet je databáze Ecoinvent verze 3.7. Dále jsou použita nejen data generická, ale i specifická z konkrétních environmentálních prohlášení o produktu (EPD). Je-li to možné, jsou voleny primárně konkrétní data z EPD.

Obecný postup je následující: Pokud nejsou známy přesné informace o materiálech, je zvolen generický (nebo specifický) dataset s nejhorsími environmentálními vlastnostmi pro daný typ materiálu (výrobku).

V dalších fázích nabízených analýz projektu je kladen důraz na co největší reprezentativnost použitých datasetů, a to jak z hlediska geografického, tak technologického – využití dat pro konkrétní výrobky pro český trh, reálně využívané při stavbě. Následný krok – optimalizace, vede ke snaze využít data z EPD produktů s co nejnižší uhlíkovou stopou, aby bylo možné stanovit potenciální úsporu CO_{2,ekv} při výměně dodavatele nebo změny energetického mixu.

4 PŘEDMĚT ANALÝZY

4.1 Popis produktu Mycelium (fasádní panel)

Předmětem posuzování byly tuhé tepelně-izolační desky vytvořené růstem mycelia na substrátu. Byly uvažovány dva typy substrátu: 1) substrát z pilin (50 % hm.) a odpadního papíru ze zpracování sádkartonu (50 % hm.), 2) substrát z pilin (100 %).

4.2 Popis projektu útulny Samorost

Součástí studie bylo posuzování projektu útulny Samorost. Pro posouzení se vycházelo z dodaných podkladových dat.

4.3 Podklady

Podkladem pro studii LCA byl přehled vstupů a výstupů (materiálů a energií) z procesu výroby mycelia a přehled materiálů pro projekt útulny Samorost. Přehledy byly dodány kontaktní osobou pro inventarizaci (doc. Ing. arch. Kateřina Sýsová, Ph.D.).

Tabulka 1. Přehled toků materiálů a energií z procesu výroby panelů (vztaženo na 1000 kg mykokompozitního substrátu)

Materiály	Množství	Pozn.	Environmentální dataset
Voda	800 l	600 l vody do substrátu a 200 l do autoklávu	Tap water {Europe without Switzerland} market for Cut-off, S
Elektřina	225 kWh	příprava substrátu	Electricity, medium voltage {CZ} market for Cut-off, S
	100 kWh	klimatizace pěstebních prostor	Electricity, medium voltage {CZ} market for Cut-off, S
Piliny	300 kg	(ve variantě Myko 1: 150 kg pilin a 150 kg odp. papíru	Sawdust, wet, measured as dry mass {Europe without Switzerland} market for sawdust, wet, measured as dry mass Cut-off, S (resp. pro Myko 1 Waste paperboard, sorted {GLO}) market for Cut-off, S)
Ječmen	30 kg		Barley grain {GLO} market for Cut-off, S
Řepka	14 kg		Rape seed {GLO} market for Cut-off, S
Otruby	44 kg		Protein feed, 100% crude {RoW} wheat bran to generic market for energy feed Cut-off, S
Sadba houby	12 kg	(99% ječmen 1% sadba, energie ekvivalentní k substrátu)	
Pěstební pytel 250 ks	7,2 kg	HDPE	Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Cut-off, S

* **Mykokompozitní substrát – 1000 kg - odpovídá 33 m² plochy izolačních panelů o tloušťce 5cm**

Bylo uvažováno, že při výrobě mykokompozitu nevznikají žádné odpady. Doprava surovin byla předpokládána jako průměrná doprava suroviny na základě dat dostupných v databázi Ecoinvent, verze 3.7.

Tabulka 2. Přehled toků materiálů potřebných pro stavbu projektu útulny Samorost

Materiál projekt		Environmentální dataset	
Samorost	Množství	pozn.	
Dřevo stavba	2.400 m ³	překližka buk	Plywood {RER} market for plywood Cut-off, S
Dřevo platforma	0.400 m ³	stavební dřevo - smrk	Structural timber {RER} market for structural timber Cut-off, S
Ocel stavba	0.020 m ³	spojovací materiál (vruty, šrouby, úhelníky)	Steel, low-alloyed {GLO} market for Cut-off, S
Ocel platforma	0.050 m ³	konstrukční ocel	Steel, low-alloyed {GLO} market for Cut-off, S
Parozábrana	54 m ²	Pojistná hydroizolační fólie Jutadach 135	Paper, woodcontaining, lightweight coated {RER} market for Cut-off, S
Parobrzdá	61 m ²	Parobrzdná fólie Isocell ÖKO NATUR	Polypropylene, granulate {GLO} market for Cut-off, S
PMMA (polymethylmetakrylát)	0.035 m ³		Polymethyl methacrylate, sheet {GLO} market for Cut-off, S
PVC	0.045 m ³		Polyvinylidenchloride, granulate {RER} market for polyvinylidenchloride, granulate Cut-off, S
Dvojskla	2.700 m ²		Glazing, double, U<1.1 W/m2K {GLO} market for Cut-off, S
Guma páska	2.370 m ²		Seal, natural rubber based {GLO} market for Cut-off, S
Elektrický kabel	55 m		Cable, unspecified {GLO} market for Cut-off, S
Mykokompozitní substrát	1800 Kg		Modelován podle tabulky 1.

5 VÝSLEDKY

5.1 Environmentální dopady mycelia

V následující tabulce jsou uvedeny environmentální dopady izolačních materiálů vyčíslené pro fázi A1-A3 životního cyklu v souladu s normou ČSN EN 15 804+A2. Dopady byly vztaženy na 1 kg materiálu.

