



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

MATERSKÁ ŠKOLA

KINDERGARTEN

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Slavomír Marcibányi

VEDÚCI PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Karel Struhala, Ph.D.

BRNO 2025

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav pozemního stavitelství
Student: **Bc. Slavomír Marcibányi**
Vedoucí práce: **Ing. Karel Struhala, Ph.D.**
Akademický rok: 2024/25
Studijní program: N0732A260018 Environmentálně vyspělé budovy

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Mateřská škola

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zpracování určené části projektové dokumentace zadané budovy s téměř nulovou spotřebou energie ve stupni pro vydání stavebního povolení. Diplomová práce bude povinně obsahovat tři části: část architektonicko-stavební řešení (podíl 35 %), část technika prostředí staveb (podíl 35 %) a volitelnou část (podíl 30 %).

Cíle a výstupy diplomové práce:

Návrh (I) dispozičního řešení, vhodné konstrukční soustavy a nosného systému zadané budovymateřské školy na základě zvolených materiálů a konstrukčních prvků a vyřešení osazení budovy doterénu a návaznosti na okolní zástavbu; (II) koncepční řešení technických systémů budovy a klasifikace její energetické náročnosti; (III) vypracování volitelné části vztahující se k řešené budově. Jednotlivé části práce budou obsahovat:

(I) Část architektonicko-stavební řešení (podíl 35 %): průvodní zpráva, souhrnná technická zpráva, koordinační situace (1:200), požárně bezpečnostní řešení stavby a výkresy (1:100, příp. 1:50) základů, půdorysů podlaží, konstrukce zastřešení, svislých řezů a technických pohledů, sestavy dílců, popř. výkres tvaru stropní konstrukce vybraného podlaží. Součástí této části práce bude dále stavebněfyzikální posouzení budovy i jednotlivých konstrukcí a průkaz energetické náročnosti (bez posouzení proveditelnosti alternativních systémů a doporučených opatření).

(II) Část technika prostředí staveb (podíl 35 %): koncepční studie relevantních systémů technického zařízení budovy s vazbou na výrobu a užití energie a hospodaření s vodou, schéma zapojení energetických zdrojů, výpočet výkonových parametrů, zjednodušené schéma řízení a dispoziční umístění zdrojů.

(III) Volitelná část (podíl 30 %): hodnocení a optimalizace environmentálních dopadů zadané části navrhované budovy pomocí metody posuzování životních cyklů.

Seznam doporučené literatury a podklady:

- (1) Směrnice děkana č. 19/2011 s dodatky a přílohami;
- (2) Platné právní předpisy, jako stavební zákon, zákon o hospodaření energií a další předpisy související s tématem práce
- (3) Platné národní technické předpisy a normy ČSN, ČSN EN ISO
- (4) Katalogy stavebních materiálů, konstrukčních systémů, stavebních výrobků;
- (5) Odborná literatura

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 29. 2. 2024

L. S.

prof. Ing. Miloslav Novotný, CSc.
vedoucí ústavu

Ing. Karel Struhala, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Predmetom diplomovej práce bolo spracovanie projektovej dokumentácie na stavebné povolenie pre novostavbu materskej školy s takmer nulovou spotrebou energie. Materská škola sa nachádza v strednej časti mesta Slavkov u Brna v blízkosti Slavkovského rybníku. Materská škola je navrhnutá ako drevostavba s kapacitou pre 40 detí a šesť zamestnancov. Budova je samostatne stojaca, prízemná, nepodpivničená budova, s nekrytou terasou a pôdnym priestorom. Zastrešenie budovy je prevedené šikmou sedlovou strechou. Pôdorysne budova pripomína písmeno „C“.

Prvá časť diplomovej práce sa zaoberá architektonicko-stavebným riešením budovy. Budova je založená na systéme líniových základových pásov z betónu a s výstužou z ocele. Obvodové nosné konštrukcie sú prevedené z prefabrikovaných sendvičových panelov na báze dreva SIP (Structural Insulated Panels). Fasáda budovy je prevedená ako prevetrávaná s dodatočným zateplením z minerálnej vaty. Konštrukčný systém je doplnený o nosné rámové konštrukcie z lepeného lamelového dreva s označením BSH, ktoré zabezpečuje priečne stuženie budovy. Vodorovné konštrukcie sú navrhnuté systémom trámových nosníkov KVH, na ktorých sú ukotvené sadrokartónové podhlády. Materská škola je taktiež posúdená z hľadiska požiarnej bezpečnosti a stavebnej fyziky, ktorá zahŕňa tepelno-technické posúdenie, preukaz energetickej náročnosti budovy, akustické posúdenie a posúdenie denného osvetlenia a oslnenia.

Druhá časť diplomovej práce rozoberá koncepcné návrhy navrhnutých systémov TZB v budove. Pre materskú školu je navrhnutý koncept umelého osvetlenia a využitie dažďovej vody využívané na zalievanie záhrady. Ďalej je v budove navrhnuté nútené vetranie s rekuperáciou pomocou VZT jednotky. Vykurovanie v zimnom období zabezpečujú dve tepelné čerpadlá na systém zem-voda spolu so systémom podlahového vykurovania. Tepelné čerpadlá majú reverzný režim, teda v letnom období budú chladieť vnútorné priestory budovy. Pitná voda je akumulovaná v akumulačnom zásobníku s vykurovacím telesom. Na streche budovy je umiestnených 58 panelov FVE s orientáciou na východ, juh a západ.

Tretia časť diplomovej práce sa venuje hodnoteniu životného cyklu vybraných konštrukcií obvodových stien. Pre posúdenie sú vybrané štyri rôzne skladby obvodových stien s prevetrávanou fasádou, z toho tri sú na báze dreva a jedna skladba je na báze pórobetónových blokov. Jednotlivé skladby sa taktiež od seba líšia typom tepelnej izolácie, ktorá je buď z minerálnej vaty alebo drevovláknitého materiálu. Celkový koeficient prestupu tepla (U) bol navrhnutý rovnaký pre všetky skladby o hodnote $0,157 \pm 0,001 \text{ W/m}^2\text{K}$. Jednotkou analýzy je 1 m^2 s výpočtovým obdobím stanoveným na 50 rokov. Životnosť prvkov v prevetrávanej fasáde je posudzovaná podľa životnosti použitej tepelnej izolácie. Analýza výpočtov je vykonaná pomocou softwaru One Click LCA, v ktorom boli skladby posúdené. Pre jednotlivé skladby je vytvorený životný cyklus, zahŕňajúci jednotlivé fázy a moduly definované podľa normy ČSN EN 15 978.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Materská škola, drevostavba, SIP panely, sedlová strecha, prevetrávaná fasáda, VZT jednotka, tepelné čerpadlo zem-voda, fotovoltaické panely, LCA (Life Cycle Assessment).

ABSTRACT

The subject of this master's thesis was to develop documentation for a building permit for a new kindergarten with near-zero energy consumption. The kindergarten is located in the central part of the town Slavkov u Brna, near the Slavkov Pond. The kindergarten is designed as timber frame construction with a capacity for 40 children and six staff members. The building is standalone, single-story, non-basement structure with an uncovered terrace and attic space. The roof of the building is a pitched gable roof. The floor plan of the building resembles the shape of a letter „C“.

The first part of the master's thesis deals with the architectural and structural solution of the building. The building is based on a system of linear foundation strips made of concrete with steel reinforcement. The exterior load-bearing structures are made of timber based prefabricated sandwich panels SIP (Structural Insulated Panels). Façade of the building is designed as a ventilated façade with additional thermal insulation made of mineral wool. The structural system is supplemented by load-bearing frame construction made of glued laminated timber (BSH), which provides transverse bracing for the building. The horizontal structures are designed using KVH beam trusses, onto which drywall ceilings are mounted. The kindergarten is also assessed in terms of fire safety and building physics, which includes thermal-technical evaluation, proof of the building's energy efficiency, acoustic assessment and evaluation of daylight and glare.

The second part of the master's thesis discusses the conceptual designs of the proposed technical building systems (TZB) in the building. The concept for the kindergarten includes artificial lighting and the use of rainwater for irrigating the garden. Additionally, forced ventilation with heat recovery using an HVAC unit is proposed. Heating during winter months is provided by two geothermal heat pumps connected to an underfloor heating system. These heat pumps have a reverse mode, so during the summer months, they are providing cooling for building's interior spaces. Drinking water is stored in an accumulator tank with a heating element. The building's roof is equipped with 58 photovoltaic panels oriented towards the east, south and west.

The aim of the master's thesis was to assess four variants of envelope walls using a life-cycle assessment method to determine which variant had the least environmental impact. The analysis was performed using “OneClick LCA” software, in which the walls were modelled. Each wall structure featured a ventilated façade and was designed to have the same load-bearing capacity, fire resistance and heat transfer coefficient (U-value) of $0.157 \pm 0.001 \text{ W/m}^2\text{K}$. In total, four different variants were designed: three were timber-based and one was made of precast blocks. The insulation materials used varied, ranging from mineral wool to fiberboard panels. The unit of analysis was one m^2 with a calculation period of 50 years. Each wall composition was evaluated in every phase of the LCA and the results were plotted in charts. A life cycle for each composition has been created, covering individual phases and modules defined according to the ČSN EN 15978 standard.

KEYWORDS

Kindergarten, timber frame construction, SIP panels, gable roof, ventilated facade, HVAC unit, geothermal heat pump, photovoltaic panels, LCA (Life Cycle Assessment).

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

MARCIBÁNYI, Slavomír. *Materská škola*. Brno, 2025. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemního stavitelství. Vedoucí Ing. Karel Struhala, Ph.D.

PREHLÁSENIE O ZHODE LISTINNEJ A ELEKTRONICKEJ FORMY ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Prehlasujem, že elektronická forma odovzdanej diplomovej práce s názvom *Materská škola* je zhodná s odovzdanou listinnou formou.

V Brne dňa 3. 1. 2025

Bc. Slavomír Marcibányi
autor

PREHLÁSENIE O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prehlasujem, že som diplomovú prácu s názvom *Materská škola* spracoval samostatne a že som uviedol všetky použité informačné zdroje.

V Brne dne 3. 1. 2025

Bc. Slavomír Marcibányi
autor

POĎAKOVANIE

Touto cestou by som rád poďakoval môjmu vedúcemu diplomovej práce pánovi Ing. Karolovi Struhalovi Ph.D. za pomoc, odborné vedenie a pohľad na riešenie danej problematiky pri spracovaní diplomovej práce. Ďalej by som sa chcel poďakovať pánovi doc. Ing. Alešovi Rubinovi Ph.D. za odborné rady a konzultáciu a diplomovej časti B zahŕňajúc TZB. Za obrovskú podporu sa chcem poďakovať hlavne rodine a kamarátom.

Obsah

Úvod	3
A. Stavebná časť.....	4
A.1 Identifikačné údaje	4
A.1.1 Údaje o stavbe	4
A.1.2 Údaje o spracovateľovi projektovej dokumentácie	4
A.2 Členenie stavby na objekty, technické a technologické zariadenia	4
A.3 Zoznam vstupných podkladov	4
A.4 Urbanistické a architektonické riešenie	4
A.4.1 Urbanistické riešenie	4
A.4.2 Architektonické riešenie	4
A.5 Stavebno-konštrukčné riešenie	5
A.5.1 Stavebné riešenie	5
A.5.2 Konštrukčné a materiálové riešenie	5
A.6 Požiarne bezpečnosť	8
A.7 Stavebná fyzika	8
A.7.1 Tepelná technika	8
A.7.2 Preukaz energetickej náročnosti budovy	8
A.7.3 Osvetlenie a preslnenie budovy	8
A.7.4 Akustika.....	8
B. Technika prostredia stavieb	9
B.1 Umelé osvetlenie	9
B.2 Využitie zrážkovej vody	9
B.3 Nútené vetranie	9
B.4 Chladenie	9
B.5 Zdroj tepla a príprava teplej vody	10
B.6 Fotovoltaické panely	10
B.7 Vodovod a kanalizácia.....	10
C. Posúdenie životného cyklu	11
C.1 Úvod	11
C.1.1 Postup tvorby LCA	14
C.1.2 Posúdenie životného cyklu budov	14
C.2 Cieľ práce	15
C.3 Použitý software – One Click LCA	17
C.4 Inventarizačná analýza	17
C.5 Vyhodnotenie dopadov na životné prostredie	24

C.5.1	Porovnanie dopadov jednotlivých variant rozdelených do modulov životného cyklu podľa európskej normy ČSN EN 15978	24
C.5.2	Porovnanie dopadov jednotlivých materiálov použitých v skladbách	30
C.6	Percentuálne posúdenie všetkých hodnotených modulov posudzovaných skladieb	38
C.7	Vyhodnotenie výsledkov jednotlivých variant podľa modulov životného cyklu.....	40
C.7.1	Moduly A1-A3 – Výrobná fáza	40
C.7.2	Modul A4 – Fáza výstavby (doprava).....	40
C.7.3	Modul A5 – Fáza výstavby (výstavba a inštalácie)	40
C.7.4	Moduly B4-B5 – Fáza prevádzky (výmena a rekonštrukcie).....	40
C.7.5	Modul C2 – Fáza konca životného cyklu (doprava)	41
C.7.6	Modul C3 – Fáza konca životného cyklu (spracovanie odpadu).....	41
C.7.7	Modul C4 – Fáza konca životného cyklu (odstránenie)	41
C.8	Záver LCA.....	41
	Záver	42
	Zoznam použitých zdrojov	43
	Citácie	43
	Webové stránky	43
	Normy	44
	Právne predpisy, vyhlášky, nariadenia vlády	45
	Odborná literatúra	46
	Zoznam použitých programov, software.....	46
	Zoznam použitých skratiek a symbolov.....	46
	Zoznam tabuliek	49
	Zoznam obrázkov	49
	Zoznam grafov	49
	Zoznam príloh	50

Úvod

Predmetom diplomovej práce je spracovanie projektovej dokumentácie na vydanie stavebného povolenia pre novostavbu materskej školy. Projektová dokumentácia je členená na tri časti: Časť A obsahuje technické správy, situačné výkresy, architektonicko-stavebné riešenie, stavebno-konštrukčného riešenie, požiaro-bezpečnostné riešenie a posúdenia z hľadiska stavebnej fyziky. Časť B je zameraná na koncepčné riešenia a návrhy navrhnutých systémov TZB v budove. Časť C je voliteľná a je venovaná hodnoteniu životného cyklu LCA vybraných konštrukcií. Projektová dokumentácia je zhotovená v súlade s územným plánom obce Slavkov u Brna, s platnými zákonmi, vyhláškami a technickými normami.

Novostavba materskej školy je umiestnená v katastrálnom území Slavkov u Brna, okres Vyškov, Juhomoravský kraj. Predmetný pozemok sa nachádza v zastaviteľnej časti, ktorá je podľa územného plánu uvedená ako plocha zmiešaná (S). Na ploche je prípustný návrh budov občianskej vybavenosti.

Materská škola je navrhnutá ako samostatne stojaca prízemná, nepodpivničená, s podstrešným priestorom a nekrytou terasou. Zastrešenie budovy je riešené pomocou sedlovej strechy. Súčasťou budovy je parkovisko a ihrisko.

Prvá časť diplomovej práce sa zaoberá architektonicko-stavebným riešením budovy s takmer nulovou spotrebou energie. Základové konštrukcie sú prevedené systémom líniových základových pasov spolu s betónovou základovou podkladnou doskou vystuženou KARI sieťou. Zvislý konštrukčný systém je navrhnutý ako kombinovaný s priečnymi rámovými konštrukciami z lepeného lamelového dreva BSH a prefabrikovanými sendvičovými panelmi na báze dreva SIP. Obvodové steny budovy sú navrhnuté s prevetrávanou fasádou a zateplené pomocou izolácie z minerálnej vaty. Vodorovné konštrukcie sú navrhnuté systémom trámových nosníkov KVH, na ktorých sú ukotvené sadrokartónové podhľady. V jednotlivých triedach bude priznaná strešná konštrukcia. Strešná konštrukcia bude prevedená systémom z prefabrikovaných sendvičových panelov na báze dreva SIP. Materská škola je posúdená z hľadiska požiarnej bezpečnosti a stavebnej fyziky, ktorá zahŕňa tepelno-technické posúdenie, preukaz energetickej náročnosti budovy, akustické posúdenie a posúdenie denného osvetlenia a oslnenia.

Druhá časť diplomovej práce rozoberá koncepčné návrhy navrhnutých systémov TZB v budove. Pre materskú školu je navrhnutý koncept umelého osvetlenia, využitie dažďovej vody na pozemku, koncept núteného vetrania, vykurovania a chladenia a návrh fotovoltických panelov. Materská škola je vykurovaná pomocou tepelného čerpadla na systém zem-voda, na ktoré je napojené podlahové vykurovanie. Priestory budovy sú vetrané pomocou VZT jednotky a distribučných prvkov v jednotlivých miestnostiach. V letnom období sú priestory chladené pomocou stropných alebo nástenných fancoil jednotiek. Na streche budovy je umiestnených 58 panelov FVE s orientáciou na východ, juh a západ.

Tretia časť diplomovej práce sa venuje hodnoteniu životného cyklu vybraných konštrukcií obvodových stien. Pre posúdenie sú vybrané štyri rôzne skladby obvodových stien s prevetrávanou fasádou, z toho tri sú na báze dreva a jedna skladba je na báze pórobetónových blokov. Jednotlivé skladby sa taktiež od seba líšia typom tepelnej izolácie, ktorá je buď z minerálnej vaty alebo drevovláknitého materiálu. Celkový koeficient prestupu tepla (U) bol navrhnutý rovnaký pre všetky skladby o hodnote $0,157 \pm 0,001 \text{ W/m}^2\text{K}$. Jednotkou analýzy je 1 m^2 s výpočtovým obdobím stanoveným na 50 rokov. Životnosť prvkov v prevetrávanej fasáde je posudzovaná podľa životnosti použitej tepelnej izolácie. Analýza výpočtov je vykonaná pomocou softwaru One Click LCA, v ktorom boli skladby posúdené. Pre jednotlivé skladby je vytvorený životný cyklus, zahŕňajúci jednotlivé fázy a moduly definované podľa normy ČSN EN 15 978.

A. Stavebná časť

A.1 Identifikačné údaje

A.1.1 Údaje o stavbe

Názov stavby:	Materská škola
Miesto stavby:	katastrálne územie Slavkov u Brna, okres Vyškov, Juhomoravský kraj, predmetný stavebný pozemok parc. č. 2690/1; k. ú. Slavkov u Brna

A.1.2 Údaje o spracovateľovi projektovej dokumentácie

Spracovateľ:	Bc. Slavomír Marcibányi
Stavebník:	Mesto Slavkov u Brna

A.2 Členenie stavby na objekty, technické a technologické zariadenia

- SO.01 Materská škola
- SO.02 Dopravné napojenie a spevnené plochy
- SO.03 Detské ihrisko, záhrada, altánok
- SO.04 Vodovodné vedenie
- SO.05 Vedenie splaškovej kanalizácie
- SO.06 Elektro NN vedenie
- SO.07 Vedenie dažďovej kanalizácie a vsakovací systém

A.3 Zoznam vstupných podkladov

- Územný plán obce Slavkov u Brna
- Katastrálna mapa územia
- Podklady pre existenciu stávajúcich inžinierskych sietí danej lokality
- Analýza výškopisu - Geoprehliadač

A.4 Urbanistické a architektonické riešenie

A.4.1 Urbanistické riešenie

Predmetný pozemok sa nachádza v strednej časti mesta Slavkov u Brna. Pozemok bude sprístupnený pomocou novej plánovanej spevnenej komunikácie z Ulice Československej armády. V blízkom okolí sa nachádzajú rodinné a bytové domy. Stavebný pozemok je rovinného charakteru a má tvar mnohouholníka. Celková plocha predmetného pozemku je 27 614,0 m². Plocha predmetného pozemku po preparcelovaní bude 8 220,1 m².

Vstup na pozemok je sprístupnený zo západnej strany pomocou spevneného vjazdu na pozemok, na ktorý nadväzuje príjazdová plocha s parkoviskom. Na parkovisku je navrhnutých 15 parkovacích miest, z toho dve miesta sú vyhradené pre osoby s obmedzenou schopnosťou pohybu a dve miesta s možnosťou dobíjania elektromobilov.

Novostavba materskej školy je umiestnená na severozápadnej strane pozemku. Hlavné vstupy do budovy sú navrhnuté ako bezbariérové a sú orientované zo severnej a západnej strany. Vstupy pre zamestnancov a zásobovanie sú umožnené zo severnej strany. Priestory budovy sú taktiež navrhnuté bezbariérové.

A.4.2 Architektonické riešenie

V materskej škole sú navrhnuté dva hlavné vstupy a dva vedľajšie vstupy pre zamestnancov a zásobovanie. Hlavné vstupy do budovy sú navrhnuté ako bezbariérové a sú orientované zo

severnej a západnej strany. Vstupy pre zamestnancov a zásobovanie sú umožnené zo severnej strany. Priestory budovy sú taktiež navrhnuté bezbariérové.

Hlavné vstupy do budovy umožňujú zádveria, na ktoré nadväzuje hlavná chodba, v ktorej sú navrhnuté priestory pre odstavenie kočíkov. Na hlavnej chodbe je umožnený prístup na WC pre návštevy alebo upratovaciu miestnosť. Z hlavnej chodby je taktiež možné vstúpiť do zázemia pre riaditeľku a zamestnancov, technickej miestnosti, prípravovne jedál, jednotlivých tried alebo na terasu. Jednotlivé triedy sú sprístupnené cez šatňu pre deti a zahŕňajú hygienické zázemie pre deti, sklad lôžok a sklad hračiek. Z tried bude umožnený vstup nad terasu z južnej strany. Zo šatne pre deti je taktiež možné vstúpiť do hygienického zázemia pre učiteľov, z ktorého je umožnený vstup na terasu. Zázemie pre učiteľov a riaditeľku je sprístupnené z hlavnej chodby pomocou chodby, ktorej súčasťou je kuchynka. Z chodby ďalej je možné vstúpiť do riaditeľne, kancelárie pre učiteľky, pracovne alebo šatne pre zamestnancov, ktorej súčasťou je hygienické zázemie. Do zázemia na prípravu jedál je možné vstúpiť z hlavnej chodby a zahŕňa samotnú miestnosť na prípravu jedál, upratovaciu miestnosť, sklad jedla, miestnosť na odpadky, kanceláriu a hygienické zázemie pre zamestnancov.