Tabulka 3. Environmentální dopady produkce izolačních materiálů na 1 kg (Myko 1 – substrát z pilin a odpadního papíru, Myko 2 – substrát z pilin, XPS – extrudovaný polystyren, EPS – pěnový polystyren)

Indikátor	Jednotka	Myko 1	Myko 2	XPS	EPS
Potenciál globálního oteplování (GWP-total)	kg CO ₂ ekv.	2.18E-01	1.73E-01	4.15E+00	4.56E+00
Potenciál úbytku stratosférické ozonové vrstvy (ODP)	kg CFC 11 ekv.	1.17E-08	1.12E-08	8.14E-08	8.77E-08
Potenciální účinek expozice člověka izotopu U235 (IRP)	kBq U235 ekv.	8.89E-02	8.94E-02	2.44E-01	1.92E-01
Potenciál tvorby přízemního ozonu (POCP)	kg NMVOC ekv.	9.82E-04	9.51E-04	1.38E-02	2.37E-02
Potenciální výskyt onemocnění v důsledku emisí pevných částic (PM)	Výskyt onemocnění	1.15E-08	1.09E-08	1.35E-07	1.56E-07
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-nc)	CTUh	5.52E-09	5.50E-09	1.57E-08	1.34E-08
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-c)	CTUh	1.88E-10	1.84E-10	1.24E-09	9.77E-10
Potenciál acidifikace (AP)	mol H ⁺ ekv.	2.48E-03	2.46E-03	1.55E-02	1.73E-02
Potenciál eutrofizace, podíl živin vstupujících do sladké vody (EP sladké vody)	kg P ekv.	4.94E-04	4.95E-04	5.74E-04	5.03E-04
Potenciál eutrofizace, podíl živin vstupujících do slané vody (EP slané vody)	kg N ekv.	1.24E-03	1.23E-03	2.53E-03	2.77E-03
Potenciál eutrofizace, Kumulativní překročení (EP půdy)	mol N ekv.	7.16E-03	7.07E-03	2.65E-02	2.91E-02
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro ekosystémy (ETP-fw) (ETP-fw)	CTUe	6.68E+00	6.64E+00	2.49E+01	2.61E+01
Index potenciální kvality půdy (SQP)	Pt	1.56E+01	1.81E+01	3.21E+00	3.58E+00
Potenciál nedostatku vody (pro uživatele) (WDP)	m ³ svět. ekv.	6.98E-01	6.98E-01	3.06E+00	2.98E+00
Potenciál úbytku surovin pro fosilní zdroje (ADP-fosilní paliva)	MJ, výhřevnost	5.18E+00	5.17E+00	8.89E+01	9.59E+01
Potenciál úbytku surovin pro nefosilní zdroje (ADP-minerály a kovy)	kg Sb ekv.	1.16E-06	1.11E-06	1.03E-05	1.49E-06
Potenciál globálního oteplování (GWP-fosil)	kg CO ₂ ekv.	3.87E-01	3.82E-01	4.09E+00	4.48E+00
Potenciál globálního oteplování (GWP-biogen)	kg CO ₂ ekv.	-1.71E-01	-2.11E-01	5.67E-02	7.88E-02

Indikátor	Jednotka	Myko 1	Myko 2	XPS	EPS
Potenciál globálního oteplování z využívání půdy a změny ve využívání půdy (GWP-luluc)	kg CO ₂ ekv.	2.15E-03	2.17E-03	1.00E-03	7.47E-04
		Nejpříznivější hodnota			

Environmentální dopady byly pro názornost přepočteny také na deklarovanou jednotku 1 m³. Pro přepočet byly použity následující předpokládané objemové hmotnosti:

- Myko 1 – 200 kg/m³
- Myko 2- 200 kg/m³
- XPS- 40 kg/m³
- EPS - 20 kg/m³

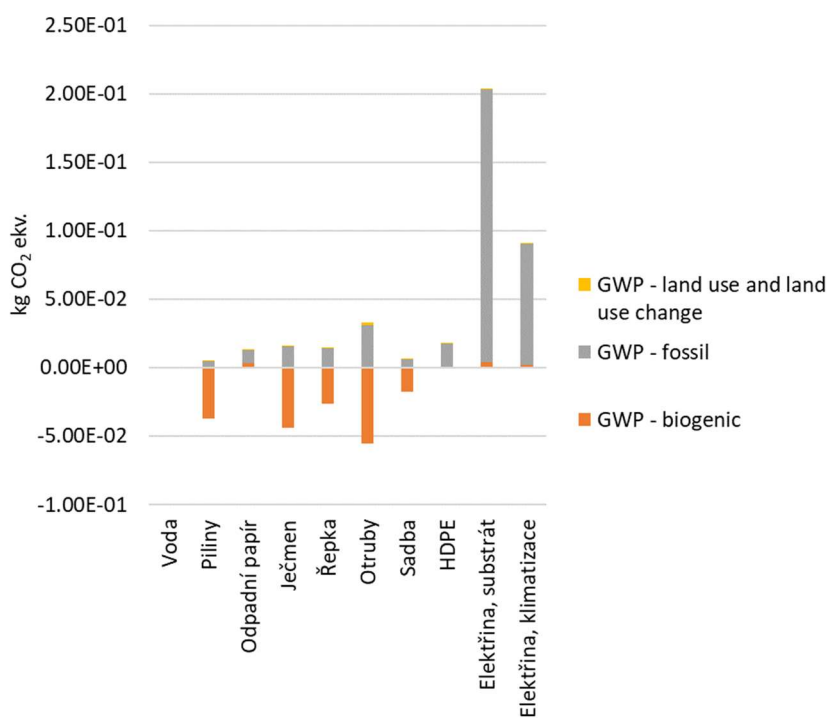
Tabulka 4. Environmentální dopady produkce izolačních materiálů na 1 m³ (Myko 1 – substrát z pilin a odpadního papíru, Myko 2 – substrát z pilin, XPS – extrudovaný polystyren, EPS – pěnový polystyren)