A.5 Stavebno-konštrukčné riešenie

A.5.1 Stavebné riešenie

Materská škola je navrhnutá ako samostatne stojaca prízemná, nepodpivničená, s podstrešným priestorom a nekrytou terasou. Zastrešenie budovy je riešené pomocou sedlovej strechy. Zvislý konštrukčný systém je navrhnutý ako kombinovaný s priečnymi rámovými konštrukciami a obvodovými stenami z prefabrikovaných sendvičových panelov. Vodorovné konštrukcie sú navrhnuté systémom trámových nosníkov KVH, na ktorých sú ukotvené sadrokartónové podhlady. Strešná konštrukcia je prevedená systémom z prefabrikovaných sendvičových panelov na báze dreva SIP. Obvodové steny budovy sú navrhnuté s prevetrávanou fasádou a zateplené pomocou izolácie z minerálnej vaty. Úprava fasády budovy je prevedená pomocou obkladu z cementotrieskových dosiek v prírodnom vzhľade dreva v odtieni tmavom. Podrobné informácie o jednotlivých skladbách konštrukcií sú zmienené v prílohe D.1.1.08 Výpis skladieb konštrukcií.

A.5.2 Konštrukčné a materiálové riešenie

Zemné a výkopové práce

Pred zahájením zemných prác prebehne vytyčenie objektu pomocou lavičiek. Taktiež prebehne skryvka ornice o hrúbke 200 mm. Následne bude vyhlbená jama pre výkopové práce spolu s ryhami pre základové pásy. Svahovanie stien výkopu bude v pomere 1:0,6. Časť výkopu sa ponechá na stavenisku pre terénne úpravy na pozemku. Prebytočná zemina bude odvezená na najbližšiu skládku.

Základové konštrukcie

Budova bude založená na systéme líniových základových pásov z betónu C20/25 a s výstužou B500B. Rozmery základových pásov sú predbežne navrhnuté v prílohe E.05 Predbežný výpočet základových pásov. Na základové pásy budú pokladané bloky strateného debnenia o hr. 300 mm, ktoré budú vystužené oceľou B500B a zaliate betónom C20/25. Následne bude pokladaná základová podkladná doska z betónu C20/25 vystužená KARI sieťou z ocele B500B o hr. 150 mm. Pod rámové konštrukcie z lepeného lamelového dreva BSH budú navrhnuté základové pätky o rozmeroch 1 000 x 800 mm z betónu C20/25 a výstuže z ocele B500B. Pri základových prácach budú vytvorené prestupy v základových konštrukciách pre vedenie domového vedenia inžinierskych sietí. Podrobné informácie sú zmienené vo výkrese D.1.2.01 Pôdorys základov.

Hydroizolácie spodnej stavby a ochrana proti radónu

Izolácia spodnej stavby proti vlhkosti a radónu bude prevedená pomocou hydroizolačného súvrstvia z modifikovaných SBS asfaltových pásov vrátane penetračných náterov. Hydroizolačné súvrstvie je kontaktné a zabraňuje prenikaniu vlhkosti a radónu do priestorov budovy. Presahy hydroizolačných pásov budú minimálne 0,10 m. Jednotlivé prestupy základovou doskou budú dostatočne utesnené. Hydroizolačné pásy budú vytiahnuté po obvodových stenách 300 mm nad upravený terén.

Zvislé nosné konštrukcie

Obvodové nosné konštrukcie budú prevedené z prefabrikovaných sendvičových panelov na báze dreva SIP (Structural Insulated Panels). Panely sa skladajú z obalovej vrstvy z OSB 4 dosiek a z výplne tepelno-izolačných dosiek EPS GREYWALL. Celková hrúbka SIP panelu bude 170 mm (OSB hr. 15 mm, EPS GREYWALL hr. 140 mm, OSB hr. 15 mm). Obvodové steny budovy budú navrhnuté s prevetrávanou fasádou a zateplené pomocou izolácie z minerálnej vaty ISOVER FASSIL v dvoch vrstvách o celkovej hrúbke 100 mm.

Konštrukčný systém bude doplnený o nosné rámové konštrukcie z lepeného lamelového dreva s označením BSH, ktoré budú zabezpečovať priečne stuženie budovy. Rámové hranoly budú hobľované štvorhranné a budú mať priznanú štruktúru dreva. Pevnostná trieda BSH je GL24h. Rozmer stĺpu rámovej konštrukcie bude 250 x 200 mm. Podrobné informácie o rámovej konštrukcii sú zmienené vo výkrese D.1.2.02 Výkres krovu.

Zvislé nenosné konštrukcie

Zvislé vnútorné konštrukcie nezaistujúce stabilitu budovy budú prevedené z prefabrikovaných sendvičových panelov na báze dreva SIP. Panely budú o hr. 120 mm (OSB hr. 15 mm, EPS doska hr. 90 mm, OSB hr. 15 mm).

Vnútorné nenosné priečky budú prevedené z protipožiarnych sadrokartónových dosiek v dvoch vrstvách spolu s hliníkovým roštom z vodorovných profilov UW 100 a zvislých profilov CW 100. Celková hrúbka priečok bude 150, 100 mm. Priečky budú navrhnuté s inštalácnou medzerou vyplnenou minerálnou vatou ISOVER AKU o hr. 100, 50 mm.

Vodorovné konštrukcie

Vodorovné konštrukcie budú navrhnuté systémom trámových nosníkov KVH po osovej vzdialenosti 500 mm. Nosník bude systémovo prevedený z dvoch pásníc o rozmere 60 x 60 mm a stojiny z OSB 3 dosky. Výška nosníku bude 160 mm. Medzi nosníky budú uložené tepelno-izolačné rolované pásy zo sklenej vlny ISOVER DOMO PLUS, v hr. 140 mm. Na nosníky budú ukotvené SDK podhlády z protipožiarnych sadrokartónových dosiek.

V jednotlivých triedach bude priznaná strešná konštrukcia.

Strešná konštrukcia

Strešná konštrukcia bude prevedená systémom z prefabrikovaných sendvičových panelov na báze dreva SIP. Panely sa skladajú z obalovej vrstvy z OSB 4 dosiek a z výplne tepelno-izolačných dosiek EPS GREYWALL. Celková hrúbka SIP panelu bude 210 mm (OSB hr. 15 mm, EPS GREYWALL hr. 170 mm, OSB hr. 15 mm). Strešné panely budú pokladané a následne kotvené na nosné rámové konštrukcie prevedené z lepeného lamelového dreva s označením BSH. Jednotlivé rámové konštrukcie budú spájané pomocou drevených väzníc o rozmeroch 160 x 100 mm. Väznice sa budú kotviť na rámové konštrukcie pomocou trámových botiek z pozinkovanej ocele.

Zateplenie strešného plášťa bude prevedené pomocou tepelno-izolačných dosiek z minerálnej vlny ISOVER UNI v dvoch vrstvách o celkovej hr. 100 mm. Izolačné dosky budú pokladané systémovo v kombinácii s konštrukčnými trámami z penového polystyrénu ISOVER TRAM EPS o atypickej hr. 100 mm. Na tepelnú izoláciu bude celoplošne nalepená hydroizolácia. Na konštrukciu strechy budú prevedené smrekové hobľované hranoly o rozmeroch 40 x 60 mm.

Na hranoly bude položené a kotvené celoplošné debnenie OSB dosky, hr. 15 mm. Strešná konštrukcia bude pokrytá oceľovou falcovanou krytinou LINDAB SRP CLICK 25 DN v odtieni čiernom. Konštrukcia strechy bude doplnená o všetky systémové výrobky a fotovoltaické panely.

Podlahové konštrukcie

Nášľapné vrstvy vnútorných priestorov budovy bude tvoriť laminátová podlaha alebo keramická dlažba. V miestnostiach s keramickou dlažbou budú steny opatrené keramickým soklom, u miestností s laminátovou podlahou budú opatrené soklovou lištou. Prechody medzi jednotlivými povrchovými úpravami budú opatrené prechodovou lištou. Roznášacia vrstva bude prevedená pomocou liateho anhydritového poteru.

Podrobné informácie o jednotlivých skladbách konštrukcií sú zmienené v prílohe [D.1.1.08 Výpis skladieb konštrukcií](#).

Spevnené plochy

Prístupový chodník bude navrhnutý zo zámkovej dlažby o hr. 40 mm v odtieni šedom.

Vjazd na pozemok, príjazdová plocha a plocha parkoviska bude navrhnutá zo zámkovej dlažby o hr. 80 mm v odtieni šedom.

Plochy terasy budú prevedené z terasových dosiek z dreva a umelej hmoty (WPC) s plným profilom o hr. 21 mm. Terasové dosky budú položené na systémových podkladných hranoloch a pryžových podložkách. Podkladnú vrstvu bude tvoriť kamenivo frakcie 4/8 mm, na ktorú bude ukladaná betónová zámková dlažba o rozmeroch 200 x 100 mm. Podrobné informácie o skladbe podlahy terasy P6 je zmienená v prílohe [D.1.1.08 Výpis skladieb konštrukcií](#).

Vnútorné povrchové úpravy

Vnútorné povrchy stien budú opatrené akrylovou disperziou na pritmelenie SDK dosiek, ktoré budú osadené na všetkých vnútorných stranách stien. Následne sa podklad naniesie penetračným náterom. Finálna pohľadová vrstva bude prevedená interiérovým náterom v odtieni bielom.

V prípade hygienických priestorov a vo vybraných priestoroch bude prevedený na stenách keramický obklad.

Vonkajšie povrchové úpravy

Fasáda budovy bude prevedená ako prevetrávaná s pohľadovou vrstvou z cementotrieskových dosiek CETRIS o hr. 10 mm, ktorých povrch tvorí reliéf imitujúci štruktúru dreva v odtieni tmavohnedom.

Výplne otvorov

Okná v obvodovom plášti budú tvoriť drevohliníkové okná VEKRA z drevených profilov s termoizolačným trojsklom. Vnútorná povrchová úprava bude vo farbe prírodného dreva v odtieni bledom. Vnútorný drevený parapet bude celoplošne lepený na podklad. Vonkajší parapet bude z hliníkového plechu o hr. 0,7 mm v odtieni šedom.

Vstupné dvere a budú tvoriť trojkomorové tepelne izolované hliníkové profily v odtieni bielom. Dvere budú zasklené izolačným trojsklom.

Balkónové dvere budú tvoriť trojkomorové tepelne izolované hliníkové profily v odtieni bielom. Balkónové dvere budú zasklené izolačným trojsklom.

Vnútorné dvere budú drevené s laminátovým povrchom, plné alebo čiastočne zasklené. Všetky dvere v priestoroch budovy budú otváracie alebo posuvné.

Pri výrobkoch s požiadavkou z hľadiska požiarne bezpečnostného riešenia bude dodávateľom predložený príslušný certifikát.

A.6 Požiarna bezpečnosť

Novostavba materskej školy je navrhnutá v súlade s normou ČSN 73 0802 – Požiarna bezpečnosť stavieb – Nevýrobné objekty. Konštrukčný systém je horľavý. Budova je rozdelená na štyri požiarna úseky: prvý a druhý úsek tvoria triedy, šatne a hygienické zázemia. Tretí úsek tvorí zázemie zamestnancov a komunikačné priestory a chodby. Štvrtý úsek tvorí technická miestnosť. V budove je navrhnutá nechránená úniková cesta, ktorá vedie z jednotlivých tried cez hlavnú chodbu na vonkajší priestor. Odstupové vzdialenosti nezasahujú na susedné pozemky. Strešný plášť musí vykazovať požiarnu odolnosť BROOF_(t3) z dôvodu inštalácie fotovoltaiických panelov nad strešným plášťom - Táto požiadavka je splnená.

Podrobné informácie sú zmienené v prílohe D.1.3.01 Požiarne bezpečnostné riešenie

A.7 Stavebná fyzika

A.7.1 Tepelná technika

Budova bola posúdená z hľadiska splnenia podmienok tepelno-technických požiadaviek. Jednotlivé konštrukcie boli posúdené na požiadavky podľa normy ČSN 73 0540-2: Z1, na súčiniteľ prestupu tepla U [W/m²K] navrhnutých konštrukcií a výplní otvorov a na priemerný súčiniteľ prestupu tepla budovy U_{em} [W/m²K]. Konštrukcie boli taktiež posúdené na teplotný faktor vnútorného povrchu f_{Rsi} , množstvo skondenzovanej pary vnútri konštrukcií M_c [kg/m²a].

Priemerný súčiniteľ prestupu tepla budovy je 0,21 [W/m²K]. V relevantných konštrukciách nedochádza ku kondenzácii vlhkosti a budova spĺňa požiadavky podľa normy ČSN EN ISO 13788.

Podrobné informácie sú zmienené v prílohe E.02 Tepelno-technické posúdenie konštrukcií.

A.7.2 Preukaz energetickej náročnosti budovy

Budova bola posúdená z hľadiska splnenia podmienok pre preukaz energetickej náročnosti budov. Návrh je podľa požiadavkou od 1.1. 2022 splnený. Budova je zatriedená do klasifikačnej triedy „A – Veľmi úsporná“ v rámci primárnej energie z neobnoviteľných zdrojov. Hodnota primárnej energie z neobnoviteľných zdrojov je 41,7 [kWh/m².rok]. Celková dodaná energia do budovy je 40,2 [kWh/m².rok]. Z toho energia na vykurovanie je 26,4 [kWh/m².rok], chladenie 6,83 [kWh/m².rok], nútené vetranie 0,59 [kWh/m².rok], príprava teplej vody 5,47 [kWh/m².rok] a osvetlenie 0,95 [kWh/m².rok].

Podrobné informácie sú zmienené v prílohe E.03 Preukaz energetickej náročnosti budovy.

A.7.3 Osvetlenie a preslnenie budovy

Budova bola posúdená z hľadiska osvetlenia a preslnenia podľa normy ČSN 73 0580-1: Z3, Denné osvetlenie budov – Časť 1: Základné požiadavky, v znení neskorších predpisov. Bolo prevedené posúdenie súčiniteľa dennej osvietenosti v okolí novostavby. Z posudku plynie, že novostavba materskej školy nebude mať žiadny negatívny vplyv na okolitú zástavbu.

Podľa normy ČSN 36 0020 bolo prevedené posúdenie súčiniteľa dennej osvietenosti vo vnútorných priestoroch budovy. Z posudku plynie, že posudzované miestnosti vyhovujú normovým požiadavkám.

Podrobné informácie sú zmienené v prílohe E.06 Posúdenie osvetlenia a preslnenia budovy.

A.7.4 Akustika

VZT jednotka, posudzovaná ako zdroj hluk v budove, bude umiestnená v technickej miestnosti (m. č. 113, viď výkres D.1.1.02 Pôdorys prízemí). Hluk vzniknutý od zdroja hluku sa nebude šíriť vnútornými priestormi budovy.

Požiadavky na hygienické limity hluku podľa nariadenia vlády 272/2011 Sb. sú splnené. Požiadavky na zvukovo-izolačné vlastnosti konštrukcie podľa normy ČSN 73 0532 sú splnené.

B. Technika prostredia stavieb

B.1 Umelé osvetlenie

V budove bolo navrhnuté umelé osvetlenie pomocou LED svietidiel v požadovanom množstve a o požadovaných výkonoch. Ovládanie umelého osvetlenia bude ručné v kombinácii s pohybovými senzormi a senzormi osvietenosti pre možnú reguláciu intenzity osvetlenia.

Podrobné informácie sú zmienené v prílohe D.1.4.01 Návrh umelého osvetlenia a vo výkrese D.1.4.02 Koncept umelého osvetlenia.

B.2 Využitie zrážkovej vody

Dažďové vody zachytené na strešnom plášti budú zvedené pomocou domového vedenia dažďovej kanalizácie do navrhnutej akumulačnej nádrže o objeme 20 m³, s prepacom do vsakovacieho systému. Voda naakumulovaná v nádrži sa bude využívať na polievanie a kropenie záhrady.

Podrobné informácie sú zmienené v prílohe D.1.4.03 Návrh využitia zrážkovej vody.

B.3 Nútené vetranie

V budove bolo navrhnuté nútené vetranie so spätným získavaním tepla. Ako distribučná jednotka vzduchu bola navrhnutá VZT jednotka ATREA DUPLEX 3500 MultiEco. VZT jednotka bude umiestnená v TECHNICKEJ MIESTNOSTI (m. č. 113). VZT jednotka bude uložená systémovým riešením na pružných pryžových blokoch, na betónovom prahu o hr. 150 mm pre zabránenie prenosu vibrácií do okolitých konštrukcií. Akustický výkon VZT jednotky je $L_w = 70$ dB. Akustický tlak vo vzdialenosti 3 m od VZT jednotky je $L_{p,3} = 50$ dB. Potrubie núteného vetrania bude vedené pôdnym priestore nad stropom. Distribúcia vzduchu do navrhovaných miestností bude pomocou stropných výustiek s výrivým výtokom vzduchu VVM a nástenných výustiek pre kruhové potrubie VNKM. Prívodný vzduch bude privádzaný do VZT jednotky cez prestup na fasáde technickej miestnosti na severnej strane a bude opatrený protidažďovými žalúziami. Odvod vzduchu zo VZT jednotky bude vyvedený nad strechu.

Podrobné informácie sú zmienené v prílohe D.1.4.04 Návrh núteného vetrania a vo výkrese D.1.4.05 Koncept núteného vetrania.

B.4 Chladenie

V budove bude navrhnutý zdroj chladu pomocou tepelného čerpadla systém ZEM-VODA s reverzným chodom (chladením) o chladiacom výkone do 22 kW. Systém bude pracovať v letnom období na navrhnutú vnútornú teplotu 26 °C a vonkajšiu teplotu 30 °C. Všetky distribučné jednotky budú ovládané pomocou systému MaR. Distribúciu chladu do miestností TRIEDA I a II (m. č. 126, 133) budú zabezpečovať nástenné fancoil jednotky Attack FCU-W3 v počte jednotiek 3 ks na jednu triedu. Výkon fancoil jednotiek v triedach bude navrhnutý na stredný výkon s celkovým chladiacim výkonom všetkých jednotiek 6,64 kW. Distribúciu chladu do miestností KANCELÁRIA I (m. č. 109) a RIADITELŇA (m. č. 110) budú zabezpečovať stropné fancoil jednotky SkyStar SK 02 v počte jednotiek 1 ks do miestnosti. Výkon fancoil jednotky v miestnostiach bude navrhnutý na nízky výkon o hodnote 1,27 kW. Napojenie jednotiek chladu bude prevedené pomocou prívodného a odvodného potrubia vrátane rozbočovačov a komunikačných káblov medzi zdrojom chladu a distribučnými jednotkami.

Podrobné informácie sú zmienené v prílohe D.1.4.06 Návrh chladenia a vo výkrese D.1.4.07 Koncept chladenia.

B.5 Zdroj tepla a príprava teplej vody

V budove bude navrhnuté tepelné čerpadlo (systém ZEM-VODA) ako zdroj tepla ECOFOREST ecoGEO HP 5-22 o maximálnom vykurovacom výkone 22 kW spolu s podlahovým vykurovacím systémom. Tepelné čerpadlo bude slúžiť na pokrytie potrebného výkonu pre vykurovanie vnútorných priestorov v zimnom období. Tepelné čerpadlo je reverzibilné a v letnom období bude slúžiť ako zdroj chladu pre distribučné jednotky umiestnené vo vybraných miestnostiach budovy. Ďalej bude slúžiť na ohrev teplej úžitkovej vody a ohrev alebo chladenie VZT jednotky. Pre prípravu teplej úžitkovej vody bude navrhnutý zásobníkový ohrievač DRAŽICE OKC 250 NTR/HP o objeme 234 l a s výhrevnou plochou výmenníku 2,5 m².

Podrobné informácie sú zmienené v prílohe D.1.4.08 Návrh zdroja tepla a prípravy teplej vody a vo výkrese D.1.4.09 Koncept vykurovania.

B.6 Fotovoltaické panely

Na streche budovy bude navrhnutých 58 ks FVE panelov CANADIAN SOLAR 450 Wp CS3W-450MS s účinnosťou 20,4 %. Rozmer jedného panelu bude 2108x1048 mm. Na východnú a západnú stranu strešného plášťa bude orientovaných 24 panelov, na južnú stranu bude orientovaných 14 panelov. Celková plocha inštalovaných FVE panelov bude 128,18 m². Za rok FVE panely budú produkovať 31,98 MWh/rok. Vyprodukovaná elektrická energia bude využitá na prevádzku budovy, primárne na ohrev teplej úžitkovej vody. Prebytočná energia, ktorá nebude spotrebovaná počas prevádzky budovy bude použitá na nabíjačku elektromobilov.

Podrobné informácie sú zmienené v prílohe D.1.4.10 Návrh fotovoltaických panelov.

B.7 Vodovod a kanalizácia

Súčasťou časti B diplomovej práce je koncept vedenia vodovodu a kanalizácie v budove.

Podrobné informácie sú zmienené vo výkresoch D.1.4.11 Koncept vedenia vodovodu a D.1.4.12 Koncept vedenia splaškovej kanalizácie.