Indikátor	Jednotka	Myko 1	Myko 2	XPS	EPS
Potenciál globálního oteplování (GWP-total)	kg CO ₂ ekv.	1.09E-03	8.63E-04	1.04E-01	2.28E-01
Potenciál úbytku stratosférické ozonové vrstvy (ODP)	kg CFC 11 ekv.	5.83E-11	5.59E-11	2.03E-09	4.38E-09
Potenciální účinek expozice člověka izotopu U235 (IRP)	kBq U235 ekv.	4.44E-04	4.47E-04	6.09E-03	9.59E-03
Potenciál tvorby přízemního ozonu (POCP)	kg NMVOC ekv.	4.91E-06	4.75E-06	3.45E-04	1.18E-03
Potenciální výskyt onemocnění v důsledku emisí pevných částic (PM)	Výskyt onemocnění	5.73E-11	5.47E-11	3.36E-09	7.78E-09
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-nc)	CTUh	2.76E-11	2.75E-11	3.93E-10	6.69E-10
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-c)	CTUh	9.42E-13	9.19E-13	3.10E-11	4.88E-11
Potenciál acidifikace (AP)	mol H ⁺ ekv.	1.24E-05	1.23E-05	3.87E-04	8.67E-04
Potenciál eutrofizace, podíl živin vstupujících do sladké vody (EP sladké vody)	kg P ekv.	2.47E-06	2.48E-06	1.43E-05	2.52E-05
Potenciál eutrofizace, podíl živin vstupujících do slané vody (EP slané vody)	kg N ekv.	6.21E-06	6.17E-06	6.33E-05	1.38E-04
Potenciál eutrofizace, Kumulativní překročení (EP půdy)	mol N ekv.	3.58E-05	3.54E-05	6.61E-04	1.45E-03
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro ekosystémy (ETP-fw) (ETP-fw)	CTUe	3.34E-02	3.32E-02	6.22E-01	1.31E+00
Index potenciální kvality půdy (SQP)	Pt	7.81E-02	9.06E-02	8.01E-02	1.79E-01
Potenciál nedostatku vody (pro uživatele) (WDP)	m ³ svět. ekv.	3.49E-03	3.49E-03	7.65E-02	1.49E-01
Potenciál úbytku surovin pro fosilní zdroje (ADP-fosilní paliva)	MJ, výhřevnost	2.59E-02	2.59E-02	2.22E+00	4.80E+00
Potenciál úbytku surovin pro nefosilní zdroje (ADP-minerály a kovy)	kg Sb ekv.	5.80E-09	5.56E-09	2.58E-07	7.45E-08

Potenciál globálního oteplování (GWP-fosil)	kg CO ₂ ekv.	1.93E-03	1.91E-03	1.02E-01	2.24E-01
Potenciál globálního oteplování (GWP-biogen)	kg CO ₂ ekv.	-8.55E-04	-1.06E-03	1.42E-03	3.94E-03
Potenciál globálního oteplování z využívání půdy a změny ve využívání půdy (GWP-luluc)	kg CO ₂ ekv.	1.08E-05	1.09E-05	2.51E-05	3.73E-05

Nejpříznivější hodnota

Dopad v kategorii změna klimatu (indikátor GWP) je ovlivněn obsahem biogenního uhlíku ve vstupních surovinách. Tento uhlík je zabudován ve vstupních surovinách a tím pádem se ve výsledcích projevuje jako záporná hodnota (tj. snižuje dopad). Tento benefit je ale jen dočasný. Dá se předpokládat, že na konci životního cyklu dojde k opětovnému uvolnění biogenního uhlíku do ovzduší ať už vlivem rozkladu nebo spalování biogenních materiálů. Je tedy nutné předpokládat, že na konci životního cyklu dojde k přibližně stejnému dopadu, který byl na začátku mitigován. Tento předpoklad je mimo jiné v modelování znám jak přístup -1/+1 a je doporučován v souladu s normou ČSN EN 15 804+A2.



Obrázek 3. Příspěvek toků k dopadu na změnu klimatu, vztaženo na výrobu 1 kg substrátu (Myko 1)

Tabulka 5. Dopad produkce surovin v kategorii změna klimatu (GWP-total, vztaženo na 1 kg substrátu, uvedeno v kg CO₂ ekv.)

Surovina	Myko 1	Myko 2
Total	2.18E-01	1.73E-01
Voda	2.84E-04	2.84E-04
Piliny	-3.22E-02	-6.45E-02
Odpadní papír	1.29E-02	-
Ječmen	-2.83E-02	-2.83E-02
Řepka	-1.17E-02	-1.17E-02
Otruby	-2.27E-02	-2.27E-02
Sadba	-1.12E-02	-1.12E-02
HDPE	1.73E-02	1.73E-02
Elektřina, substrát	2.03E-01	2.03E-01
Elektřina, klimatizace	9.03E-02	9.03E-02

5.1.1 Vliv dopravy materiálů pro výrobu

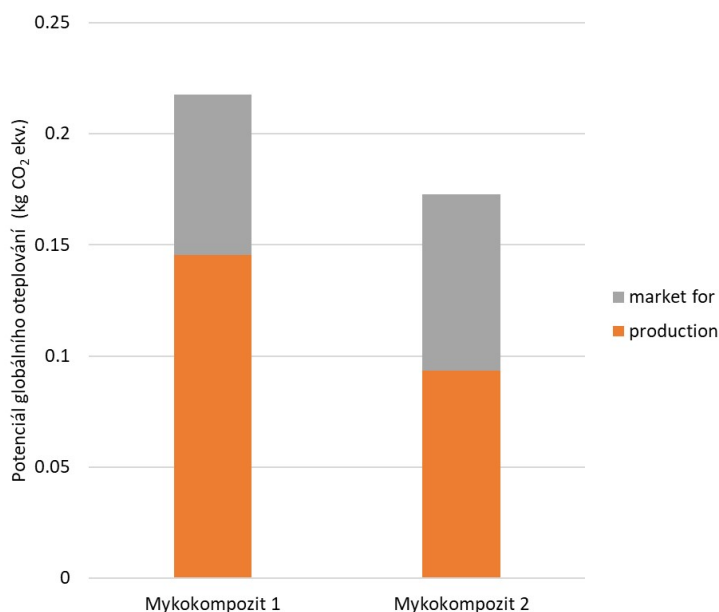
Výsledky v Tabulce 3 představují dopady výroby mykokompozitu modelované pomocí tzv. market for procesů. Tyto procesy zahrnují předpokládanou dopravu materiálů ke spotřebiteli. Tyto procesy jsou používány v případě, žení známa specifická dopravní vzdálenost od výrobce ke spotřebiteli.