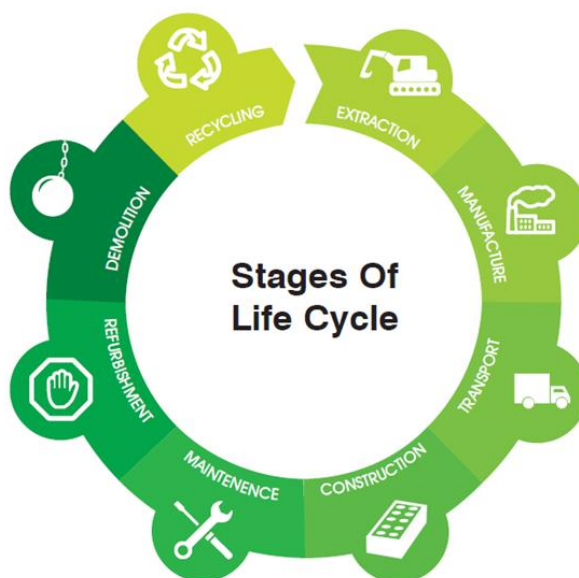
C. Posúdenie životného cyklu

C.1 Úvod

Cieľom tejto práce je využitím metodiky LCA identifikovať konštrukčné varianty obvodových stien, ktoré sa líšia v použitých materiáloch a technologických postupoch, a na základe analýzy posúdiť, ktorá z týchto variant má najnižší environmentálny dopad na životné prostredie. Tento prístup umožní nielen zlepšiť ekologickú udržateľnosť v stavebníctve, ale aj poskytnúť praktické odporúčania pre projektantov a developerov, ktorý sa usilujú o minimalizáciu negatívnych vplyvov svojich projektov na prírodu.

Táto téma mi prišla vhodná práve vďaka tomu, že sa v dnešnej dobe začínajú riešiť podstatné témy ako znečistenie ovzdušia, vody, pôdy, klimatické zmeny, udržateľnosť a ochrana životného prostredia. Som názoru, že je kľúčové hľadať efektívne riešenia, ktoré nám umožnia znížiť negatívne dopady našich činností na prírodu, pričom jedným z najefektívnejších metód je posudzovanie životného cyklu alebo v skratke LCA (Life Cycle Assessment).

Prvé porovnanie dopadov výrobku na životné prostredie sa nazývalo „Resource and Environmental Profile Analysis (REPA)“ – Analýza zdrojov a environmentálny profil. Prvá štúdia REPA bola vypracovaná pre spoločnosť Coca-Cola v roku 1969. V tej dobe sa štúdie zameriavali na odpadové hospodárstvo a obaly. Koncom 80-tich rokov rástol záujem o tieto štúdie a bolo nutné túto metódu zjednotiť, aby bolo jednotlivé štúdie možné vzájomne porovnávať. V priebehu 90-tich rokov bol vypracovaný dnes rozšírený spôsob, ktorým sa posudzujú dopady výrobkov na životné prostredie vo všetkých fázach jeho „života“ – Life Cycle Assessment LCA. [1]



Obr. č. 1: Fáze životného cyklu produktu

V rámci Európskej únie bol pre základné ukazovatele a posudzovanie udržateľnosti administratívnych a bytových budov vytvorený rámec Level(s) ako spoločný rámec EÚ, ktorý možno uplatniť od najskorších fáz koncepcného návrhu až po plánovaný koniec životnosti budovy. Level(s) umožňuje posúdiť nielen environmentálne vlastnosti, ale aj ďalšie dôležité súvisiace aspekty hospodárnosti prostredníctvom ukazovateľov a nástrojov v oblasti zdravia a pohodlia, nákladov na životný cyklus a potenciálnych budúcich rizík hospodárnosti. [2]

Cieľom rámca Level(s) je poskytnúť spoločný jazyk v oblasti udržateľnosti budov. Na základe tohto jazyka by sa malo umožniť prijatie opatrení týkajúcich sa budov, ktoré môžu výrazne prispieť k širším cieľom európskej environmentálnej politiky. Cieľom rámca je taktiež podpora

zohľadňovania životného cyklu. Používateľov vedie od počiatočného zamerania na jednotlivé aspekty hospodárnosti budovy smerom k celostnejšej perspektíve s cieľom zabezpečiť širšie používanie metód posudzovania životného cyklu (LCA) a posudzovania nákladov na životný cyklus (LCCA) v Európe. [2]

Level(s) je navrhnutý tak, aby umožnil odborníkom, ktorí sa podieľajú na plánovaní alebo projektovaní stavebných projektov, výrazne prispieť k širším environmentálnym zlepšeniam na európskej úrovni. Rámec je založený na šiestich makrocieľoch, ktoré opisujú strategické priority, pokiaľ ide o príspevok budov k plneniu politických cieľov EÚ a členských štátov v oblastiach, ako je energetika, využívanie materiálov, nakladanie s odpadom, voda a kvalita vzduchu v interiéri. Nasledujúci obrázok zobrazuje spomenuté makrociele a bližšie ich popisuje. [2]



Obr. č. 2: Prehľad šiestich makrocieľov v rámci Level(s) [2]

V rámci diplomovej práce a hlavne tretej časti C som sa riadil predovšetkým makrocieľmi 1 a 2, teda minimalizovaním emisií počas životného cyklu budovy v rámci koncepcie „Cradle-to-grave“ alebo „od kolísky po hrob“. Konštrukčné riešenia som sa snažil optimalizovať s cieľom podporiť úsporné toky, a tým potencionálne predĺžiť úžitkovosť materiálov a znížiť environmentálne vplyvy.

Spoločný rámec Level(s) taktiež zahŕňa 16 základných ukazovateľov. Každý z týchto ukazovateľov je vybraný s cieľom odmerať hospodárnosť budovy a jej príspevok ku konkrétnemu makrocieľu. [2]

K udržateľnosti budov sa používa prístup založený na celom životnom cykle. Na účely úplnej podpory tohto prístupu sú základné ukazovatele makrocieľov 1, 2 a 3 doplnené o celostné posúdenie vplyvu budovy na životné prostredie – posúdenie celého životného cyklu. Na základe vypracovania LCA možno kvantifikovať environmentálne vplyvy súvisiace s budovou a zároveň je možné identifikovať najvýznamnejšie vplyvy, ktoré slúžia ako východisko k zlepšeniu hospodárnosti. [2]



Obr. č. 3: Posúdenie celého životného cyklu budovy „od kolísky po hrob“ [2]

Metóda LCA umožňuje zhodnotenie potenciálnych dopadov produktov a služieb na životné prostredie s ohľadom na ich celý životný cyklus. Podľa určitých problémov životného prostredia vyvolaných negatívnymi prejavmi produktov a služieb je na základe metodiky využívané rozdelenie do tzv. kategórií dopadov. Jednou z významných kategórií dopadu sú klimatické zmeny, ktorých výstupy sú známe predovšetkým pod názvom „uhlíková stopa“. [3]

Jedným z možných nástrojov pre posudzovanie potenciálnych dopadov produktu, služieb alebo aj činností na životné prostredie slúži metóda posudzovania životného cyklu. Pomocou tejto metódy dochádza k posúdeniu každej fáze životného cyklu daného produktu: od samotnej ťažby surovín a získavanie vstupných materiálov cez dopravu, výrobu produktu, dopravu k spotrebiteľovi, fázu užívania výrobku až po dopravu do zariadení pre odstránenie, samotnú recykláciu alebo opätovné využitie a fáze ukončenia životnosti. [3]

LCA posudzuje mieru škodlivosti toku aj konečný dopad produktu či služby. Podľa spôsobu hodnotenia nežiadúcich účinkov je možné rozlíšiť dva druhy indikátorov kategórií dopadu, tzv. midpoint a endpoint. Midpointový indikátor posudzuje mieru škodlivosti sledovaného toku na základe jeho fyzikálne chemických vlastností. Endpointový indikátor popisuje nepriaznivé zmeny, ktoré môžeme pozorovať v životnom prostredí. Takýmto príkladom indikátorov kategórie dopadu „acidifikácie“, môže byť ako midpoint schopnosť látky pôsobiť kyslo a ako endpoint úbytok biologických druhov spôsobených vplyvom kyslého prostredia. Celkový výsledok indikátoru u posudzovanej kategórie dopadu predstavuje súčet potenciálnych environmentálnych dopadov všetkých materiálových a energetických tokov v systéme produktu v rámci jeho životného cyklu. Tento výsledok sa vyjadruje jednotkou referenčnej látky. Výstupom LCA štúdie je environmentálny profil produktu, ktorý vyjadruje príspevky produkčného systému ku všetkým kategóriám dopadu pomocou referenčných látok zvolenej metodiky. [3]

C.1.1 Postup tvorby LCA

Životný cyklus každého produktu alebo služby má štyri hlavné štádiá – získavanie surovín, výroba produktu, užívanie produktu a jeho odstránenie či prípadná recyklácia. Metóda LCA umožňuje určiť, v akom štádiu životného cyklu má produkt či služba dopad na ktorú oblasť životného prostredia. [X]

Pri posudzovaní životného cyklu budovy sa postupuje podľa noriem ČSN EN ISO 14040 – Environmentálny management – Posudzovanie životného cyklu – Zásady a osnova a ČSN EN ISO 14044 – Environmentálny management – Posudzovanie životného cyklu – Požiadavky a smernice. Tieto špecifické normy poskytujú podrobné pravidlá pre výpočty, upresnenie systémovej hranice a definíciu kategórií environmentálnych dopadov. [X]

Hlavné fáze tvorby LCA:

Definovanie cieľov a rozsahu posúdenia

Prvým krokom je určiť, aký je cieľ LCA. Môže ísť o hodnotenie environmentálnych dopadov konkrétnej budovy, porovnanie rôznych stavebných materiálov alebo vyhodnotenie alternatívnych stavebných riešení. Cieľ tiež určuje, či sa zameriame len na výrobnú fázu alebo zahrnieme do výpočtov fázu prevádzky a likvidácie. [X]

Analýza životného cyklu

Tento krok zahŕňa analýzu údajov o materiáloch, energiách a emisiách počas celého životného cyklu budovy. Zohľadňuje sa aj vzdialenosť, z ktorej sa materiály dopravia na stavbu, či ide o výrobu miestnych alebo dovážaných materiálov. [X]

Hodnotenie environmentálnych dopadov

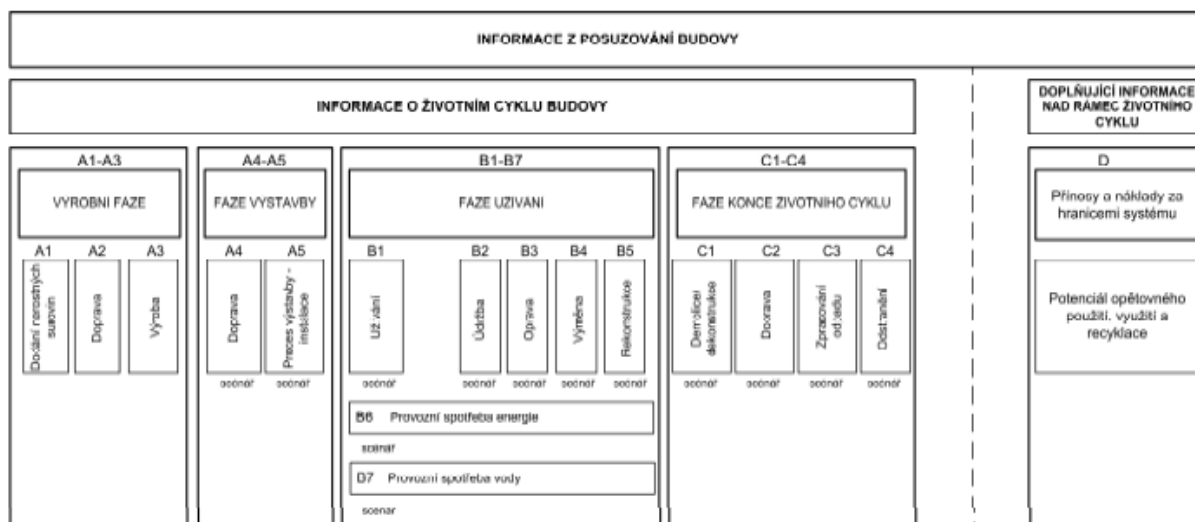
Tento krok analyzuje environmentálne dopady, ktoré vznikajú v jednotlivých fázach životného cyklu budovy, na základe získaných údajov v predchádzajúcej fáze. Krok zahŕňa výpočty emisií skleníkových plynov, spotrebu energie alebo využite prírodných zdrojov. [X]

Interpretácia získaných výsledkov

V tomto kroku sa vyhodnocujú výsledky analýzy, aby sa zistilo, ktoré fázy a procesy najviac prispievajú k environmentálnym dopadom. Na základe týchto informácií možno identifikovať prípadné možnosti zlepšenia. Pokiaľ bolo cieľom analýzy porovnať rôzne varianty, tento krok umožňuje rozhodnúť, ktorá alternatíva je najviac šetrná k životnému prostrediu. [X]

C.1.2 Posúdenie životného cyklu budov

Hodnotenie environmentálnych dopadov budov počas celého ich životného cyklu podrobne popisuje európska norma ČSN EN 15978. Táto norma poskytuje metodiku pre posudzovanie environmentálnych výkonov budov s cieľom vyhodnotiť ich udržateľnosť. Norma sa používa predovšetkým na analýzu celkových environmentálnych dopadov budovy v rôznych fázach jej životného cyklu, od plánovania a návrhu cez výstavbu, prevádzku až po demoláciu alebo recykláciu. Jednotlivé moduly životného cyklu a ich postupnosť sú zobrazené na obrázku č. 4. [X]



Obr. č. 4: Fáze životního cyklu budovy podle normy ČSN EN 15978 [X]

Hodnotenie životného cyklu budovy rozdelené do jednotlivých fáz:

Moduly A1-A3 – Výrobná fáza

Táto fáza zahŕňa ťažbu surovín a ich spracovanie na stavebné materiály, ako sú betón, ocel, tehly alebo izolácie. Fáza ďalej zohľadňuje spracovanie materiálov na hotové stavebné komponenty, ako sú dvere alebo okná. [X]

Moduly A4-A5 – Fáza výstavby (doprava, výstavba a inštalácie)

Fáza výstavby sa zameriava na vplyv stavebných procesov na životné prostredie, ako je spotreba energie a vody, emisie z prevádzky stavebných strojov, dopravu a generovanie odpadov z procesov výstavby – inštalácie. [X]

Moduly B1-B7 – Fáza prevádzky

Fáza prevádzky sa zameriava na environmentálne dopady počas prevádzky budovy, keď je už postavená. Zohľadňuje spotrebu energie, vody, údržbu a iné faktory spojené s každodenným užívaním budovy. [X]

Moduly C1-C4 – Fáza konca životného cyklu (doprava, odstránenie)

Táto fáza sa zaoberá tým, čo sa stane s budovou po jej ukončení životnosti a demontáži. Tieto procesy súvisia s jej likvidáciou, recykláciou alebo opätovným využitím materiálov. Hlavným cieľom fázy je minimalizovať negatívny dopad na životné prostredie vzniknutým odpadom pri demolícii budovy. [X]

C.2 Cieľ práce

Pri riešení návrhu materskej školy ako drevostavby so šikmou strechou a prevetrávanou fasádou sa objavila otázka výberu vhodného systémového postupu výstavby. Pri výstavbe prízemných budov sa zvyčajne rozhoduje o type muriva a systéme zateplenia. Z tohto dôvodu som sa rozhodol analyzovať životný cyklus obvodových konštrukcií s cieľom zistiť, ktorá skladba na báze dreva má najmenší negatívny vplyv na životné prostredie. Na porovnanie som zvolil referenčnú skladbu steny z pórobetónových blokov YTONG, ktoré sa bežne používajú pri projektovaní prízemných budov.

Cieľom tejto práce je zhodnotiť obvodové steny pomocou metódy LCA a určiť, ktorý variant má najmenší environmentálny dopad. Analýza bola vykonaná pomocou softvéru One Click LCA,

v ktorom boli skladby posúdené. Každá skladba obsahuje prevetrávanú fasádu a bola navrhnutá tak, aby zaistovali rovnakú stabilitu objektu, požiaru bezpečnosť a tepelný komfort. Celkom boli navrhnuté štyri varianty obvodových stien: tri na báze dreva a jedna z pórobetónových blokov. Tepelná izolácia použitá v jednotlivých skladbách je buď z minerálnej vaty alebo drevovlákná. Celkový koeficient prestupu tepla (U) bola navrhnutá rovnaká pre všetky skladby o hodnote $0,157 \pm 0,001 \text{ W/m}^2\text{K}$. Jednotkou analýzy bol 1 m^2 s výpočtovým obdobím 50 rokov. Životnosť prvkov v prevetrávanej fasáde bola posudzovaná podľa životnosti použitej tepelnej izolácie.

Jednotlivé varianty skladiel boli posúdené v softvare One Click LCA, pomocou ktorého boli vyhladané vybrané materiály použité v jednotlivých skladbách. Následne bol zostavený životný cyklus budovy, vrátane všetkých fáz životného cyklu podľa Európskej normy ČSN EN 15978.

K vyhodnoteniu dopadov na životné prostredie posudzovaných konštrukčných skladiel bol použitý výpočtový model podľa Európskej normy ČSN EN 15978, ktorý je súčasťou softwaru One Click LCA.

Výpočtový model pracuje s nasledujúcimi kategóriami dopadu:

Kategórie dopadu:

○ Global warming	[kg CO _{2eq.}]
○ Ozone depletion	[kg CFC ⁻¹¹ _{eq.}]
○ Acidification	[kg SO _{2eq.}]
○ Eutrophication	[kg PO _{4eq.}]
○ Formation of ozone of lower atmosphere	[kg Ethenee]
○ Abiotic depletion potential for non-fossil resources	[kg Sbeq.]
○ Abiotic depletion potential for fossil resources	[MJ]

Globálne otepľovanie (Global warming)

Klimatické zmeny sú spôsobené množstvom rôznych faktorov, medzi ktoré patrí aj globálne otepľovanie. Najvýznamnejším skleníkovým plynom je oxid uhličitý (CO₂), ktorý vzniká pri spaľovaní organických palív ako benzín, nafta alebo drevo. Charakterizačný faktor udáva, koľkokrát viac alebo menej spôsobuje 1 kg iného plynu globálne otepľovanie než 1 kg CO₂. [4]

Úbytok stratosférického ozónu (Ozone depletion)

Úbytok stratosférického ozónu vedie k väčšiemu prenikaniu slnečného UV žiarenia na zemský povrch. Ľudskou činnosťou dochádza k vypúšťaniu látok do ovzdušia, ktoré urýchľujú rozklad ozónu a tým znižujú jeho množstvo v atmosfére. Najznámejším freónom je CFC-11, ktorý je taktiež používaný ako referenčná jednotka pre túto kategóriu dopadu. Všetky látky spôsobujúce poškodenie ozónovej vrstvy sú prepočítavané medzinárodne štandardizovaným faktorom na množstvo CFC-11 obdobne ako sú prepočítavané látky spôsobujúce globálne otepľovanie na kg CO_{2 eq.} [4]

Acidifikácia (Acidification)

Acidifikácia je proces okysličovania pôdy či vodného prostredia. Okysličené zrážky dopadajú do pôdy alebo vody a tým prostredie okysličujú. Vyjadruje sa najčastejšie v jednotkách kg SO_{2 eq} alebo v jednotkách PDF – podiel chýbajúcich druhov. [4]

Eutrofizácia (Eutrophication)

Eutrofizácia je process nadmerného obohacovania prostredia živinami. Jedná sa o problém povrchových vôd, morí a pôdy. Výskyt živín je prirodzený, avšak v dôsledku ľudskej činnosti sa v prostredí niektoré živiny vyskytujú príliš veľa a dochádza k nepriaznivým prejavom, ako je napríklad rast siníc a rias na vodných plochách. Eutrofizácia sa vyčísľuje v jednotkách $\text{kg PO}_4^{3-}\text{eq}$ alebo $\text{kg NO}_3^-\text{eq}$. [4]

Vznik fotooxidantov (Formation of ozone of lower atmosphere)

Jedná sa o kategóriu dopadu spojenú s nepriaznivými účinkami ozónu a ďalších reaktívnych látok v prízemnej vrstve atmosféry. Jedná sa o reaktívnu molekulu, ktorá pôsobí toxicky na živé organizmy a rôzne materiály. Ku vzniku dochádza v miestach s vysokým stupňom dopravy. Jedná sa o okamžitý jav, ktorý sa najčastejšie vyskytuje v predobedných hodinách v mestách a priemyslových zónach, kde dochádza k nahromadeniu látok v ovzduší. [4]

Úbytok surovín (Abiotic depletion potential for fossil and non-fossil resources)

Táto kategória zahŕňa vplyv ľudských činností na nevratné využívanie neobnoviteľných surovín a na nadmerné spotrebúvanie obnoviteľných zdrojov ako sú voda, lesy či pôda. Ľudská spoločnosť využíva neobnoviteľné zdroje nevratným spôsobom tak, že ich nie je možné opätovne použiť. Jedná sa o spaľovanie fosílnych palív, ťažbu niektorých kovov alebo fosfor. Nepriaznivým dôsledkom tejto kategórie je nedostatok surovín v budúcnosti alebo väčšia energetická náročnosť na ich získavanie v budúcnosti. Jedná sa o nepríliš prepracovanú kategóriu dopadu z pohľadu LCA. Táto kategória sa vyjadruje v množstve danej suroviny v kg alebo v MJ, kedy sa jedná o množstvo energie potrebnej na získanie danej suroviny v budúcnosti. [4]

C.3 Použitý software – One Click LCA

One Click LCA je software na hodnotenie životného cyklu pre výpočet a potencionálne znižovanie environmentálnych dopadov v projektoch stavieb, infraštruktúry, produktov či služieb. Software kombinuje intuitívne funkcie s najväčšou svetovou databázou LCA pre stavebníctvo na rýchle a automatizované hodnotenie. Používa sa vo viac ako 120 krajinách a podporuje výrobcov, konzultantov, dizajnérov a investorov pri dekarbonizácii hodnotového reťazca výstavby. Software pokrýva budovy, infraštruktúry, renovácie, produkty či materiály s prístupom k viac než 130 tisícom kvalitne overeným dátam, vrátane viac ako 2 500 proprietárnych záznamov a všetkých globálnych programov EPD. [5]

S doplnkovými nástrojmi na zabezpečenie zhody, ako sú BREEAM, LEED, HQE, C+E alebo 40+ ďalších certifikácií, sú výsledky LCA prispôbované certifikácií, ktorá sa požaduje pri danom projekte dosiahnuť, vrátane fáz životného cyklu alebo ukazovateľa dopadov. [5]

C.4 Inventarizačná analýza

Posudzované skladby obvodových konštrukcií boli navrhnuté pre novostavbu materskej školy. Celkovo boli posúdené štyri varianty obvodových konštrukcií s rôznymi typmi nosnej vrstvy. Jednotlivé skladby konštrukcií sú podrobne rozpísané – funkcia vrstvy, názov vrstvy, spôsob zabudovania a hrúbka vrstvy. Výpisy skladiel sú podrobne popísané v tabuľkách č. 1 až 4 pre jednotlivé varianty V1 – V4. Výkazy výmer jednotlivých variant sú spomenuté v tabuľkách č. 5 až 8.

Takto navrhnuté skladby boli následne vytvorené v softvare One Click LCA, v ktorom bol ku každému materiálu v skladbe určený dataset podľa zabudovanej databázy v softvare. Datasetové priradenie taktiež zahŕňa aj možnosť výberu dopravného prostriedku, vzdialenosti výrobnéj fabriky od predmetného pozemku a režim likvidácie. V nasledujúcich obrázkoch č. 5 až 8 sú zobrazené jednotlivé skladby vytvorené v použitom software One Click LCA.

Resource Name		Unit	Comment	Service Life years	Transport 1 distance, km	Transport 1 Method	Level(s) Building Parts	EOL Process	Wastage %
Gypsum plasterboard with improved fire protection...	22.5	kg	1. 2x SDK protipožiarna doska, hr. 15 mm	50	289	Trailer combination, 40 t...	1.4 Facades	Gypsum recycling	12.5
Oriented strand boards (OSB) panels, 8-30 mm, 5...	9	kg	2. OSB doska, hr. 15 mm (súčasť SIP panelu)	50	158	Trailer combination, 40 t...	1.4 Facades	Wood incineration	16.7
EPS insulation boards, L=0.031 W/mK, R=3.20 m...	2.1	kg	3. EPS GREYWALL hr. 140 mm (súčasť SIP panelu)	50	158	Trailer combination, 40 t...	1.4.1. External wall systems, cladding ...	Plastic-based material incineration	4
Oriented strand boards (OSB) panels, 8-30 mm, 5...	9	kg	4. OSB doska, hr. 15 mm (súčasť SIP panelu)	50	158	Trailer combination, 40 t...	1.4 Facades	Wood incineration	16.7
Rock wool insulation, R=2.85 m2K/W, L=0.035 W/...	3.6	kg	5. 2x Minerálna izolácia ISOVER UNI, hr. 50 mm	50	177	Trailer combination, 40 t...	1.4 Facades	Landfilling (for inert materials)	8
Planed and strength-graded timber, pine or spruce...	2.35	kg	6. 2x Smrekový hobľovaný hranol, 50x30 mm	50	12	Trailer combination, 40 t...	1.4.1. External wall systems, cladding ...	Wood incineration	17.9
3-layer vapour permeable underlay, 1.1-1.5 x 50 m...	0.08	kg	7. Difúzna fólia	25	330	Trailer combination, 40 t...	1.4.1. External wall systems, cladding ...	Plastic-based material incineration	10
Planed and strength-graded timber, pine or spruce...	0.588	kg	8. Smrekový hobľovaný hranol + vzduchová medzera, 25x25 mm	50	12	Trailer combination, 40 t...	1.4.1. External wall systems, cladding ...	Wood incineration	17.9
Wooden cladding and decking, 445 kg/m3, claddin...	13.5	kg	9. Drevený obklad, hr. 10 mm	50	103	Trailer combination, 40 t...	1.3.3 Stairs and ramps	Wood incineration	17.9

Obr. č. 5: Variant V1: One Click LCA > Level(s) life-cycle assessment (EN15804+A1) > Input data: Building materials

Resource Name		Unit	Comment	Service Life years	Transport 1 distance, km	Transport 1 Method	Level(s) Building Parts	EOL Process	Wastage %
Gypsum plasterboard, fire resistant/fire and moistu...	11.25	kg	1. SDK doska, hr. 15 mm	50	289	Trailer combination, 40 t...	1.2 Load bearing structural frame	Gypsum recycling	12.5
Planed and strength-graded timber, pine or spruce...	1.41	kg	2. Smrekový hranol 30x30 mm	50	12	Trailer combination, 40 t...	Not defined	Wood incineration	17.9
Mineral wool insulation slabs for partition walls, L = ...	1.88	kg	3. Minerálna vata ISOVER AKU, hr. 50 mm (medzi hranoly)	50	177	Trailer combination, 40 t...	1.2 Load bearing structural frame	Landfilling (for inert materials)	8
Glue laminated timber (Glulam), 544 kg/m3, 12% (...)	60.76	kg	4. CLT NOVATOP panely, hr. 124 mm	50	112	Trailer combination, 40 t...	1.2 Load bearing structural frame	Wood incineration	16.7
Wood fibre insulation board, from wet process, L = ...	13.272	kg	5. Drevovláknitá izolácia STEICO flex, hr. 240 mm	50	120	Trailer combination, 40 t...	Not defined	Landfilling (for inert materials)	8
Wooden I-beams with fiberboard or OSB core and ...	15.12	kg	6. STEICO joist wall (medzi izoláciou) 60x240 mm	50	120	Trailer combination, 40 t...	1.4.1. External wall systems, cladding...	Wood incineration	17.9
3-layer vapour permeable underlay, 1.1-1.5 x 50 m...	0.08	kg	7. Difúzna paropriepustná fólia	30	330	Trailer combination, 40 t...	Not defined	Plastic-based material incineration	10
Planed and strength-graded timber, pine or spruce...	0.588	kg	8. Smrekový hranol 25x25 mm+ vzduchová medzera	50	12	Trailer combination, 40 t...	1.4.1. External wall systems, cladding...	Wood incineration	17.9
Treated wooden cladding, generic, 15-40 mm (0.5...	13.5	kg	9. Drevený obklad, hr. 10 mm	50	103	Trailer combination, 40 t...	1.4.1. External wall systems, cladding...	Wood incineration	17.9

Obr. č. 6: Variant V2: One Click LCA > Level(s) life-cycle assessment (EN15804+A1) > Input data: Building materials

Resource Name	Unit	Comment	Service Life years	Transport 1 distance, km	Transport 1 Method	Level(s) Building Parts	EOL Process	Wastage %
Gypsum plasterboard, fire resistant/fire and moistu...	11.25 kg	1. SDK doska, hr. 15 mm	50	289	Trailer combination, 40 t...	1.2 Load bearing structural frame	Gypsum recycling	12.5
Treated wooden cladding, generic, 15-40 mm (0.5...	13.5 kg	10. Drevený obklad	50	103	Trailer combination, 40 t...	1.2 Load bearing structural frame	Wood incineration	17.9
Planed and strength-graded timber, pine or spruce...	0.846 kg	2. Smrekový hranol 30x30 mm + vzduchová medzera	50	12	Trailer combination, 40 t...	1.2 Load bearing structural frame	Wood incineration	17.9
3-layer vapour permeable underlay, 1.1-1.5 x 50 m...	0.08 kg	3. Paropriepustná PE fólia	30	430	Trailer combination, 40 t...	Not defined	Plastic-based material incineration	10
Laminated veneer lumber (LVL), 563 kg/m3, 6% m...	23.04 kg	4. Drevené rámy (nosná časť)	50	240	Trailer combination, 40 t...	1.2 Load bearing structural frame	Wood incineration	16.7
Rock wool insulation, R=2.85 m2K/W, L=0.035 W/...	4.884 kg	5. Minerálna izolácia ISOVER UNI 160 mm (medzi dreve...	50	177	Trailer combination, 40 t...	1.2 Load bearing structural frame	Landfilling (for inert materials)	8
Gypsum fibreboard, 10/12.5/15/18 x 1000/1200/12...	11.875 kg	6. Doska Knauf Vidiwall	50	242	Trailer combination, 40 t...	1.2 Load bearing structural frame	Gypsum recycling	12.5
Rock wool insulation, R=2.85 m2K/W, L=0.035 W/...	3.6 kg	7. 2x Minerálna izolácia ISOVER UNI, hr. 50 mm (medzi h...	50	177	Trailer combination, 40 t...	1.2 Load bearing structural frame	Landfilling (for inert materials)	8
Planed and strength-graded timber, pine or spruce...	2.35 kg	8. 2x Smrekový hobľovaný hranol, 50x50 mm	50	12	Trailer combination, 40 t...	1.2 Load bearing structural frame	Wood incineration	17.9
Planed and strength-graded timber, pine or spruce...	0.588 kg	9. Smrekový hobľovaný hranol + vzduchová medzera, 25...	50	12	Trailer combination, 40 t...	1.2 Load bearing structural frame	Wood incineration	17.9

Obr. č. 7: Variant V3: One Click LCA > Level(s) life-cycle assessment (EN15804+A1) > Input data: Building materials

Resource Name	Unit	Comment	Service Life years	Transport 1 distance, km	Transport 1 Method	Level(s) Building Parts	EOL Process	Wastage %
Dry mortar mixture, 1400-1600 kg/m3, weber-ther...	3.75 kg	1. Tenkovrstvová malta	As building	95	Trailer combination, 40 t...	1.3.3 Stairs and ramps	Cement/mortar use in a backfill	13
Treated wooden cladding, generic, 15-40 mm (0.5...	13.5 kg	10. Drevený obklad	50	220	Trailer combination, 40 t...	1.3.3 Stairs and ramps	Wood incineration	17.9
Mineral plastering mortar, 24 kg/m2, Fabricants Ca...	9 kg	2. Jadrová ometka	As building	95	Trailer combination, 40 t...	1.3.3 Stairs and ramps	Cement/mortar use in a backfill	13
Primer coating, NPA 110, NPA 100, NP 653 (Weber)	0.25 kg	3. 2x Hlbková penetrácia	10	95	Large delivery truck, 9 to...	1.4.3 External paints, coatings...	Landfilling (for inert materials)	10
Autoclaved concrete block, 425 kg/m3, Ytong P1.8...	90 kg	4. YTONG Standard, hr. 300 mm	As building	90	Trailer combination, 40 t...	1.3.3 Stairs and ramps	Concrete crushed to aggregate (for sub-base layers), Portland Cem...	5
Plaster mortar (One Click LCA)	25 kg	4. Zakladacia malta	As building	90	Trailer combination, 40 t...	1.3.3 Stairs and ramps	Cement/mortar use in a backfill	13
Plaster mortar, thermal insulation plaster, 600 kg/...	15.7 kg	5. Lepidlo na izolanty	As building	177	Trailer combination, 40 t...	1.3.3 Stairs and ramps	Cement/mortar use in a backfill	13
Rock wool insulation, R=2.85 m2K/W, L=0.035 W/...	7.52 kg	6. Minerálna izolácia ISOVER UNI 2x hr. 100 mm, medzi hranoly	50	177	Trailer combination, 40 t...	1.4 Facades	Landfilling (for inert materials)	8
Planed and strength-graded timber, pine or spruce...	5.64 kg	7. 2x Smrekový hobľovaný hranol 100x30 mm	50	12	Trailer combination, 40 t...	1.3.3 Stairs and ramps	Wood incineration	17.9
3-layer vapour permeable underlay, 1.1-1.5 x 50 m...	0.08 kg	8. PE paropriepustná fólia	30	330	Trailer combination, 40 t...	1.3.3 Stairs and ramps	Plastic-based material incineration	10
Planed and strength-graded timber, pine or spruce...	0.588 kg	9. Smrekový hranol 25x25 mm + vzduchová medzera	50	12	Trailer combination, 40 t...	1.3.3 Stairs and ramps	Wood incineration	17.9

Obr. č. 8: Variant V4: One Click LCA > Level(s) life-cycle assessment (EN15804+A1) > Input data: Building materials

Poznámky:

1. Hodnoty „Wastage“ [%] si software One Click LCA určuje na základe bežného koeficientu množstva daného materiálu.
2. Proces EOL je v softwary daný na základe predpísanej recyklácie od daných výrobcov.

Tab. č. 1: Výpis skladby varianty V1

VARIANT V1 - PREFABRIKOVANÉ SENDVIČOVÉ PANELY SIP S MINERÁLNOU VATOU				
Č.	Názov vrstvy	Materiál	Spôsob vyhotovenia	Hrúbka [mm]
1	Pohľadová	2x SDK protipožiarna doska, hr. 15 mm	Kotvenie pomocou vrutov	30
2	Nosná	OSB doska (súčasť SIP panelu)	Mechanické spájanie pomocou ocelových pozinkovaných spon alebo vrutov. Chemické spájanie pomocou polyuretanového izolačného lepidla na styk drevo-drevo.	15
3	Tepelno-izolačná	Tepelná izolačná doska EPS GREYWALL		140
4	Nosná	OSB doska (súčasť SIP panelu)		15
5	Tepelno-izolačná	2x tepelná izolácia z minerálnej vaty ISOVER FASSIL, hr. 50	Celoplošné voľné polozenie podľa montážneho návodu	100
6	Odvetrávací + podkladná	2x smrekový hobľovaný hranol, 50x50x2000 mm	Kotvenie pomocou dvojzávitových vrutov	100
7	Paropriepustná	Kontaktná difúzna fólia z polypropylen-mikrovláknaitej textílie s TEEE monolitickéj membrány	Celoplošné lepenie na podklad s presahom min. 100 mm	0,2
8	Odvetrávací + podkladná	Smrekový hobľovaný hranol, 25x25x2000 mm	Kotvenie pomocou dvojzávitových vrutov	25
9	Pohľadová	Drevený obklad	Kotvenie obkladu do podkladu pomocou vrutov	10

Tab. č. 2: Výpis skladby varianty V2

VARIANT V2 - CLT PANELY S DREVOVLÁKNITOU IZOLÁCIOU				
Č.	Názov vrstvy	Materiál	Spôsob vyhotovenia	Hrúbka [mm]
1	Pohľadová	SDK protipožiarna doska, hr. 15 mm	Kotvenie pomocou vrutov do podkladnej vrstvy	15
2	Podkladná	Smrekový hobľovaný hranol, 30x30x2000 mm	Kotvenie pomocou dvojzávitových vrutov	50
3	Akustická	Výplň medzi smrekové hranoly z minerálnej vaty ISOVER AKU	Celoplošné voľné polozenie podľa montážneho návodu	50
4	Nosná	Velkoformátové masívne panely z krížom vrstveného masívneho dreva CLT	Systémové mechanické kotvenie pomocou skrutiek, uholníkov a kotiev. Tesnenie proti vzlínajúcej vlhkosti pomocou bituménových pásiiek	124
5	Tepelno-izolačná	Drevovláknité izolačné dosky STEICO flex	Kotvenie pomocou nerezových sponiek alebo kotviacimi šróbami	240
6	Podkladná	STEICO joist wall nosníky	Systémové kotvenie do nosnej vrstvy pomocou šróbov a kotiev	240
7	Paropriepustná	Kontaktná difúzna fólia z polypropylen-mikrovláknaitej textílie s TEEE monolitickéj membrány	Celoplošné lepenie na podklad s presahom min. 100 mm	0,2
8	Odvetrávací + podkladná	Smrekový hobľovaný hranol, 25x25x2000 mm	Kotvenie pomocou dvojzávitových vrutov	25
9	Pohľadová	Drevený obklad	Kotvenie obkladu do podkladu pomocou vrutov	10

Tab. č. 3: Výpis skladby varianty V3

VARIANT V3 - DREVENÉ RÁMOVÉ KONŠTRUKCIE S MINERÁLNOU VATOU				
Č.	Názov vrstvy	Materiál	Spôsob vyhotovenia	Hrúbka [mm]
1	Pohľadová	SDK protipožiarna doska, hr. 15 mm	Kotvenie pomocou vrutov do podkladnej vrstvy	15
2	Odvetrávací + podkladná	Smrekový hobľovaný hranol, 30x30x2000 mm	Kotvenie pomocou dvojzávitových vrutov	30
3	Paropriepustná	Paropriepustná PE fólia	Celoplošné voľné polozenie podľa montážneho návodu	0,2
4	Nosná	Konštrukcia s nosnými drevenými stĺpmi	Systémové mechanické kotvenie pomocou skrutiek, uholníkov a kotiev	160
5	Tepelno-izolačná + akustická	Tepelná izolácia z minerálnej vaty medzi drevené nosníky	Kotvenie pomocou nerezových sponiek alebo kotviacimi šróbami	160
6	Výstužná	SDK doska KNAUFF VIDIWALL	Kotvenie do nosnej vrstvy pomocou šróbov a kotiev	12,5
7	Tepelno-izolačná	2x tepelná izolácia z minerálnej vaty ISOVER FASSIL, hr. 50 mm	Celoplošné voľné polozenie podľa montážneho návodu	100
8	Odvetrávací + podkladná	2x smrekový hobľovaný hranol, 50x50x2000 mm	Kotvenie pomocou dvojzávitových vrutov	100
9	Odvetrávací + podkladná	Smrekový hobľovaný hranol, 25x25x2000 mm	Kotvenie pomocou dvojzávitových vrutov	25
10	Pohľadová	Drevený obklad	Kotvenie obkladu do podkladu pomocou vrutov	10

Tab. č. 4: Výpis skladby varianty V4

VARIANT V4 - PÓROBETÓNOVÉ BLOKY S MINERÁLNOU VATOU				
Č.	Názov vrstvy	Materiál	Spôsob vyhotovenia	Hrúbka [mm]
1	Pohľadová	Tenkovrstvová malta	Nanášanie pomocou hladítka	5
2	Povrchová	Tepelno-izolačná Jadrová omietka	Nanášanie pomocou hladítka	15
3	Nosná	Pórobetónové bloky	Celoplošné voľné polozenie podľa montážneho návodu	300
4	Lepiaca	Jednozložková cementová lepiaca hmota na izolanty	Nanášanie na podklad zubovitým hladítkom	10
5	Tepelno-izolačná	2x tepelná izolácia z minerálnej vaty ISOVER FASSIL, hr. 100 mm	Celoplošné voľné polozenie podľa montážneho návodu	200
6	Odvetrávací + podkladná	2x smrekový hobľovaný hranol, 100x30x2000 mm	Kotvenie pomocou dvojzávitových vrutov	200
7	Paropriepustná	Kontaktná difúzna fólia z polypropylen-mikrovláknitej textílie s TEEE monolitickéj membrány	Celoplošné lepenie na podklad s presahom min. 100 mm	0,2
8	Odvetrávací + podkladná	Smrekový hobľovaný hranol, 25x25x2000 mm	Kotvenie pomocou dvojzávitových vrutov	25
9	Pohľadová	Drevený obklad	Kotvenie obkladu do podkladu pomocou vrutov	10

Tab. č. 5: Výkaz výmer varianty V1

VARIANT V1 - PREFABRIKOVANÉ SENDVIČOVÉ PANELE SIP S MINERÁLNOU VATOU						
Č.	Názov vrstvy	Materiál	Hrúbka [mm]	Objemová hmotnosť p [kg/m3]	Objem V [m3]	Hmotnosť m [kg/mb]
1	Pohľadová	2x SDK protipožiarna doska, hr. 15 mm	30	750	0,030	22,500
2	Nosná	OSB doska (súčasť SIP panelu)	15	600	0,015	9,000
3	Tepelno-izolačná	Tepelná izolačná doska EPS GREYWALL	140	15	0,140	2,100
4	Nosná	OSB doska (súčasť SIP panelu)	15	600	0,015	9,000
5	Tepelno-izolačná	2x tepelná izolácia z minerálnej vaty ISOVER UNI, hr. 50	100	40	0,090	3,600
6	Odvetrávací + podkladná	2x smrekový hobľovaný hranol, 50x50 mm	100	470	0,005	2,350
7	Paropriepustná	Kontaktná difúzna fólia z polypropylen-mikrovláknitej textílie s TEEE monolitckej membrány	0,2	400	0,0002	0,080
8	Odvetrávací + podkladná	Smrekový hobľovaný hranol, 25x25 mm	25	470	0,00125	0,588
9	Pohľadová	Drevený obklad	10	1350	0,010	13,500

Tab. č. 6: Výkaz výmer varianty V2

VARIANTA Č. 2 - CLT PANELE S DREVOVLÁKNITOU IZOLÁCIOU						
Č.	Názov vrstvy	Materiál	Hrúbka [mm]	Objemová hmotnosť p [kg/m3]	Objem V [m3]	Hmotnosť m [kg/mb]
1	Pohľadová	SDK protipožiarna doska, hr. 15 mm	15	750	0,015	11,250
2	Podkladná	Smrekový hobľovaný hranol, 50x30 mm	50	470	0,0030	1,410
3	Akustická	Výplň medzi smrekové hranoly z minerálnej vaty ISOVER AKU	50	40	0,047	1,880
4	Nosná	Veľkoformátové masívne panely z krížom vrstveného masívneho dreva CLT	124	490	0,124	60,760
5	Tepelno-izolačná	Drevovláknité izolačné dosky STEICO flex	240	60	0,2212	13,272
6	Podkladná	STEICO joist wall nosníky	240	900	0,0168	15,120
7	Paropriepustná	Kontaktná difúzna fólia z polypropylen-mikrovláknitej textílie s TEEE monolitckej membrány	0,2	400	0,0002	0,080
8	Odvetrávací + podkladná	Smrekový hobľovaný hranol, 25x25 mm	25	470	0,00125	0,588
9	Pohľadová	Drevený obklad	10	1350	0,010	13,500

Tab. č. 7: Výkaz výmer varianty V3

VARIANTA Č. 3 - DREVENÉ RÁMOVÉ KONŠTRUKCIE S MINERÁLNOU VATOU						
Č.	Názov vrstvy	Materiál	Hrúbka [mm]	Objemová hmotnosť ρ [kg/m ³]	Objem V [m ³]	Hmotnosť m [kg/mb]
1	Pohľadová	SDK protipožiarna doska, hr. 15 mm	15	750	0,015	11,250
2	Odvetrávací + podkladná	Smrekový hobľovaný hranol, 30x30 mm	30	470	0,0018	0,846
3	Paropriepustná	Paropriepustná PE fólia	0,2	400	0,0002	0,080
4	Nosná	Konštrukcia s nosnými drevenými stĺpmi	160	600	0,0384	23,040
5	Tepelno-izolačná + akustická	Tepelná izolácia z minerálnej vaty medzi drevené nosníky	160	40	0,1216	4,864
6	Výstužná	SDK doska KNAUFF VIDIWALL	12,5	950	0,013	11,875
7	Tepelno-izolačná	2x tepelná izolácia z minerálnej vaty ISOVER FASSIL, hr. 50 mm	100	40	0,090	3,600
8	Odvetrávací + podkladná	2x smrekový hobľovaný hranol, 50x50 mm	100	470	0,005	2,350
9	Odvetrávací + podkladná	Smrekový hobľovaný hranol, 25x25 mm	25	470	0,001	0,588
10	Pohľadová	Drevený obklad	10	1350	0,010	13,500

Tab. č. 8: Výkaz výmer varianty V4

VARIANTA Č. 4 - PÓROBETÓNOVÉ BLOKY S MINERÁLNOU VATOU						
Č.	Názov vrstvy	Materiál	Hrúbka [mm]	Objemová hmotnosť ρ [kg/m ³]	Objem V [m ³]	Hmotnosť m [kg/mb]
1	Pohľadová	Tenkovrstvová malta	5	750	0,005	3,750
2	Povrchová	Tepelno-izolačná Jadrová omietka	15	600	0,015	9,000
3	Nosná	Pórobetónové bloky YTONG	300	300	0,300	90,000
4	Lepiaca	Jednozložková cementová lepiaca hmota na izolanty	10	1570	0,010	15,700
5	Tepelno-izolačná	2x tepelná izolácia z minerálnej vaty ISOVER UNI, hr. 100 mm	200	40	0,188	7,520
6	Odvetrávací + podkladná	2x smrekový hobľovaný hranol, 100x30 mm	200	470	0,012	5,640
7	Paropriepustná	Kontaktná difúzna fólia z polypropylen-mikrovláknitej textílie s TEEE monolitckej membrány	0,2	400	0,0002	0,080
8	Odvetrávací + podkladná	Smrekový hobľovaný hranol, 25x25 mm	25	470	0,025	0,588
9	Pohľadová	Drevený obklad	10	1350	0,010	13,500

C.5 Vyhodnotenie dopadov na životné prostredie

C.5.1 Porovnanie dopadov jednotlivých variant rozdelených do modulov životného cyklu podľa európskej normy ČSN EN 15978

V nasledujúcich tabuľkách č. 9 až 12 sú zobrazené výsledné hodnoty jednotlivých kategórií dopadov pre moduly životného cyklu podľa Európskej normy ČSN EN 15978.