V tabulce 6 jsou uvedeny dopady výroby mykomkompozitu modelové pomocí tzv. production procesů, které nezahrnují dopravu ke spotřebiteli. Jedná se tak o výsledek kompletně očištěný od dopravy materiálů v celém výrobním řetězci. Vyjimku tvoří modelování spotřeby elektřiny a vody, které zahrnují i distribuci k zákazníkovi.

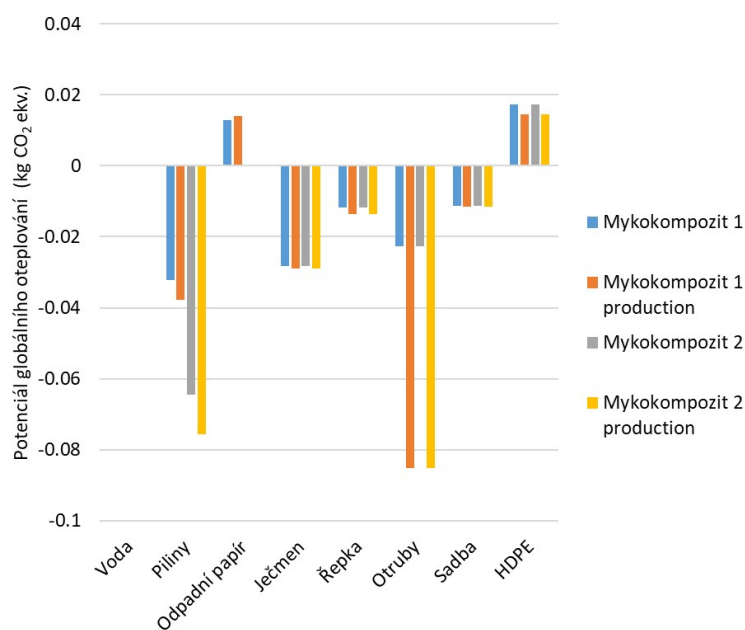
Tabulka 6. Environmentální dopady produkce izolačních materiálů na 1 kg (Myko 1 – substrát z pilin a odpadního papíru, Myko 2 –substrát z pilin, market for – zahrnuje dopravu surovin do výroby, production – bez dopravy)

Indikátor	Jednotka	M1	M1	M2	M2
		market for	production	market for	production
Potenciál globálního oteplování (GWP-total)	kg CO ₂ ekv.	1.09E-03	1.45E-01	8.63E-04	9.34E-02
Potenciál úbytku stratosférické ozonové vrstvy (ODP)	kg CFC 11 ekv.	5.83E-11	9.85E-09	5.59E-11	8.58E-09
Potenciální účinek expozice člověka izotopu U235 (IRP)	kBq U235 ekv.	4.44E-04	8.76E-02	4.47E-04	8.70E-02
Potenciál tvorby přízemního ozonu (POCP)	kg NMVOC ekv.	4.91E-06	9.09E-04	4.75E-06	8.55E-04
Potenciální výskyt onemocnění v důsledku emisí pevných částic (PM)	Výskyt onemocnění	5.73E-11	1.37E-08	5.47E-11	1.28E-08
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-nc)	CTUh	2.76E-11	1.25E-08	2.75E-11	1.24E-08
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-c)	CTUh	9.42E-13	2.15E-10	9.19E-13	2.07E-10

Indikátor	Jednotka	M1 market for	M1 production	M2 market for	M2 production
Potenciál acidifikace (AP)	mol H ⁺ ekv.	1.24E-05	2.83E-03	1.23E-05	2.78E-03
Potenciál eutrofizace, podíl živin vstupujících do sladké vody (EP sladké vody)	kg P ekv.	2.47E-06	4.79E-04	2.48E-06	4.78E-04
Potenciál eutrofizace, podíl živin vstupujících do slané vody (EP slané vody)	kg N ekv.	6.21E-06	1.82E-03	6.17E-06	1.80E-03
Potenciál eutrofizace, Kumulativní překročení (EP půdy)	mol N ekv.	3.58E-05	8.86E-03	3.54E-05	8.68E-03
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro ekosystémy (ETP-fw) (ETP-fw)	CTUe	3.34E-02	5.05E+00	3.32E-02	4.89E+00
Index potenciální kvality půdy (SQP)	Pt	7.81E-02	9.76E+00	9.06E-02	1.21E+01
Potenciál nedostatku vody (pro uživatele) (WDP)	m ³ svět. ekv.	3.49E-03	4.65E-01	3.49E-03	4.64E-01
Potenciál úbytku surovin pro fosilní zdroje (ADP-fosilní paliva)	MJ, výhřevnost	2.59E-02	4.98E+00	2.59E-02	4.89E+00
Potenciál úbytku surovin pro nefosilní zdroje (ADP-minerály a kovy)	kg Sb ekv.	5.80E-09	1.01E-06	5.56E-09	9.44E-07
Potenciál globálního oteplování (GWP-fosil)	kg CO ₂ ekv.	1.93E-03	3.71E-01	1.91E-03	3.62E-01
Potenciál globálního oteplování (GWP-biogen)	kg CO ₂ ekv.	-8.55E-04	-2.26E-01	-1.06E-03	-2.69E-01
Potenciál globálního oteplování z využívání půdy a změny ve využívání půdy (GWP-luluc)	kg CO ₂ ekv.	1.08E-05	3.45E-04	1.09E-05	3.70E-04



Obrázek 4. Vliv dopravy na celkové dopady výroby mykokompozitu (výsledek potenciálu globálního oteplování)