Jednotlivé hodnoty sú ďalej zobrazené v grafoch č. 1 až 4, ktorých sú porovnané jednotlivé varianty v závislosti od kategórie dopadu.

Tab. č. 9: Posúdenie dopadov variantu V1

MODULY ŽIVOTNÉHO CYKLU	GLOBAL WARMING [kg CO ₂ eq.]	OZONE DEPLETION [kg CFC ¹¹ eq.]	ACIDIFICATION [kg SO ₂ eq.]	EUTROPHICATION [kg PO ₄ eq.]	FORMATION OF OZONE OF LOWER ATMOSPHERE [kg Ethenee]	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL (ADP - ELEMENTS) FOR NON FOSSIL RESOURCES [kg Sbeq.]	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL (ADP - FOSSIL FUELS) FOR FOSSIL RESOURCES [MJ]
A1 - A3	2,54E+01	1,29E-06	9,36E-02	3,33E-02	2,50E-02	1,06E-05	4,47E+02
A4	4,52E-01	8,93E-08	2,08E-03	4,53E-04	2,56E-05	3,27E-03	1,29E+01
A5	3,18E+00	2,23E-07	1,28E-02	5,66E-03	2,81E-03	1,07E-03	4,92E+01
B4 - B5	6,28E+00	4,99E-07	4,38E-02	8,24E-03	4,53E-03	1,13E-03	6,91E+01
C2	6,45E-01	1,27E-07	2,94E-03	6,39E-04	4,04E-05	4,67E-03	1,85E+01
C3	4,96E+00	1,75E-07	6,54E-03	1,71E-03	3,20E-04	8,55E-06	1,16E+01
C4	9,36E-03	1,68E-09	6,88E-05	1,47E-05	1,87E-06	6,51E-09	1,34E-01
D	-6,58E+01	-1,40E-06	-4,27E-01	-9,38E-02	-1,69E-02	-9,62E-04	-6,64E+02
Celkom Σ bez modulu D	4,09E+01	2,23E+07	1,62E-01	5,00E-02	3,27E-02	1,02E-02	6,08E+02
Celkom Σ	-2,49E+01	2,23E+07	-2,65E-01	-4,38E-02	1,58E-02	9,20E-03	-5,56E+01

Tab. č. 10: Posúdenie dopadov variantu V2

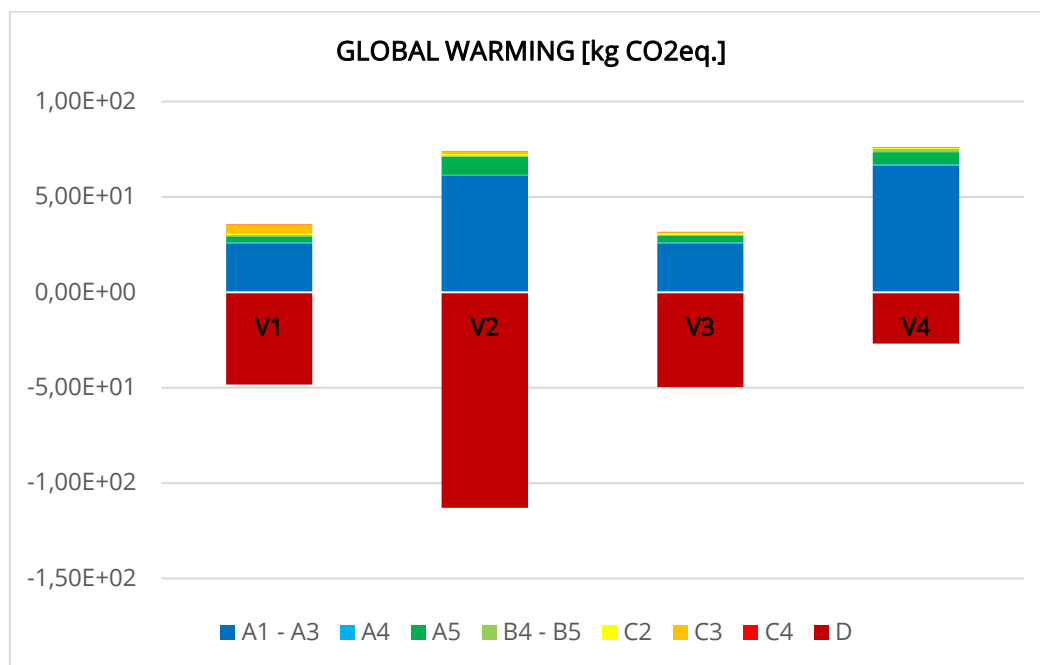
MODULY ŽIVOTNÉHO CYKLU	GLOBAL WARMING [kg CO ₂ eq.]	OZONE DEPLETION [kg CFC ¹¹ eq.]	ACIDIFICATION [kg SO ₂ eq.]	EUTROPHICATION [kg PO ₄ eq.]	FORMATION OF OZONE OF LOWER ATMOSPHERE [kg Ethenee]	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL (ADP - ELEMENTS) FOR NON FOSSIL RESOURCES [kg Sbeq.]	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL (ADP - FOSSIL FUELS) FOR FOSSIL RESOURCES [MJ]
A1 - A3	6,10E+01	2,29E-06	2,65E-01	7,87E-02	2,13E-02	4,02E-04	7,74E+02
A4	5,83E-01	1,16E-07	2,69E-03	5,85E-04	3,30E-05	4,24E-03	1,66E+01
A5	9,58E+00	4,27E-07	4,56E-02	1,25E-02	3,19E-03	1,39E-03	1,17E+02
B4 - B5	3,96E+01	2,55E-07	1,45E-01	2,90E-02	1,34E-02	2,60E-03	4,51E+02
C2	6,41E-01	1,27E-07	2,94E-03	6,39E-04	3,85E-05	4,65E-03	1,84E+01
C3	1,35E+00	9,48E-08	1,05E-02	3,52E-03	3,74E-04	4,69E-06	1,12E+01
C4	3,94E-02	7,08E-09	2,90E-04	6,20E-05	7,89E-06	2,74E-08	5,63E-01
D	-1,43E+02	-3,03E-06	-9,28E-01	-2,04E-01	-3,67E-02	-5,51E-04	-1,14E+03
Celkom Σ bez modulu D	1,13E+02	3,32E-06	4,72E-01	1,25E-01	3,83E-02	1,33E-02	1,39E+03
Celkom Σ	-3,02E+01	2,87E-07	-4,56E-01	-7,90E-02	1,64E-03	1,27E-02	2,49E+02

Tab. č. 11: Posúdenie dopadov skladby V3

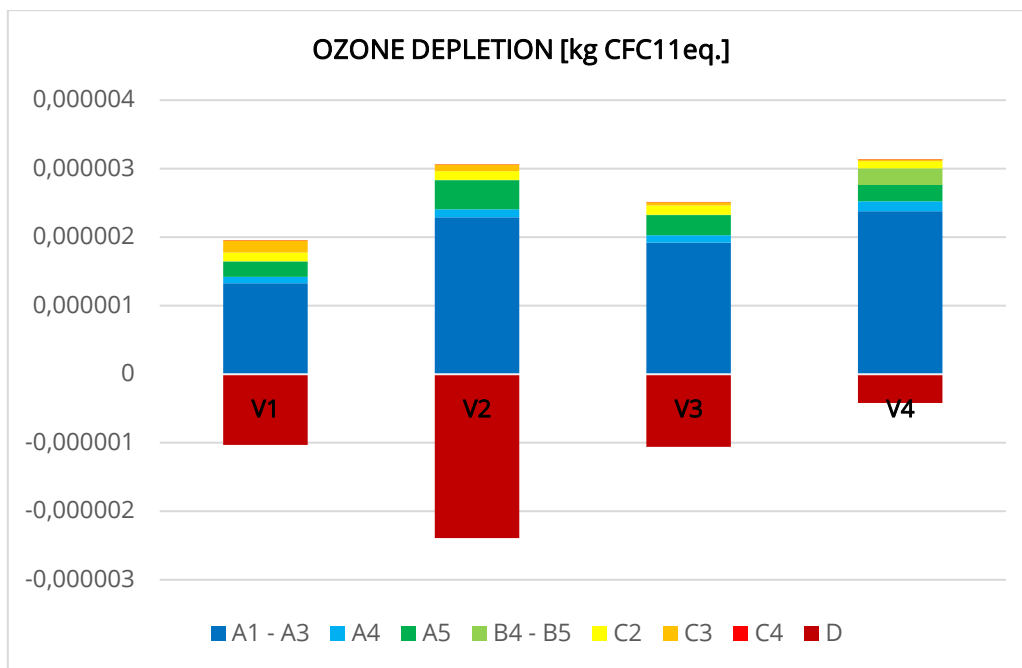
MODULY ŽIVOTNÉHO CYKLU	GLOBAL WARMING [kg CO ₂ eq.]	OZONE DEPLETION [kg CFC ¹¹ eq.]	ACIDIFICATION [kg SO ₂ eq.]	EUTROPHICATION [kg PO ₄ eq.]	FORMATION OF OZONE OF LOWER ATMOSPHERE [kg Ethenee]	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL (ADP - ELEMENTS) FOR NON FOSSIL RESOURCES [kg Sbeq.]	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL (ADP - FOSSIL FUELS) FOR FOSSIL RESOURCES [MJ]
A1 - A3	2,56E+01	1,92E-06	2,06E-01	5,17E-02	1,77E-02	2,14E-04	4,09E+02
A4	6,36E-01	1,25E-07	2,86E-03	6,20E-04	3,93E-05	4,58E-03	1,81E+01
A5	3,42E+00	2,94E-07	2,88E-02	8,03E-03	2,08E-03	1,37E-03	6,06E+01
B4 - B5	7,44E+00	4,94E-07	1,02E-01	2,32E-02	7,40E-03	1,80E-03	8,77E+01
C2	6,87E-01	1,36E-07	3,13E-03	6,81E-04	4,30E-05	4,98E-03	1,97E+01
C3	7,00E-01	4,64E-08	4,76E-03	1,57E-03	1,73E-04	4,04E-06	5,28E+00
C4	2,20E-02	3,95E-09	1,62E-04	3,46E-05	4,41E-06	1,53E-08	3,15E-01
D	-6,62E+01	-1,41E-06	-4,29E-01	-9,43E-02	-1,70E-02	-9,67E-04	-6,67E+02
Celkom Σ bez modulu D	3,85E+01	3,02E-06	3,48E-01	8,58E-02	2,74E-02	1,29E-02	6,01E+02
Celkom Σ	-2,77E+01	1,61E-06	-8,13E-02	-8,46E-03	1,04E-02	1,20E-02	-6,63E+01

Tab. č. 12: Posúdenie dopadov skladby V4

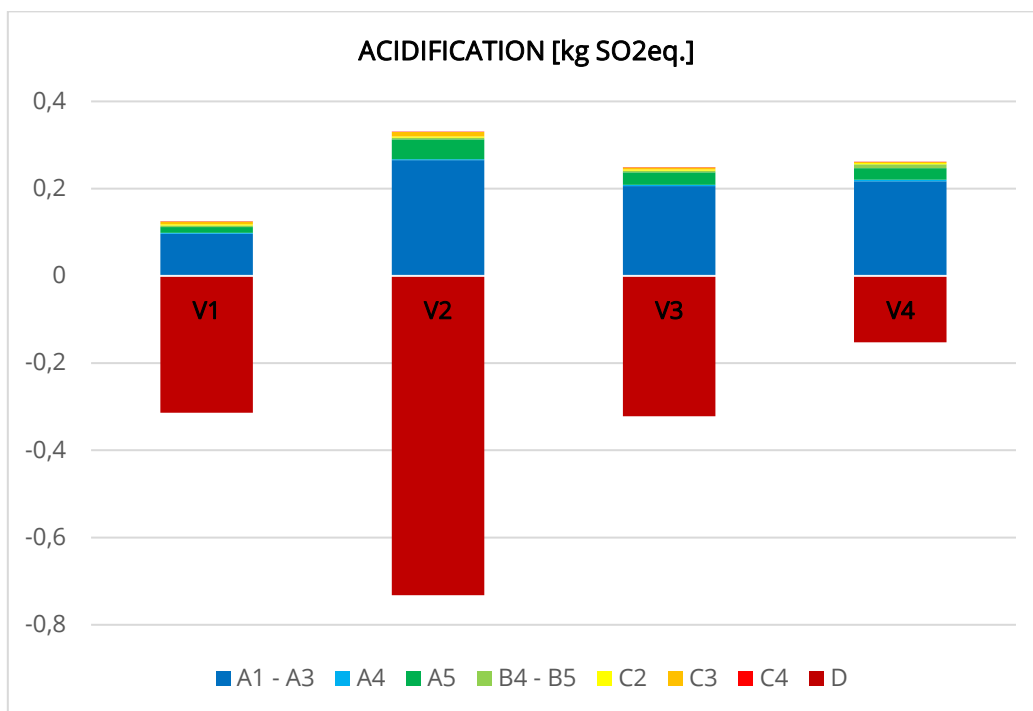
MODULY ŽIVOTNÉHO CYKLU	GLOBAL WARMING [kg CO ₂ eq.]	OZONE DEPLETION [kg CFC ¹¹ eq.]	ACIDIFICATION [kg SO ₂ eq.]	EUTROPHICATION [kg PO ₄ eq.]	FORMATION OF OZONE OF LOWER ATMOSPHERE [kg Ethenee]	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL (ADP - ELEMENTS) FOR NON FOSSIL RESOURCES [kg Sbeq.]	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL (ADP - FOSSIL FUELS) FOR FOSSIL RESOURCES [MJ]
A1 - A3	6,57E+01	2,30E-06	2,12E-01	3,93E-02	8,93E-02	5,85E-04	4,84E+02
A4	7,20E-01	1,42E-07	3,31E-03	7,22E-04	4,07E-05	5,21E-03	2,05E+01
A5	6,22E+00	2,32E-07	2,62E-02	5,83E-03	6,42E-03	9,55E-04	5,06E+01
B4 - B5	1,30E+01	9,84E-07	1,39E-01	2,87E-02	1,26E-02	2,22E-03	1,47E+02
C2	5,18E-01	1,02E-07	2,36E-03	5,13E-04	3,28E-05	3,75E-03	1,49E+01
C3	4,68E-01	2,91E-08	2,58E-03	8,07E-04	9,53E-05	1,56E-05	3,37E+00
C4	2,02E-02	3,63E-09	1,49E-04	3,18E-05	4,05E-06	1,40E-08	2,89E-01
D	-4,65E+01	-8,42E-07	-2,82E-01	-6,20E-02	-1,12E-02	1,43E-05	-4,37E+02
Celkom Σ bez modulu D	8,66E+01	3,79E-06	3,86E-01	7,59E-02	1,08E-01	1,27E-02	7,21E+02
Celkom Σ	4,01E+01	2,95E-06	1,04E-01	1,39E-02	9,73E-02	1,27E-02	2,84E+02



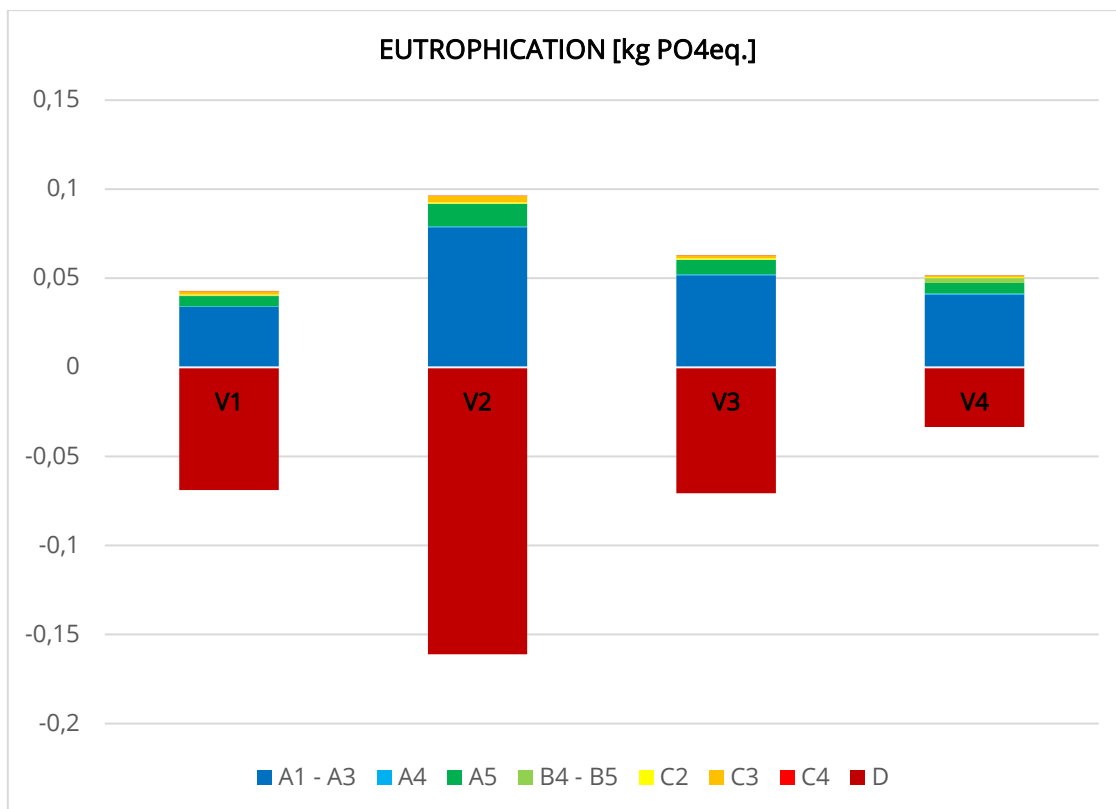
Graf č. 1: Porovnanie dopadov jednotlivých skladieb - Potenciál globálneho otepľovania



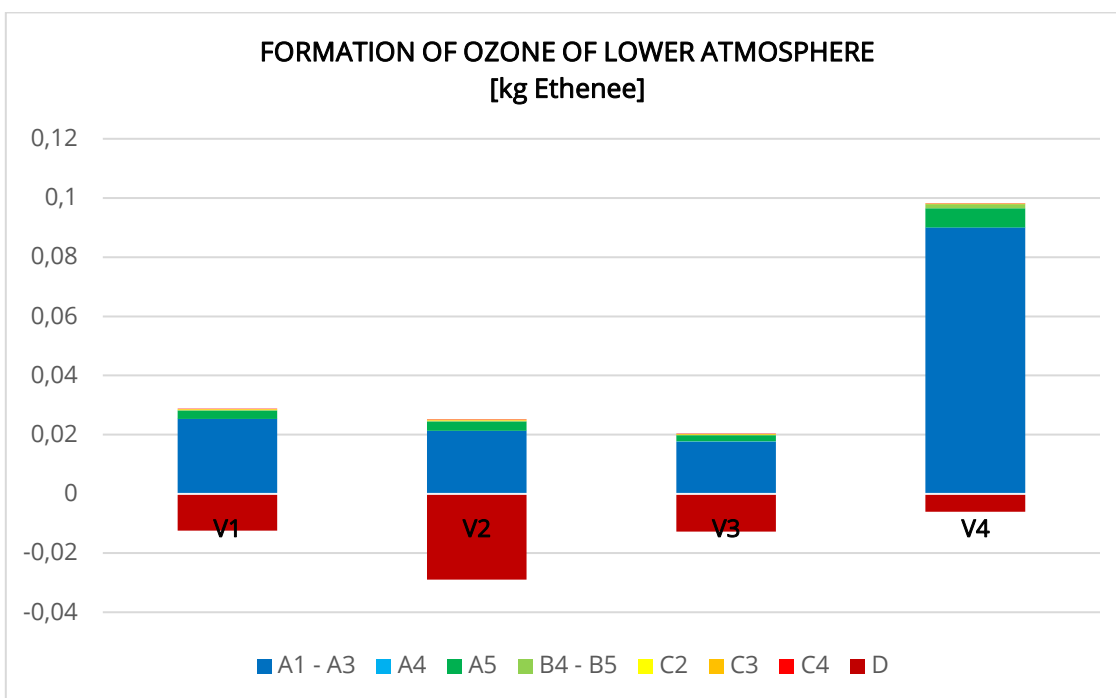
Graf č. 2: Porovnanie dopadov jednotlivých skladieb - Potenciál ničenia ozónovej vrstvy