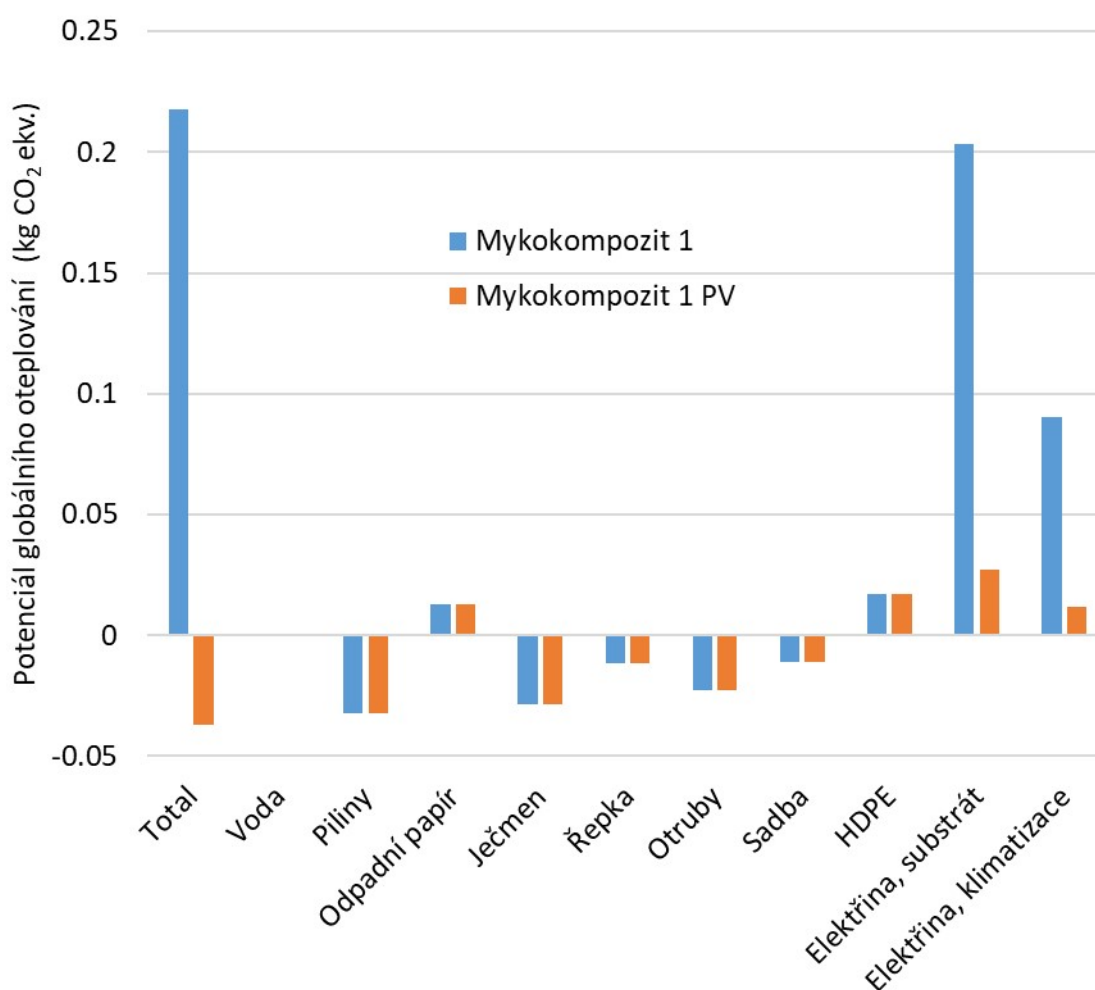


Obrázek 5. Vliv dopravy na dopady spojené se spotřebou surovin ve výrobě mykokompozitu (výsledek potenciálu globálního oteplování)

5.1.2 Vliv zdroje elektřiny na dopady výroby

Produkce elektřiny tvoří významný podíl na celkovém dopadu výroby mykokompozitu s ohledem například na výsledek indikátoru Potenciál globálního oteplování. Volba zdroje tak může velmi ovlivnit celkový výsledek v tomto indikátoru.

Proto byl modelován teoretický scénář, ve kterém elektřina pocházela z fotovoltaického panelu. Zdroj elektřiny byl modelován pomocí procesu Electricity, low voltage {CZ} | electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, single-Si, panel, mounted | Cut-off, S.



Obrázek 6. Vliv elektřiny na výsledek Potenciálu globálního oteplování

5.1.3 Benefity předcházení skládkování

V případě, že jsou ve výrobě zpracovávány druhotné suroviny, jedná se o proces, který podporuje cirkulární ekonomiku a šetrné využívání zdrojů. V této studii je navíc posuzován produkt, který není ještě plně zaveden na trh a jeho zavedení by vedlo ke spotřebě odpadního papíru ze zpracování sádkartonových desek (scénář Myko 1). Zavedení této technologie by pak vedlo k předcházení skládkování a využití druhotné suroviny. Při posuzování dopadů životního cyklu je běžně uvažováno s benefity za hranicemi systému. V tomto případě se jedná o benefity spojené s tím, že nedošlo ke skládkování materiálu. Tyto benefity by se do posuzovaného systému daly zahrnout, pakliže by systém byl definován jako modelování dopadů spojených s odstraněním papíru a následnou výrobou izolačního panelu z mycelia. Při pohledu na posuzovaný systém jako na black box by vstupem byl odpadní papír a výstupem právě izolační panel. Alternativou se stejnou funkcí s využitím standardních materiálů by byl systém, který by zahrnoval vstup (následně např. odstraněný na skládce) a produkci samotného standardního materiálu (např. polystyrenu).

Tato studie se ovšem věnuje jen posuzování dopadů spojených s výrobou produktu a proto benefity předcházení skládkování nebyly zahrnuty do celkových výsledků (Tabulka 3, Tabulka 4).