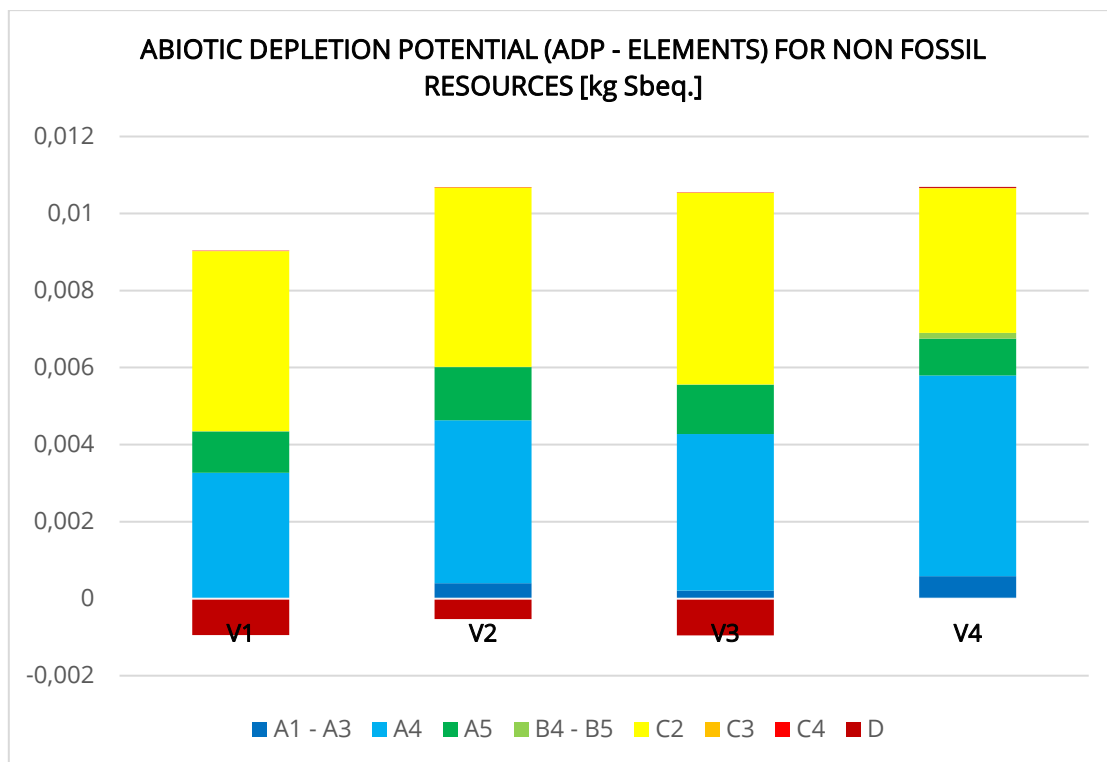
Graf č. 3: Porovnanie dopadov jednotlivých skladieb - Potenciál acidifikácie prostredia



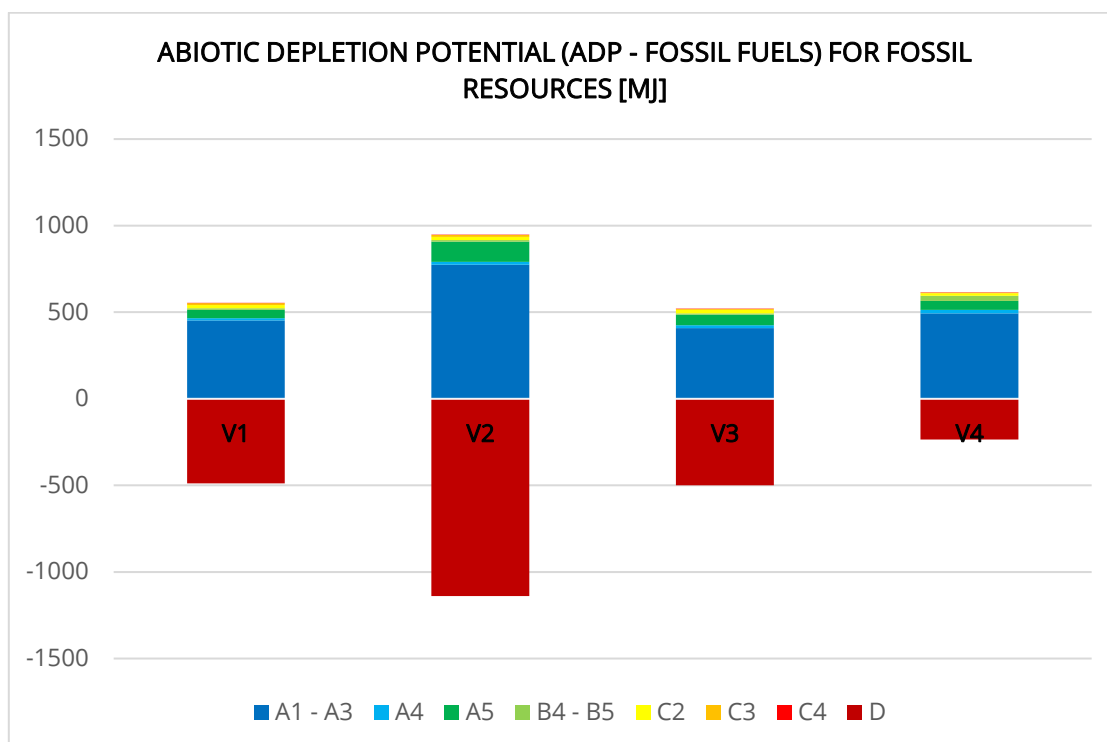
Graf č. 4: Porovnanie dopadov jednotlivých skladiieb - Potenciál eutrofizácie prostredia



Graf č. 5: Porovnanie dopadov jednotlivých skladiieb - Potenciál tvorby prízemného ozónu



Graf č. 6: Porovnanie dopadov jednotlivých skladieb - Potenciál abiotického vyčerpania (ADP prvky) pre nefosílné zdroje



Graf č. 7: Porovnanie dopadov jednotlivých skladieb - Potenciál abiotického vyčerpania (ADP fosílna palivá) pre fosílné zdroje

C.5.2 Porovnanie dopadov jednotlivých materiálov použitých v skladbách

V tabuľkách č. 13 až 16 sú zobrazené jednotlivé materiály použité vo variantoch a ich dopady na životné prostredie. V grafoch č. 8 až 14 sú ďalej zobrazené porovnania dopadov na životné prostredie jednotlivých materiálov použitých vo variantoch.

Tab. č. 13: Posúdenie dopadov jednotlivých materiálov v variante V1

User input	Quantity [kg]	GLOBAL WARMING [kg CO ₂ eq.]	OZONE DEPLETION [kg CFC11eq.]	ACIDIFICATION [kg SO ₂ eq.]	EUTROPHICATION [kg PO ₄ eq.]	FORMATION OF OZONE OF LOWER ATMOSPHERE [kg Ethenee]	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL (ADP - ELEMENTS) FOR NON FOSSIL RESOURCES [kg Sbeq.]	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL (ADP - FOSSIL FUELS) FOR FOSSIL RESOURCES [MJ]	Comments
Gypsum plasterboard with improved fire	22,0	4,33E+00	3,10E-07	1,92E-03	1,47E-03	1,26E-02	1,20E-06	6,40E+01	1. 2x SDK protipožiarna doska, hr. 15 mm
EPS insulation boards, L=0.031 W/mK, R=3.20 m2K/W, 100 mm, 1...	2,0	7,20E+00	4,02E-08	1,18E-02	3,34E-04	4,11E-03	2,57E-06	1,94E+02	3. EPS GREYWALL hr. 140 mm (súčasť SIP panelu)
Oriented strand boards (OSB) panels, 8-30 mm, 555-615 kg/m3,...	9,0	4,05E+00	2,48E-07	1,95E-02	1,20E-02	1,92E-03	2,89E-06	6,35E+01	2. OSB doska, hr. 15 mm (súčasť SIP panelu)
Oriented strand boards (OSB) panels, 8-30 mm, 555-615 kg/m3,...	9,0	4,05E+00	2,48E-07	1,95E-02	1,20E-02	1,92E-03	2,89E-06	6,35E+01	4. OSB doska, hr. 15 mm (súčasť SIP panelu)
3-layer vapour permeable	0,08	4,36E-01	3,37E-11	3,39E-03	2,42E-04	2,13E-04	3,23E-08	8,14E+00	7. Difúzna fólia
Wooden cladding and decking, 445 kg/m3, cladding: 7-	13,0	1,00E+00	1,96E-07	6,64E-03	3,94E-03	2,79E-04	8,16E-07	1,52E+01	9. Drevený obklad, hr. 10 mm
Planed and strength-graded timber, pine or spruce, 460 kg/m3,...	0,558	3,71E-02	8,55E-09	2,45E-04	1,46E-04	1,07E-05	2,80E-08	5,76E-01	8. Smrekový hobľovaný hranol + vzduchová medzera, 25x25 mm
Planed and strength-graded timber, pine or spruce, 460 kg/m3,...	2,0	1,48E-01	3,42E-08	9,81E-04	5,82E-04	4,27E-05	1,12E-07	2,30E+00	6. 2x Smrekový hobľovaný hranol, 50x30 mm
Rock wool slab with geotextile sufacing, L=0.034 W/mK, R=4.1...	3,0	4,05E+00	2,07E-07	2,98E-02	2,51E-03	3,90E-03	6,17E-08	3,61E+01	5. 2x Minerálna izolácia ISOVER FASSIL, hr. 50 mm

Tab. č. 14: Posúdenie dopadov jednotlivých materiálov vo variante V2

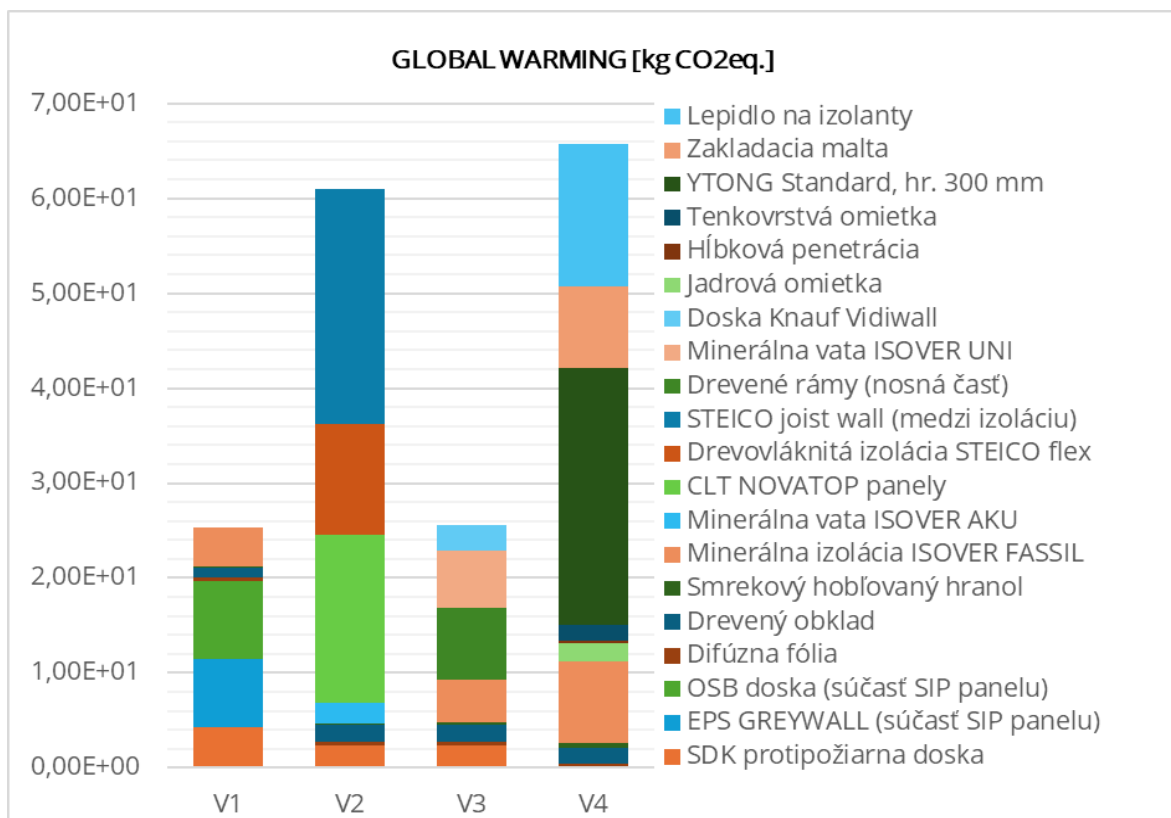
User input	Quantity [kg]	GLOBAL WARMING [kg CO2eq.]	OZONE DEPLETION [kg CFC11eq.]	ACIDIFICATION [kg SO2eq.]	EUTROPHICATION [kg PO4eq.]	FORMATION OF OZONE OF LOWER ATMOSPHERE [kg Ethenee]	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL (ADP - ELEMENTS) FOR NON FOSSIL RESOURCES [kg Sbeq.]	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL (ADP - FOSSIL FUELS) FOR FOSSIL RESOURCES [MJ]	Comments
Gypsum plasterboard, fire	11,25	2,37E+00	1,14E-08	9,72E-03	2,71E-03	6,58E-04	4,17E-06	4,85E+01	1. SDK doska, hr. 15 mm
Mineral wool insulation slabs for partition	1,88	2,13E+00	1,10E-07	1,33E-03	1,55E-02	2,08E-03	3,24E-08	1,75E+01	3. Minerálna vata ISOVER AKU, hr. 50 mm (medzi hranoly)
Glue laminated timber (Glulam).	60,76	1,77E+01	2,00E-06	1,14E-01	3,27E-02	5,31E-03	2,40E-04	2,69E+02	4. CLT NOVATOP panely, hr. 124 mm
Treated wooden cladding, generic, 15-40	13,50	1,73+00	1,39E-07	6,14E-02	1,82E-02	2,80E-03	1,54E-04	2,65E+01	9. Drevený obklad, hr. 10 mm
Wood fibre insulation	13,27	1,17E+01	1,30E-11	2,24E-02	2,90E-03	3,92E-03	1,66E-06	2,06E+02	5. Drevovláknitá izolácia STEICO flex, hr. 240 mm
Wooden I-beams with fiberboard or	15,12	2,48E+01	1,43E-09	5,20E-02	6,03E-03	6,33E-03	2,48E-06	1,96E+02	6. STEICO joist wall (medzi izoláciu) 60x240 mm
3-layer vapour permeable underlay, 1.1-1.5	0,08	4,36E-01	3,37E-11	3,39E-03	2,42E-04	2,13E-04	3,23E-08	8,14E+00	7. Difúzna paropriepustná fólia
Planed and strength-graded timber, pine or	0,588	3,71E-02	8,55E-09	2,45E-04	1,46E-04	1,07E-05	2,80E-08	5,76E-01	8. Smrekový hranol 25x25 mm+ vzduchová medzera
Planed and strength-graded timber, pine or	1,41	8,89E-02	2,05E-08	5,89E-04	3,49E-04	2,56E-05	6,71E-08	1,38E+00	2. Smrekový hranol 30x30 mm

Tab. č. 15: Posúdenie dopadov jednotlivých materiálov vo variante V3

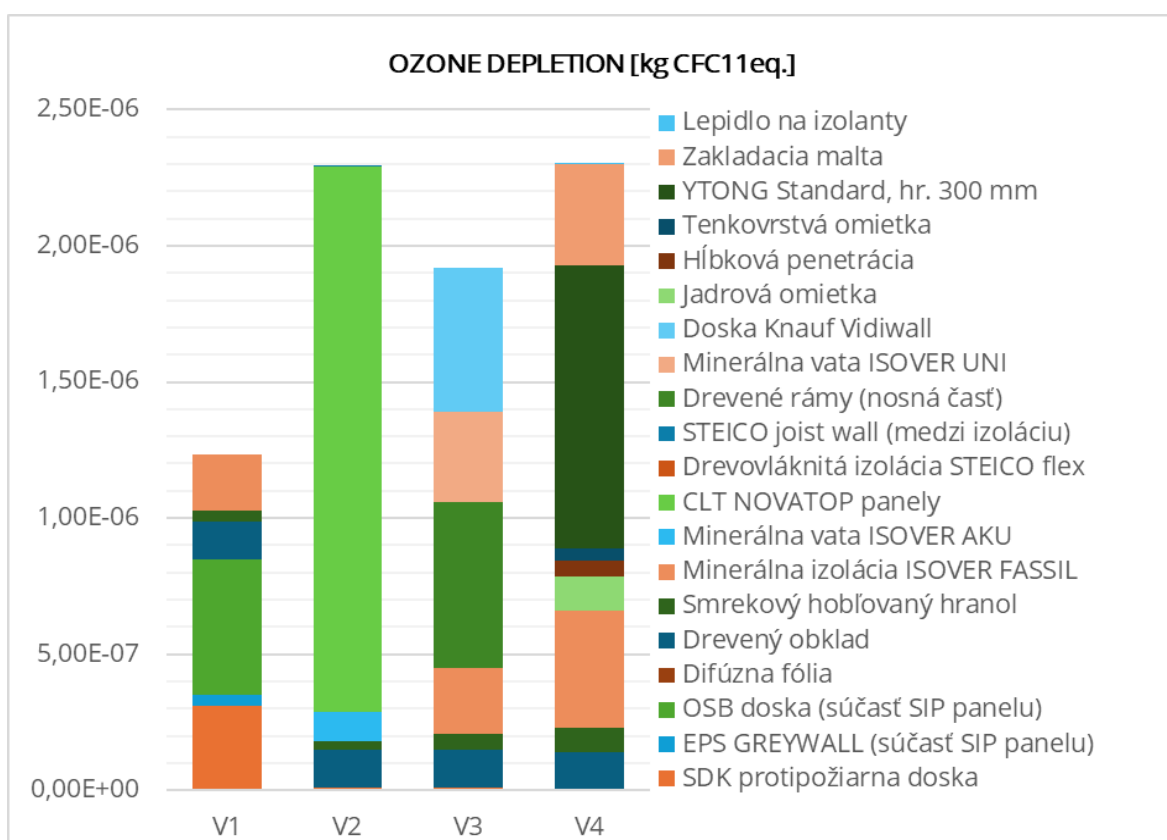
User input	Quantity [kg]	GLOBAL WARMING [kg CO ₂ eq.]	OZONE DEPLETION [kg CFC11eq.]	ACIDIFICATION [kg SO ₂ eq.]	EUTROPHICATION [kg PO ₄ eq.]	FORMATION OF OZONE OF LOWER ATMOSPHERE [kg Ethenee]	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL (ADP - ELEMENTS) FOR NON FOSSIL RESOURCES [kg Sbeq.]	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL (ADP - FOSSIL FUELS) FOR FOSSIL RESOURCES [MJ]	Comments
Gypsum plasterboard, fire resistant/fire and	11,25	2,37E+00	1,14E-08	9,72E-03	2,71E-03	6,58E-04	4,17E-06	4,85E+01	1. SDK doska, hr. 15 mm
Laminated veneer lumber (LVL), 563 kg/m ³ , 6%	23,04	7,59E+00	6,07E-07	3,75E-02	1,04E-02	3,21E-03	5,36E-05	1,50E+02	4. Drevené rámy (nosná časť)
Treated wooden cladding, generic,	13,50	1,73E+00	1,39E-07	6,14E-02	1,82E-02	2,80E-03	1,54E-04	2,65E+01	10. Drevený obklad
3-layer vapour permeable underlay, 1.1- 1.5	0,08	4,36E-01	3,37E-11	3,39E-03	2,42E-04	2,13E-04	3,23E-08	8,14E+00	3. Paropriepustná PE fólia
Gypsum fibreboard, 10/12.5/15/18	11,875	2,70E+00	5,32E-07	1,62E-02	1,17E-02	7,33E-04	6,14E-07	7,50E+01	6. Doska Knauf Vidiwall
Planed and strength- graded timber, pine or spruce, 460 kg/m ³ ...	0,588	3,71E-02	8,55E-09	2,45E-04	1,46E-04	1,07E-05	2,80E-08	5,76E-01	9. Smrekový hobľovaný hranol + vzduchová medzera, 25x25 mm
Planed and strength- graded timber, pine or spruce, 460 kg/m ³ ...	0,846	5,33E-02	1,23E-08	3,53E-04	2,10E-04	1,54E-05	4,03E-08	8,29E-01	2. Smrekový hranol 30x30 mm + vzduchová medzera
Planed and strength- graded timber, pine or spruce, 460 kg/m ³ ...	2,35	1,48E-01	3,42E-08	9,81E-04	5,82E-04	4,27E-05	1,12E-07	2,30E+00	8. 2x Smrekový hobľovaný hranol, 50x50 mm
Planed and strength- graded timber, pine or spruce, 460 kg/m ³ ...	3,60	4,47E+00	2,45E-07	3,25E-02	3,20E-03	4,24E-03	6,06E-07	4,13E+01	7. 2x Minerálna izolácia ISOVER FASSIL, hr. 50 mm (medzi hranoly)
Rock wool insulation, R=2.85 m ² K/W, L=0.035 W/mK, 100 mm, 4 ...	4,86	6,04E+00	3,31E-07	4,39E-02	4,33E-03	5,73E-03	8,18E-07	5,58E+01	5. Minerálna izolácia ISOVER UNI 160 mm (medzi drevené rámy)

Tab. č. 16: Posúdenie dopadov jednotlivých materiálov vo variante V4

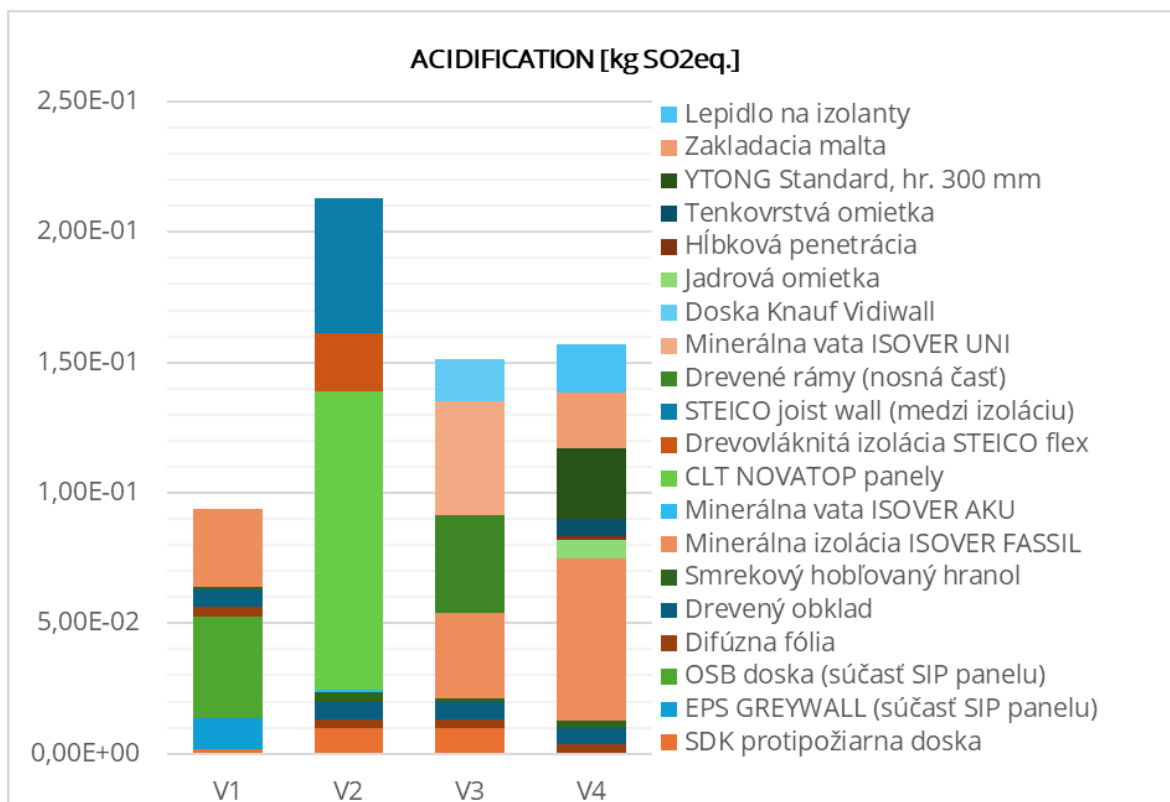
User input	Quantity [kg]	GLOBAL WARMING [kg CO ₂ eq.]	OZONE DEPLETION [kg CFC11eq.]	ACIDIFICATION [kg SO ₂ eq.]	EUTROPHICATION [kg PO ₄ eq.]	FORMATION OF OZONE OF LOWER ATMOSPHERE [kg Ethenee]	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL (ADP - ELEMENTS) FOR NON FOSSIL RESOURCES [kg Sbeq.]	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL (ADP - FOSSIL FUELS) FOR FOSSIL RESOURCES [MJ]	Comments
Mineral plastering mortar, 24 kg/m².	9,00	1,97E+00	1,23E-07	6,97E-03	1,33E-03	3,92E-04	3,72E-06	1,23E+01	2. Jadrová omietka
Primer coating, NPA 110.	0,001	2,68E-01	5,98E-08	1,36E-03	6,02E-04	3,00E-04	1,36E-05	4,90E+00	3. 2x Hĺbková penetrácia
Dry mortar mixture, 1400-1600 kg/m³.	3,75	1,70E+00	4,37E-08	6,86E-03	1,01E-03	1,42E-03	1,57E-06	1,47E+01	1. Tenkovrstvová malta
Autoclaved concrete block, 425 kg/m³.	90,00	2,70E+01	1,04E-06	2,70E-02	2,82E-03	6,16E-02	4,18E-05	1,71E+02	4. YTONG Standard, hr. 300 mm
Plaster mortar	25,00	8,61E+00	3,72E-07	2,13E-02	5,28E-03	1,39E-03	3,43E-04	5,64E+01	4. Zakladacia malta
Treated wooden cladding.	13,50	1,73E+00	1,39E-07	6,14E-02	1,82E-02	2,80E-03	1,54E-04	2,65E+01	10. Drevený obklad
Plaster mortar, thermal insulation	15,70	1,50E+01	2,81E-12	1,84E-02	3,10E-03	1,29E-02	2,57E-05	1,08E+02	5. Lepidlo na izolanty
3-layer vapour permeable underlay.	0,08	4,36E-01	3,37E-11	3,39E-03	2,42E-04	2,13E-04	3,23E-08	8,14E+00	8. PE paropriepustná fólia
Planed and strength-graded timber, pine or	0,588	3,71E-02	8,55E-09	2,45E-04	1,46E-04	1,07E-05	2,80E-08	5,76E-01	9. Smrekový hranol 25x25 mm + vzduchová medzera
Planed and strength-graded timber, pine or	5,64	3,56E-01	8,20E-08	2,35E-03	1,40E-03	1,03E-04	2,69E-07	5,53E+00	7. 2x Smrekový hobľovaný hranol 100x30 mm
Rock wool slab with geotextile sufacings, L=0.034 W/mK, R=4.1...	7,52	8,61E+00	4,32E-07	6,23E-02	5,24E-03	8,15E-03	1,29E-07	7,54E+01	6. 2x Minerálna izolácia ISOVER FASSIL, hr. 50 mm, medzi hranoly



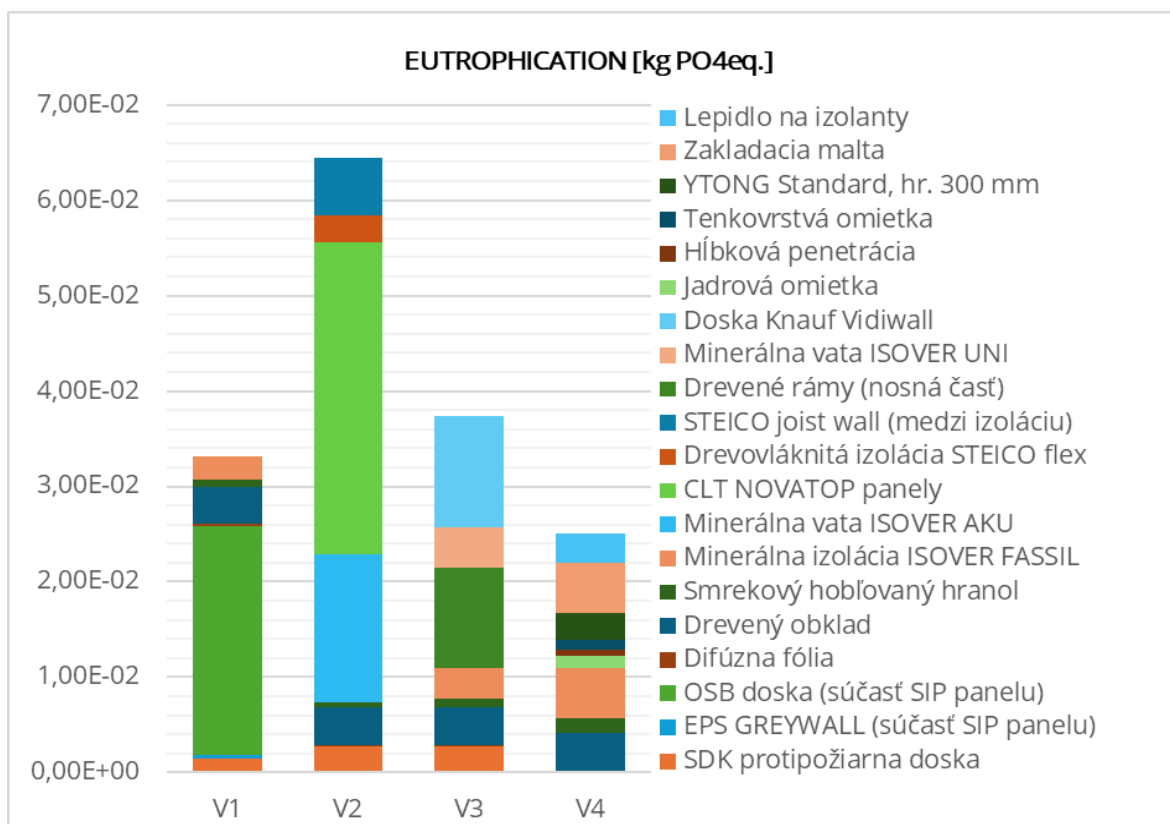
Graf č. 8: Porovnanie dopadov jednotlivých materiálov - Potenciál globálneho otepľovania



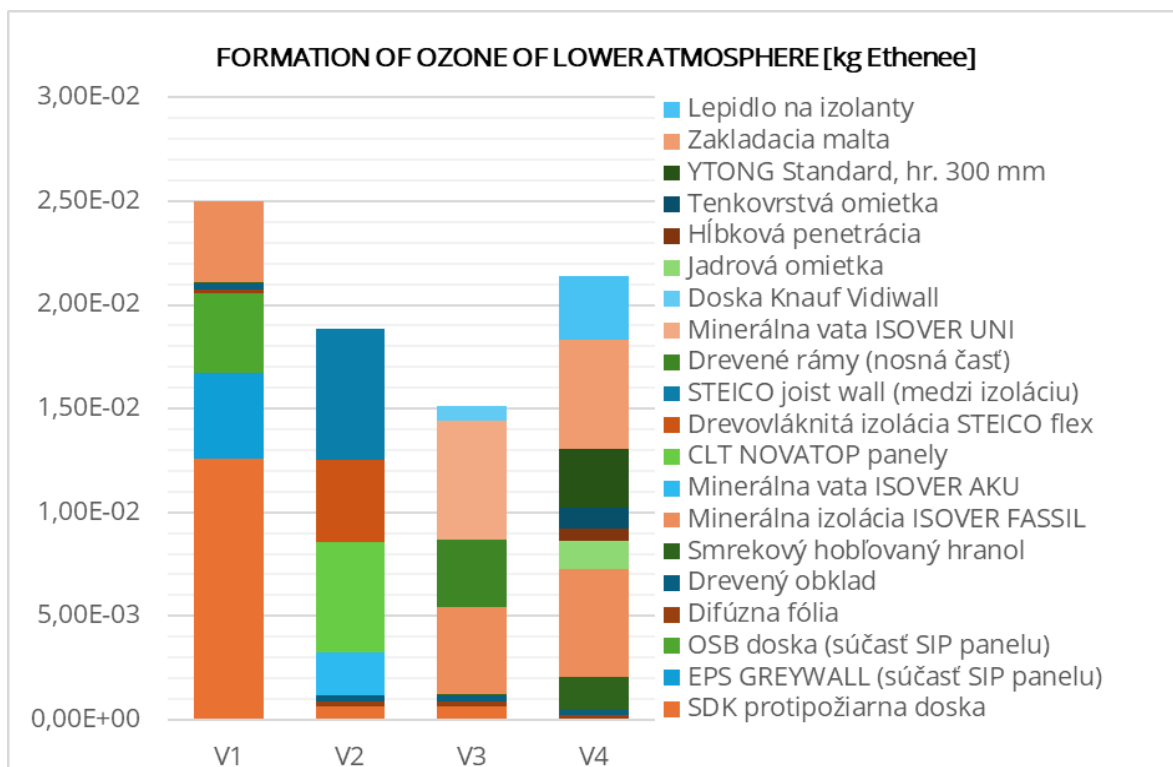
Graf č. 9: Porovnanie dopadov jednotlivých materiálov - Potenciál ničenia ozónovej vrstvy



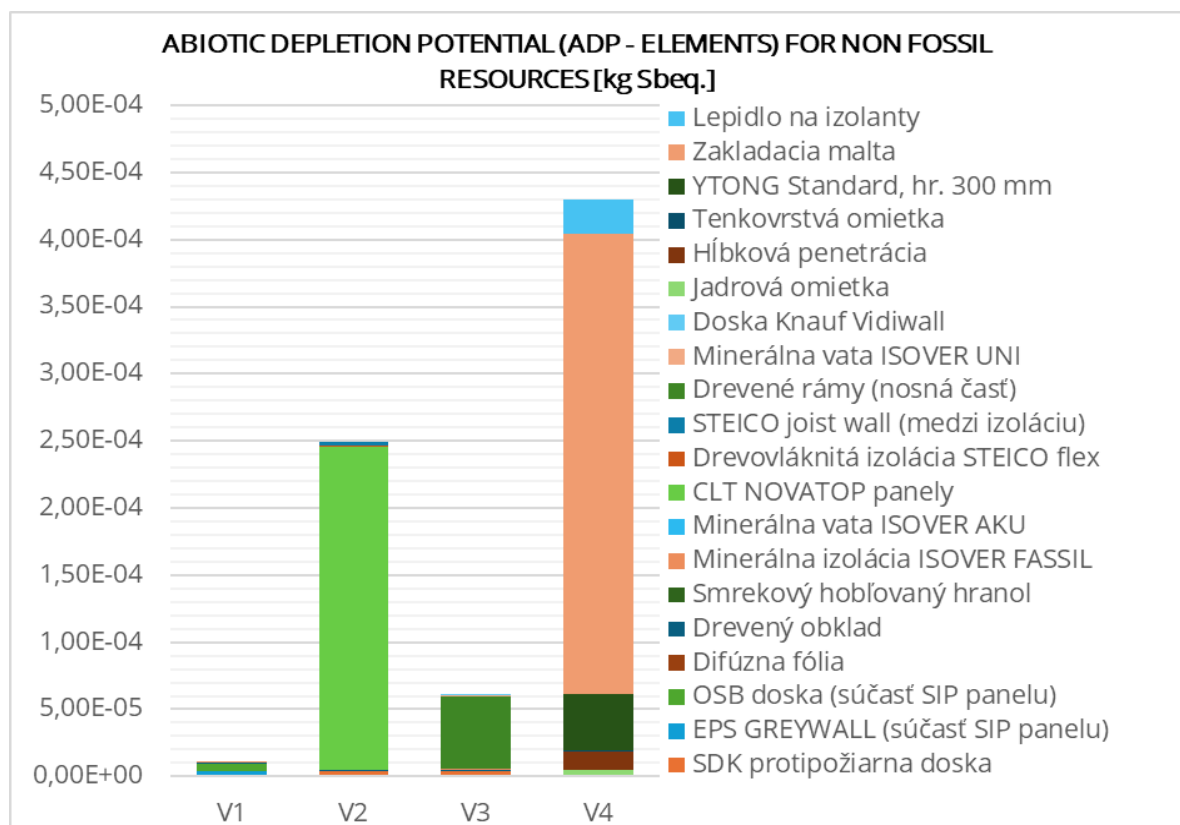
Graf č. 10: Porovnanie dopadov jednotlivých materiálov - Potenciál acidifikácie prostredia



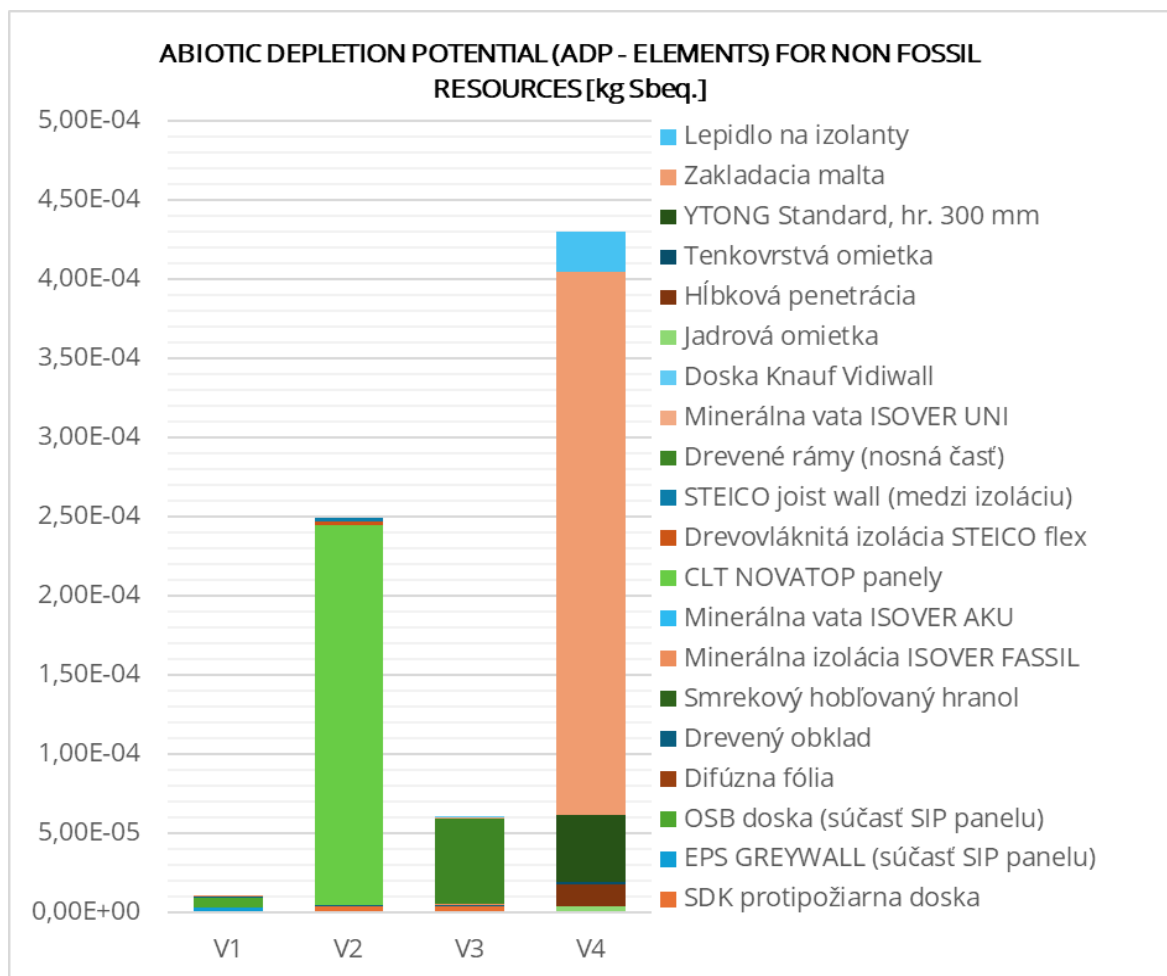
Graf č. 11: Porovnanie dopadov jednotlivých materiálov - Potenciál eutrofizácie prostredia



Graf č. 12: Porovnanie dopadov jednotlivých materiálov - Potenciál tvorby prízemného ozónu



Graf č. 13: Porovnanie dopadov jednotlivých materiálov - Potenciál abiotického vyčerpania (ADP prvky) pre nefosílné zdroje



Graf č. 14: Porovnanie dopadov jednotlivých materiálov - Potenciál abiotického vyčerpania (ADP fosílnych palív) pre fosílny zdroj

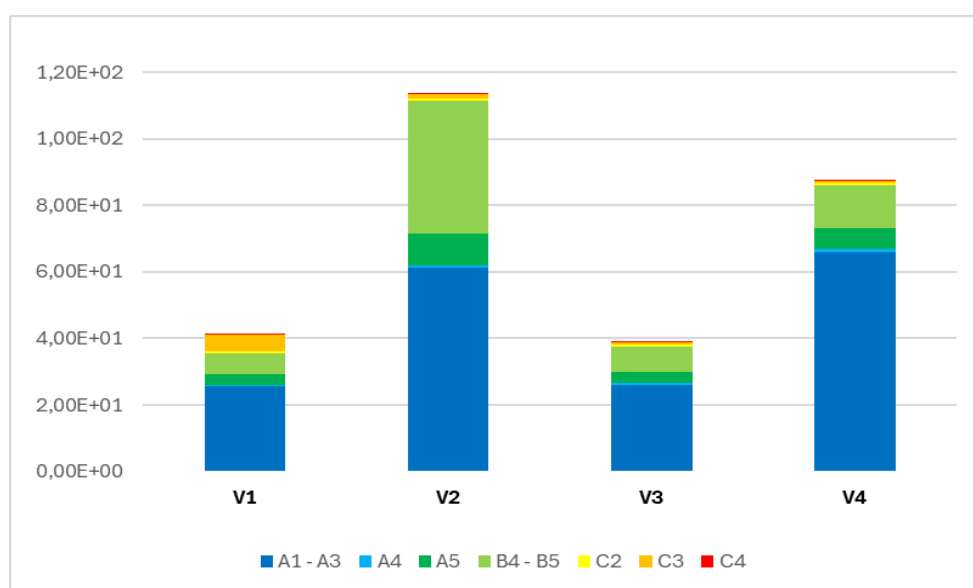
C.6 Percentuálne posúdenie všetkých hodnotených modulov posudzovaných skladieb

V konečnom bode boli porovnané súčty všetkých kategórií dopadov v jednotlivých moduloch životného cyklu. Tieto hodnoty boli ďalej porovnané medzi všetkými variantami v tabuľke č. 17 a v grafe č. 15.