Na druhou stranu, jelikož se jedná o zavedení nového produktu bylo přistoupeno k modelování benefity spojených s předcházením skládkování tak, aby výsledky mohly být interpretovány v kontextu

rozhodnutí, které má potenciál takový dopad způsobit – tedy konsekvence po zavedení výroby mycelia by došlo k úspoře takových dopadů. Modelované dopady, k jejichž úspoře by došlo, jsou vyčísleny v tabulce 7. Bylo modelováno pomocí procesu Waste paperboard {RoW}| treatment of, sanitary landfill | Cut-off, S. Výsledky jsou vztaženy na 1 kg panelu, který by byl vyroben z adekvátního množství papíru (0,150 kg papíru na 1 kg panelu).

Tabulka 7. Dopady skládkování papíru, k jejichž úspoře by došlo při výrobě 1 kg izolačního panelu (Miko 1)

Indikátor	Jednotka	Dopady skládkování odpadního papíru
Potenciál globálního oteplování (GWP-total)	kg CO ₂ ekv.	3.56E-01
Potenciál úbytku stratosférické ozonové vrstvy (ODP)	kg CFC 11 ekv.	5.36E-10
Potenciální účinek expozice člověka izotopu U235 (IRP)	kBq U235 ekv.	3.75E-04
Potenciál tvorby přízemního ozonu (POCP)	kg NMVOC ekv.	1.04E-04
Potenciální výskyt onemocnění v důsledku emisí pevných částic (PM)	Výskyt onemocnění	3.42E-10
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-nc)	CTUh	5.39E-10
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-c)	CTUh	3.01E-12
Potenciál acidifikace (AP)	mol H ⁺ ekv.	3.85E-05
Potenciál eutrofizace, podíl živin vstupujících do sladké vody (EP sladké vody)	kg P ekv.	9.27E-07
Potenciál eutrofizace, podíl živin vstupujících do slané vody (EP slané vody)	kg N ekv.	2.76E-04
Potenciál eutrofizace, Kumulativní překročení (EP půdy)	mol N ekv.	8.05E-05
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro ekosystémy (ETP-fw) (ETP-fw)	CTUe	7.06E-01
Index potenciální kvality půdy (SQP)	Pt	9.22E-02
Potenciál nedostatku vody (pro uživatele) (WDP)	m ³ svět. ekv.	1.84E-03
Potenciál úbytku surovin pro fosilní zdroje (ADP-fosilní paliva)	MJ, výhřevnost	5.57E-02
Potenciál úbytku surovin pro nefosilní zdroje (ADP-minerály a kovy)	kg Sb ekv.	1.17E-08
Potenciál globálního oteplování (GWP-fosil)	kg CO ₂ ekv.	3.26E-03
Potenciál globálního oteplování (GWP-biogen)	kg CO ₂ ekv.	3.52E-01
Potenciál globálního oteplování z využívání půdy a změny ve využívání půdy (GWP-luluc)	kg CO ₂ ekv.	3.64E-06

5.1.4 Konec životního cyklu

Při posuzování environmentálních dopadů produktu, je potřeba brát v úvahu i dopady jeho odstranění na konci životního cyklu. Nicméně pro mykokompozit, jako pro nový materiál, není zřejmé, jak s ním bude nakládáno na konci životního cyklu. Proto byly předpokládány tři scénáře:

1. Materiál bude skládkován
2. Materiál bude průmyslově kompostován.
3. Materiál bude spalován v zařízení pro energetické využití komunálního odpadu.

Výsledky tohoto porovnání jsou uvedeny v tabulce 9.

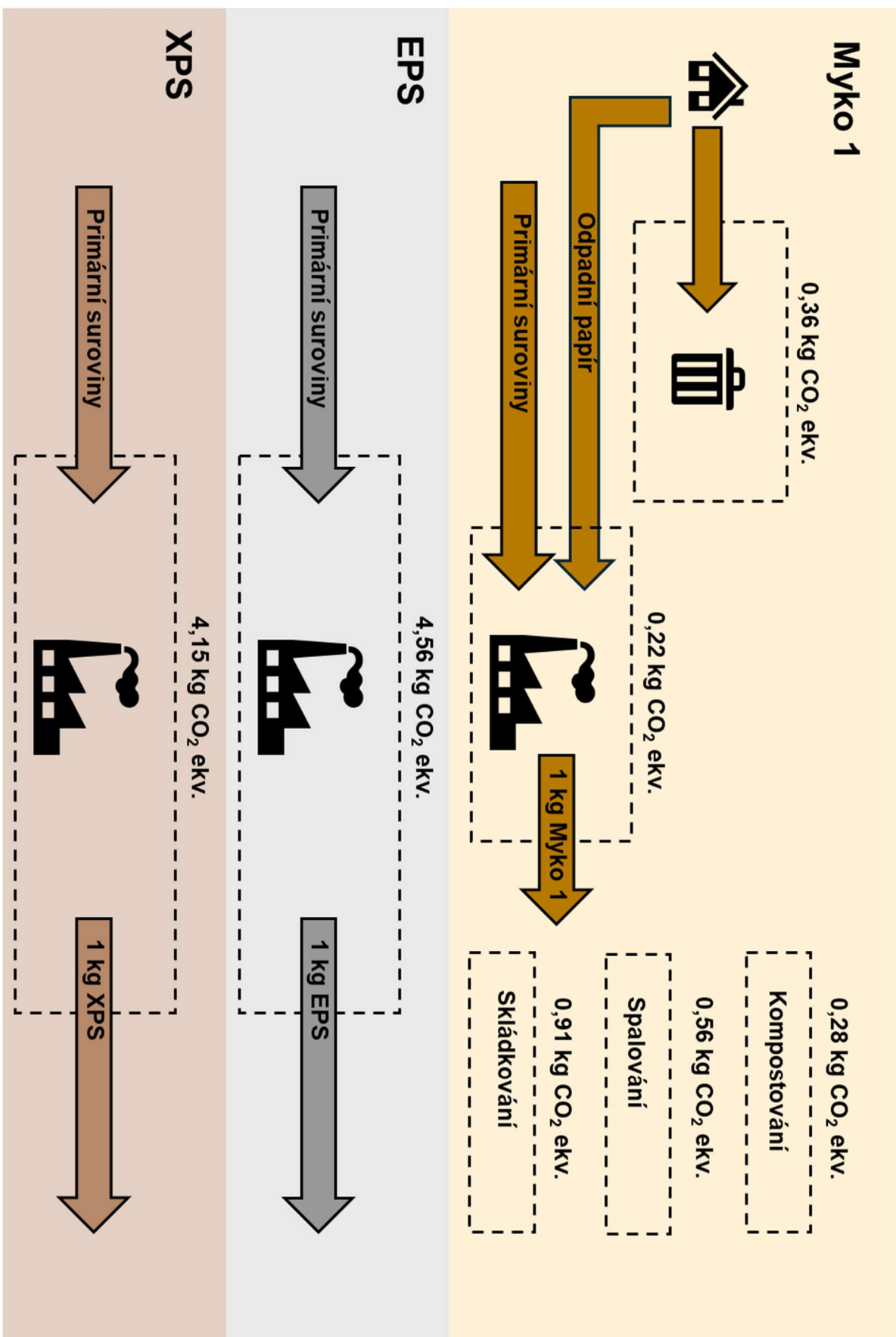
Tabulka 8. Environmentální dopady produkce izolačních materiálů na 1 kg

Indikátor	Jednotka	Skládkování	Kompostování	Spalování
Potenciál globálního oteplování (GWP-total)	kg CO ₂ ekv.	9.15E-01	2.77E-01	5.56E-01
Potenciál úbytku stratosférické ozonové vrstvy (ODP)	kg CFC 11 ekv.	0.00E+00	3.31E-09	2.79E-09
Potenciální účinek expozice člověka izotopu U235 (IRP)	kBq U235 ekv.	0.00E+00	4.06E-03	8.85E-04
Potenciál tvorby přízemního ozonu (POCP)	kg NMVOC ekv.	2.31E-04	8.06E-05	2.72E-04
Potenciální výskyt onemocnění v důsledku emisí pevných částic (PM)	Výskyt onemocnění	5.24E-11	1.10E-08	2.53E-09
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-nc)	CTUh	1.35E-09	3.42E-10	3.96E-09
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-c)	CTUh	4.26E-12	3.32E-11	9.85E-11
Potenciál acidifikace (AP)	mol H ⁺ ekv.	7.01E-05	2.18E-03	2.47E-04
Potenciál eutrofizace, podíl živin vstupujících do sladké vody (EP sladké vody)	kg P ekv.	9.27E-05	2.94E-06	4.86E-05
Potenciál eutrofizace, podíl živin vstupujících do slané vody (EP slané vody)	kg N ekv.	1.27E-03	9.01E-05	1.38E-04
Potenciál eutrofizace, Kumulativní překročení (EP půdy)	mol N ekv.	6.29E-06	9.66E-03	1.09E-03
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro ekosystémy (ETP-fw) (ETP-fw)	CTUe	2.98E+01	8.52E+00	1.65E+00
Index potenciální kvality půdy (SQP)	Pt	3.76E-01	2.41E-01	1.74E-01
Potenciál nedostatku vody (pro uživatele) (WDP)	m ³ svět. ekv.	0.00E+00	1.22E-03	1.50E-02
Potenciál úbytku surovin pro fosilní zdroje (ADP-fosilní paliva)	MJ, výhřevnost	0.00E+00	2.82E-01	2.46E-01
Potenciál úbytku surovin pro nefosilní zdroje (ADP-minerály a kovy)	kg Sb ekv.	0.00E+00	1.10E-07	8.00E-08
Potenciál globálního oteplování (GWP-fosil)	kg CO ₂ ekv.	0.00E+00	2.20E-02	3.94E-02
Potenciál globálního oteplování (GWP-biogen)	kg CO ₂ ekv.	9.15E-01	2.55E-01	5.16E-01
Potenciál globálního oteplování z využívání půdy a změny ve využívání půdy (GWP-luluc)	kg CO ₂ ekv.	0.00E+00	1.07E-05	7.71E-06

Nejpříznivější hodnota

5.1.5 Shrnutí dopadů

V předchozích kapitolách byly popsány možné scénáře a modelovány jejich potenciální dopady. Na následujícím obrázku jsou uvedeny výsledky dopadů těchto scénářů v kontextu životního cyklu vyčíslené pomocí indikátoru potenciálu globálního oteplování.



Obrázek 7. Výsledky potenciálu globálního oteplování pro posuzované scénáře životního cyklu izolačních panelů (Myko 1, EPS, XPS).

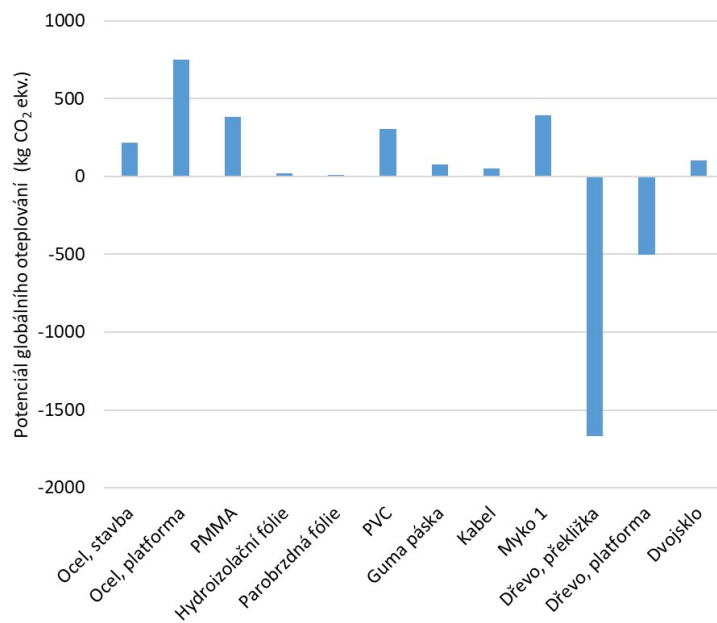
5.2 Environmentální dopady projektu Samorost

Byly uvažovány dvě varianty projektu útulny Samorost. První varianta vychází z předpokladu, že byl použit izolační materiál Myko 1 (tedy substrát z pilin (50 % hm.) a odpadního papíru ze zpracování sádkkartonu (50 % hm.)). Druhá variant předpokládá využití izolačního materiálu Myko 2 (substrát z pilin (100 %)).

Tabulka 9. Environmentální dopady výroby materiálů pro projekt útulny Samorost (Samorost 1 – substrát z pilin a odpadního papíru, Samorost 2 –substrát z pilin)

Indikátor	Jednotka	Samorost 1	Samorost 2
Potenciál globálního oteplování (GWP-total)	kg CO ₂ ekv.	1.31E+02	4.99E+01
Potenciál úbytku stratosférické ozonové vrstvy (ODP)	kg CFC 11 ekv.	2.82E-04	2.81E-04
Potenciální účinek expozice člověka izotopu U235 (IRP)	kBq U235 ekv.	5.60E+02	5.61E+02
Potenciál tvorby přízemního ozonu (POCP)	kg NMVOC ekv.	3.08E+01	3.07E+01
Potenciální výskyt onemocnění v důsledku emisí pevných částic (PM)	Výskyt onemocnění	3.94E-04	3.93E-04
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-nc)	CTUh	9.39E-05	9.39E-05
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-c)	CTUh	2.16E-05	2.16E-05
Potenciál acidifikace (AP)	mol H ⁺ ekv.	2.58E+01	2.57E+01
Potenciál eutrofizace, podíl živin vstupujících do sladké vody (EP sladké vody)	kg P ekv.	2.36E+00	2.36E+00
Potenciál eutrofizace, podíl živin vstupujících do slané vody (EP slané vody)	kg N ekv.	7.94E+00	7.93E+00
Potenciál eutrofizace, Kumulativní překročení (EP půdy)	mol N ekv.	7.43E+01	7.42E+01
Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro ekosystémy (ETP-fw) (ETP-fw)	CTUe	1.34E+05	1.34E+05
Index potenciální kvality půdy (SQP)	Pt	3.86E+05	3.90E+05
Potenciál nedostatku vody (pro uživatele) (WDP)	m ³ svět. ekv.	3.87E+03	3.87E+03
Potenciál úbytku surovin pro fosilní zdroje (ADP-fosilní paliva)	MJ, výhřevnost	6.11E+04	6.11E+04
Potenciál úbytku surovin pro nefosilní zdroje (ADP-minerály a kovy)	kg Sb ekv.	1.00E-01	1.00E-01
Potenciál globálního oteplování (GWP-fosil)	kg CO ₂ ekv.	3.87E+03	3.86E+03
Potenciál globálního oteplování (GWP-biogen)	kg CO ₂ ekv.	-3.75E+03	-3.82E+03
Potenciál globálního oteplování z využívání půdy a změny ve využívání půdy (GWP-luluc)	kg CO ₂ ekv.	1.06E+01	1.06E+01

Nejpříznivější hodnota



Obrázek 8. Příspěvek materiálů k celkovému dopadu na změnu klimatu, projekt Samorost 1 (indikátor GWP-total)

6 ZÁVĚR

V procesu produkce mykokompozitu jsou největší environmentální dopady způsobeny spotřebou elektrické energie. V kategorii změna klimatu spotřeba elektřiny při výrobě vede k dopadu 0,29 kg CO₂ ekv. na 1 kg mykokompozitu (Myko 1). Celkový dopad produkce mykokompozitu je v kategorii změna klimatu 0,22 kg CO₂ ekv (Myko 1) a 0,17 kg CO₂ ekv. (Myko 2). Při porovnání na základě této kategorii dopadu mají obě varianty mykokompozitu nižší dopady při výrobě než extrudovaný nebo pěnový polystyren.

Dále byly posouzeny environmentální dopady spojené s produkcí materiálů pro projekt útulny Samorost. Dopad v kategorii změna klimatu pro svázané emise je 131 kg CO₂ ekv (Samorost 1) a 49,9 kg CO₂ ekv (Samorost 2). Rozdíl je způsoben volbou zdroje surovin pro substrát.

Limitem studie je, že se zaměřuje na environmentální dopady výroby materiálů, o kterých byla dodavatelem poskytnuta data. Jelikož celý projekt staví na biogenních materiálech, je podle normy ČSN EN 15 804 + A2 se jeví výroba materiálů jako příznivá. Tento příznivý výsledek je způsoben obsahem biogenního uhlíku, který je na začátku životního cyklu obsažen v materiálech, a tak dochází k jímání uhlíku z atmosféry. Nicméně na konci životního cyklu se dá předpokládat uvolnění biogenního uhlíku zpět do atmosféry byť zatím neznáme přesný proces odstranění tohoto nového materiálu. Této oblasti je nutné věnovat pozornost při další interpretaci dat.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Schéma metody LCA dle ISO 14044.....	2
Obrázek 2. Rozdělení životního cyklu na jednotlivé fáze a moduly dle ČSN EN 15 978	3
Obrázek 3. Příspěvek toků k dopadu na změnu klimatu, vztaženo na výrobu 1 kg substrátu (Myko 1)	10
Obrázek 4. Vliv dopravy na celkové dopady výroby mykokompozitu (výsledek potenciálu globálního oteplování)	13
Obrázek 5. Vliv dopravy na dopady spojené se spotřebou surovin ve výrobě mykokompozitu (výsledek potenciálu globálního oteplování)	13
Obrázek 6. Vliv elektřiny na výsledek Potenciálu globálního oteplování	14
Obrázek 7. Výsledky potenciálu globálního oteplování pro posuzované scénáře životního cyklu izolačních panelů (Myko 1, EPS, XPS).....	17
Obrázek 8. Příspěvek materiálů k celkového dopadu na změnu klimatu, projekt Samorost 1 (indikátor GWP-total)	19

konec zprávy