Tab. č. 17: Súčet všetkých hodnotených modulov posudzovaných variant

MODULY ŽIVOTNÉHO CYKLU	V1	V2	V3	V4
A1 - A3	2,56E+01	6,14E+01	2,59E+01	6,60E+01
A4	4,58E-01	5,91E-01	6,44E-01	7,29E-01
A5	3,20E+00	9,64E+00	3,46E+00	6,26E+00
B4 - B5	6,34E+00	3,98E+01	7,57E+00	1,32E+01
C2	6,53E-01	6,49E-01	6,96E-01	5,25E-01
C3	4,97E+00	1,36E+00	7,07E-01	4,71E-01
C4	9,45E-03	3,98E-02	2,22E-02	2,04E-02
Celkom Σ	4,12E+01	1,13E+02	3,90E+01	8,72E+01

Najmenší dopad na životné prostredie pri sčítaní všetkých moduloch životného cyklu má variant V3. Variant V1 má od varianty V3 o 5,6% väčší dopad na životné prostredie. Na treťom mieste vychádza variant V4, ktorý má o 123,6% väčší dopad než variant V3 a o 111,7% väčší dopad než variant V1. S najväčším dopadom na životné prostredie vychádza variant V2, ktorý má od varianty V3 o 189,7% väčší dopad. Tento rozdiel medzi variantami na báze dreva môže byť spojený s veľkým množstvom lepidla použitého na lepenie CLT panelov. Taktiež tomuto rozdielu môže napomáhať nesprávne určená doba životnosti nosníkov v prevetrávanej fasáde STEICO joist-wall, ktorá bola určená na 25 rokov. V prípade neporušenia daného materiálu počas 25 ročnej prevádzky budovy, je možné vynechať výmenu tohto prvku a hodnoty dopadov by vychádzali menšie.

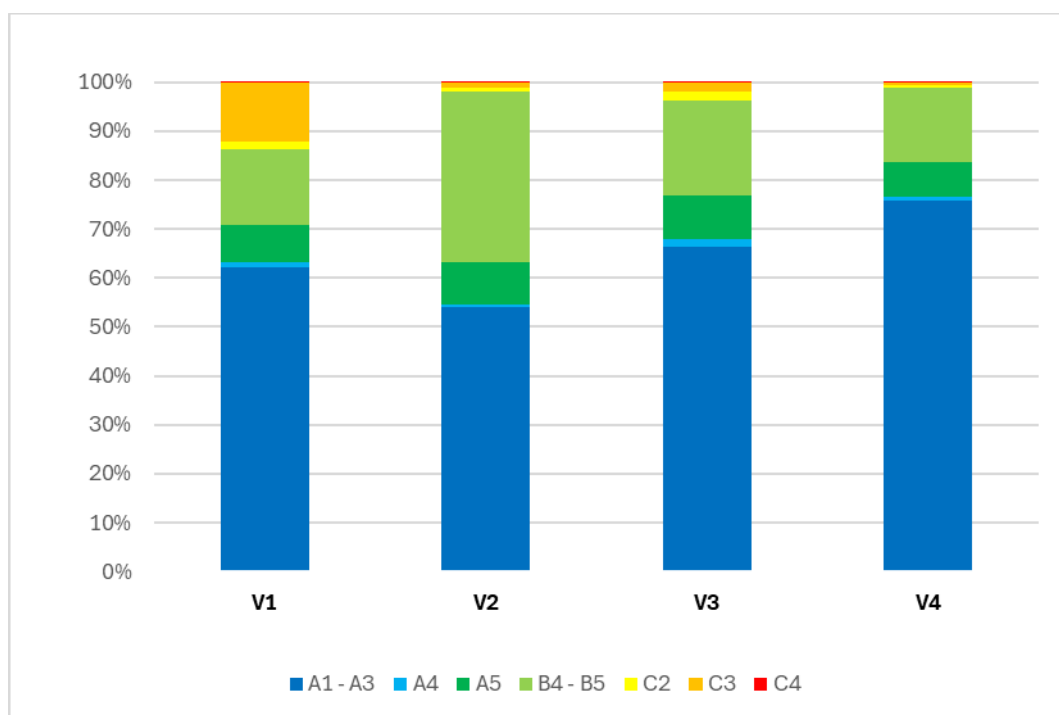


Graf č. 15: Posúdenie súčtu všetkých modulov posudzovaných variant

Pre percentuálne posúdenie všetkých hodnotených modulov boli posudzované varianty zobrazené a porovnané varianty v tabuľke č. 18 a v grafe č. 16.

Tab. č. 18: Percentuálne posúdenie všetkých hodnotených modulov posudzovaných skladieb

MODULY ŽIVOTNÉHO CYKLU	V1	V2	V3	V4
A1 - A3	62,05%	54,09%	66,38%	75,71%
A4	1,11%	0,52%	1,65%	0,84%
A5	7,78%	8,50%	8,88%	7,18%
B4 - B5	15,39%	35,08%	19,43%	15,11%
C2	1,59%	0,57%	1,79%	0,60%
C3	12,07%	1,20%	1,81%	0,54%
C4	0,02%	0,04%	0,06%	0,02%
Celkom Σ	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%



Graf č. 16: Percentuálne posúdenie všetkých hodnotených modulov posudzovaných skladieb

C.7 Vyhodnotenie výsledkov jednotlivých variant podľa modulov životného cyklu

C.7.1 Moduly A1-A3 – Výrobná fáza

Tento modul sa zameriava na fázu výroby produktu a získavanie surovín.

Najväčší vplyv na životné prostredie počas výrobnéj fázy má variant V4 – Pórobetónové bloky s minerálnou vatou. Pórobetónové bloky sa vyrábajú z vápna (CaO), cementu a kremičitého piesku. Výroba cementu je jedným z najnáročnejších procesov z hľadiska CO₂. Taktiež pri výrobe vápna, kedy sa vápno získava z vápenca, dochádza k uvoľňovaniu veľkého množstva CO₂. Jedná sa o štandardnú skladbu obvodovej steny s prevetrávanou fasádou používanou pri rodinných domoch.

Zo skladieb na báze dreva má najväčší vplyv na životné prostredie variant V2 – CLT panely s drevovláknitou izoláciou. Najmenší vplyv zo všetkých variant vo fáze výroby má variant V1 – SIP panely s minerálnou vatou.

C.7.2 Modul A4 – Fáza výstavby (doprava)

Doprava medzi jednotlivými fázami životného cyklu rovnako spôsobuje významné environmentálne dopady. Počíta sa doprava z jednotlivých fabriek, odkiaľ sa produkt prevezie na stavenisko.

Najväčší vplyv na životné prostredie počas dopravy na stavenisko má variant V4 – Pórobetónové bloky s minerálnou vatou. Vysoký dopad na životné prostredie tejto varianty je spôsobený veľkými vzdialenosťami fabriek jednotlivých materiálov od staveniska. Zo skladieb na báze dreva má najväčší dopad na životné prostredie variant V3 – Drevené rámové konštrukcie s minerálnou vatou. Najmenší vplyv zo všetkých variant vo fáze dopravy má V1 – SIP panely s minerálnou vatou.

C.7.3 Modul A5 – Fáza výstavby (výstavba a inštalácie)

Tento modul zahŕňa všetky aktivity spojené s výstavbou: manipulácia materiálov, inštalácia ako aj spotreba energie počas výstavby.

Najväčší vplyv na životné prostredie v tejto fáze výstavby má V2 – CLT panely s drevovláknitou izoláciou. Vysoký dopad môže byť spôsobený väčším množstvom drevených prvkov, ktoré sa budú rezať a upravovať na stavenisku, pri ktorých môže nastať plytvanie materiálom. Variant V4 – Pórobetónové bloky s minerálnou vatou má o 35,07% menší dopad na životné prostredie než variant V2. Nízky dopad na životné prostredie môže byť spôsobený menším percentom plytvania materiálom počas výstavby. Najmenší vplyv zo všetkých variant vo fáze výstavby má variant V1 – SIP panely s minerálnou vatou. Nízky dopad na životné prostredie je spôsobený v samotných SIP paneloch, ktoré sú dopredu rozmerovo pripravené, teda dochádza k malému percentu plytvania materiálom.

C.7.4 Moduly B4-B5 – Fáza prevádzky (výmena a rekonštrukcie)

Modul B4 sa zameriava na výmeny komponentov, renovácie a obnovenie funkčnosti systémov budovy počas jej životného cyklu. Modul B4 môže byť nákladnejší a energeticky náročnejší než modul B5. Modul B5 sa zameriava na pravidelné údržby a kontroly prvkov a samotnej budovy, aby sa zabezpečila ich dlhodobá prevádzka a optimalizovaná výkonnosť.

Najväčší vplyv na životné prostredie v tejto fáze má variant V2 – CLT panely s drevovláknitou izoláciou. Vysoký dopad môže byť spôsobený stanovením životnosti STEICO joist nosníkov, ktoré sú súčasťou prevetrávanej fasády na 25 rokov. Životnosť bola stanovená z dôvodu zaistenia správnej funkčnosti budovy. V prípade, že za stanovenú dobu životnosti nepríde k značnému

poškodeniu materiálu, môžeme materiál ponechať a celkový dopad v tejto fáze môže vyjsť značne menší. Najmenší vplyv zo všetkých skladieb vo fáze prevádzky má variant V1 – SIP panely s minerálnou vatou.

C.7.5 Modul C2 – Fáza konca životného cyklu (doprava)

Modul C2 sa zameriava na dopravu materiálov a produktov, ktoré sa zlikvidovali, demontovali alebo vyradili z prevádzky.

Najväčší vplyv na životné prostredie má variant V3 – Drevené rámové konštrukcie s minerálnou vatou. Varianty V1 – SIP panely s minerálnou vatou a V2 – CLT panely s drevovláknitou izoláciou majú dopad na životné prostredie o 6,75 menší než variant V3. Najmenší vplyv zo všetkých skladieb vo fáze konca životného cyklu (doprava) má variant V4 – Pórobetónové bloky s minerálnou vatou.

C.7.6 Modul C3 – Fáza konca životného cyklu (spracovanie odpadu)

Modul C3 sa zameriava na spracovanie odpadu, ktorý vznikol po ukončení životnosti výrobkov a materiálov. Modul zahŕňa rôzne metódy spracovania odpadu ako je recyklácia, spálenie, skládkovanie alebo kompostovanie.

Najväčší vplyv na životné prostredie má variant V1 – SIP panely s minerálnou vatou. Druhý najväčší vplyv na životné prostredie má variant V2 – CLT panely s drevovláknitou izoláciou. Variant V3 – Drevené rámové konštrukcie s minerálnou vatou má o 85,8% nižší dopad na životné prostredie než variant V1. Najmenší vplyv zo všetkých skladieb vo fáze konca životného cyklu (spracovanie odpadu) má variant V4 – Pórobetónové bloky s minerálnou vatou.

C.7.7 Modul C4 – Fáza konca životného cyklu (odstránenie)

Modul C4 sa zameriava na odstránenie materiálov a výrobkov, ktoré už nie sú vhodné na ďalšie použitie alebo recykláciu. Modul zahŕňa rôzne metódy spracovania odpadu ako skládkovanie, spálenie, rozklad biologického odpadu alebo zneškodnenie nebezpečných materiálov.

Najväčší vplyv na životné prostredie má variant V2 – CLT panely s drevovláknitou izoláciou. Druhý najväčší vplyv na životné prostredie majú varianty V3 – Drevené rámové konštrukcie s minerálnou vatou a V4 – Pórobetónové bloky s minerálnou vatou. Najmenší vplyv zo všetkých skladieb vo fáze konca životného cyklu (spracovanie odpadu) má variant V1 – SIP panely s minerálnou vatou.

C.8 Záver LCA

V rámci hodnotenia posudzovaných modulov životného cyklu jednotlivých variant predstavujú moduly A1-A3 (výrobná fáza) najväčší environmentálny vplyv na životné prostredie. V týchto moduloch má najmenší vplyv variant V1 – SIP panely s minerálnou vatou.

Z výsledkov je viditeľné, že skladby na báze dreva majú lepšie environmentálne dopady na životné prostredie, s výnimkou varianty V2, než variant V4, ktorý zastáva štandardnú skladbu obvodovej steny používanú v rodinných domoch.

Podľa tabuľky č. 17, ktorá zobrazuje súčty všetkých modulov posudzovaných skladieb, je možné posúdiť, že najmenší environmentálny dopad na životné prostredie majú variant V2 – Drevené rámové konštrukcie s minerálnou vatou a variant V1 – SIP panely s minerálnou vatou. Variant V1 má od variantu V3 o 5,6% väčší dopad na životné prostredie. Variant V1 bol vybraný ako konštrukcia obvodových stien v rámci diplomovej práce z dôvodu viacerých pozitívnych vlastností v rámci výstavby a prípadnej údržby. Naopak najväčší environmentálny dopad má variant V2 – CLT panely s drevovláknitou izoláciou.

Záver

Predmetom diplomovej práce bolo spracovanie projektovej dokumentácie pre povolenie stavby materskej školy v Slavkove u Brna. V rámci práce boli spracované tri časti: architektonicko-stavebná časť, technika prostredia stavieb a voliteľná časť. Voliteľná časť sa zaoberá posúdením životného cyklu konštrukcie obvodových stien. V tejto časti boli posúdené štyri rôzne varianty skladieb obvodových stien. Všetky varianty boli posúdené pomocou softwaru One Click LCA a do budovy bola navrhnutá skladba, ktorá z hľadiska LCA vychádzala najpriaznivejšie k životnému prostrediu.

Novostavba materskej školy je navrhnutá ako budova s takmer nulovou spotrebou energie s využitím obnoviteľných zdrojov.

Pri spracovávaní častí diplomovej práce som sa snažil pracovať precízne a tak, aby všetko bolo v súlade so zadaním diplomovej práce a zároveň splňovalo požiadavky platných noriem, predpisov a vyhlášok. Počas spracovania som využíval vedomosti nadobudnuté v priebehu môjho štúdia. Svoje návrhy a nápady som konzultoval s vedúcim diplomovej práce a s konzultantom TZB.

K vypracovaniu diplomovej práce boli použité programy ArchiCAD 2025, FIRE-NX, DEKSOFT Energetika a Tepelná technika 1D, BuildingDesign, Lumion a Microsoft Office

Zoznam použitých zdrojov

Citácie

- [1] Dodd, N., Donatello, S., a Cordella, M., 2021. Level(s) – spoločný rámec EÚ pre základné ukazovatele udržateľnosti administratívnych a bytových budov, používateľská príručka 1: Úvod do spoločného rámca Level(s) (verzia publikácie: 1.1). Online. Dostupné z: <https://mpo.gov.cz/cz/stavebnictvi-a-suroviny/strategicke-dokumenty-pro-udrzitelne-stavebnictvi/levels--tedy-uroven-urovne---finalni-verze-spolecneho-evropskeho-ramce-pro-hodnoceni-udrzitelnosti-obytnych-i-kancelarskych-budov-v-evrope---257633/>. [cit. 2025-01-13]
- [2] Enviwiki - Hodnotenie životného cyklu výrobku. Dostupné z: https://www.enviwiki.cz/wiki/Hodnocen%C3%AD_%C5%BEivotn%C3%ADho_cyklu_v%C3%BDrobku. [cit. 2025-01-13]
- [3] HLINKOVÁ, Eva-Žofie. *LCA vs. uhlíková stopa*. Online. CSRD. 2024. Dostupné z: <https://csrd.cz/lca-vs-uhlikova-stopa/>. [cit. 2025-01-13]
- [4] Enviwiki – Kategórie dopadu výroby. Dostupné z: https://www.enviwiki.cz/wiki/Kategorie_dopadu_v%C3%BDroby. [cit. 2025-01-13]
- [5] Popis softwaru One Click LCA. Dostupné z: <https://oneclicklca.com/why-us/capabilities/global-lca-data>. [cit. 2025-01-13].

Webové stránky

- [6] <https://www.sipeurope.eu/>. [cit. 2025-01-09]
- [7] <https://www.dek.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [8] <https://deksoft.eu/>. [cit. 2025-01-09]
- [9] <https://www.isover.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [10] <https://ecoforest.com/>. [cit. 2025-01-09]
- [11] <https://www.svet-svitidel.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [12] <https://www.led-2.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [13] <https://www.lindab.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [14] <https://palco.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [15] <https://attack.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [16] <https://www.canadiansolar.com/>. [cit. 2025-01-09]
- [17] <https://www.kompan.com/cs/cz>. [cit. 2025-01-09]
- [18] <https://www.vinylor.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [19] <https://www.cetris.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [20] <https://www.hornbach.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [21] <https://bmsl.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [22] <https://www.vekra.cz/>. [cit. 2025-01-09]

- [23] <https://www.slavkov.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [24] <https://www.regulus.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [25] <https://www.tzb-info.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [26] <https://knauf.com/cs-CZ>. [cit. 2025-01-09]
- [27] <https://www.rigips.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [28] <https://nahlizenidokn.cuzk.gov.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [29] <https://geoportal.cuzk.gov.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [30] <https://pvgis.com/>. [cit. 2025-01-09]
- [31] <http://www.geologicke-mapy.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [32] <https://www.mandik.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [33] <https://oneclicklca.com/>. [cit. 2025-01-09]
- [34] <https://www.steico.com/en/>. [cit. 2025-01-09]
- [35] <https://novatop-system.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [36] <https://www.kaspercz.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [37] <https://www.drevoastavby.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [38] <https://dekwood.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [39] <https://www.dzd.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [40] <https://www.geotermalni-vrty.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [41] <https://www.plastovenadoby.sk/>. [cit. 2025-01-09]
- [42] <https://www.siko.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [44] <https://www.zakonyprolidi.cz/>. [cit. 2025-01-09]
- [45] <https://www.google.cz/?hl=cs>. [cit. 2025-01-13]

Normy

- [46] ČSN EN 12464-1, Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovišť – Část 1: Vnitřní pracoviště
- [47] ČSN 73 0540-1:2005 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie
- [48] ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- [49] ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- [50] ČSN 73 0540-4:2005 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
- [51] ČSN 12 7010 – Vzduchotechnická zařízení – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení – Obecná ustanovení
- [52] ČSN 73 0548 – Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- [53] ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení
- [54] ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty

- [55] ČSN 73 0532:12/2020 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky
- [56] ČSN 730532 – Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků - Požadavky
- [57] ČSN EN 16798-17 – Energetická náročnost budov – Vetranie budov – Časť 17: Smernica pre kontrolu vetracích a klimatizačných systémov
- [58] ČSN EN 12831-1 – Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Časť 1: Tepelný výkon pre vykurovanie
- [59] ČSN 060320 – Tepelné sústavy v budovách – Príprava teplej vody – Navrhovanie a projektovanie
- [60] ČSN 73 0580-1:2007 + Z1:2011 – Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky ČSN 73 0580-2:2007 – Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov
- [61] ČSN 73 0581:2009 – Oslunění budov a venkovních prostor – Metoda stanovení hodnot
- [62] ČSN EN 17 037:2019 – Denní osvětlení budov
- [63] ČSN EN 15 978 – Udržitelnost staveb – Posuzování environmentálních vlastností budov – Výpočtová metoda
- [64] ČSN EN 15 804+A2 – Udržitelnost staveb – Environmentální prohlášení o produktu – Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů
- [65] ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 – Tepelná ochrana budov – Časť 2: Požadavky

Právne predpisy, vyhlášky, nariadenia vlády

- [66] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., který stanovuje podmínky ochrany zdraví při práci
- [67] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- [68] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- [69] Vyhláška č. 120/2011 Sb., měnící vyhlášku Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou sa riadi zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizáciach pre verejnú potrebu a o zmene niektorých zákonov (zákon o vodovodech a kanalizáciach), v znení neskorších predpisov
- [70] Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb
- [71] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, v platném znění
- [72] Vyhláška č. 398/2009 Sb.: Vyhláška o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. In: 2009.
- [73] Vyhláška č. 120/2011 Sb. - Vyhláška, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů
- [74] Vyhláška č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov

- [75] Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve znění pozdějších předpisů
- [76] Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky, v platném znění, včetně souvisejících nařízení vlády

Odborná literatura

- [77] BENEŠ, Petr, Markéta SEDLÁKOVÁ, Marie RUSINOVÁ, Romana BENEŠOVÁ a Táňa ŠVECOVÁ. Požární bezpečnost staveb: modul M01: požární bezpečnost staveb. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2016. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. ISBN 978-80-7204-943-1
- [78] REMEŠ Josef, UTÍKALOVÁ Ivana, KACÁLEK Petr, KALOUSEK Lubor, PETŘÍČEK Tomáš a kolektiv. Stavební příručka: to nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů. 2. aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2014, 248 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-5146-9
- [79] ZOUFAL, Roman. Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódu. Vyd. 1. Praha: Pavus, 2009, 126 s. ISBN 978-80-904481-0-0
- [80] KLIMEŠOVÁ, Jarmila. Nauka o pozemních stavbách. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007, 157 s. ISBN 978-80-7204-530-3

Zoznam použitých programov, software

ArchiCAD 25
 FIRE-NX
 BuildingDesign
 DEKSOFT
 Lumion
 One Click LCA
 Microsoft Office

Zoznam použitých skratiek a symbolov

a	- Súčiniteľ rýchlosti ohorievania z hľadiska charakteru horľavých látok	[-]
A	- Plocha	[m ²]
A _f	- Plocha zasklenia rámu okna	[m ²]
A _g	- Plocha zasklenia skla okna	[m ²]
A _k	- Plocha konštrukcie	[m ²]
AN	- Akumulačná nádrž	
B.p.v	- Balt po vyrovnaní	
BOZP	- Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci	

c	- Merná tepelná kapacita vzduchu	[kJ/kg.K]
c ₁	- Súčiniteľ súčasnosti používania svietidiel	[-]
c ₂	- Zbytkový súčiniteľ	[-]
ČSN	- Česká technická norma	
ČSN EN	- Česká technická norma, ktorá zavádza do sústavy českých noriem európskou normou	
ČSN ISO	- Medzinárodná technická norma	
ČÚZK	- Český úrad zememeračský a katastrálny	
DN	- Menovitý vnútorný priemer potrubia	
d	- Hrúbka konštrukcie	[m]
d _a	- Počet dní v roku, kedy sa nepitná voda používa (pracovné dni)	[deň]
D _{f, a}	- Ročná spotreba nepitnej vody (zalievanie, kropenie)	[l/deň]
D _{f, d}	- Maximálna denná spotreba nepitnej vody (zalievanie, kropenie)	[l/deň]
D _{mim}	- Minimálna hodnota činiteľa dennej svetlosti	[%]
EPS	- Expandovaný polystyrén	
XPS	- Extrudovaný polystyrén	
E	- Udržovaná svetlosť	[lux]
e	- Činiteľ na počet okien a polohu budovy v krajine	[-]
F _o	- Činiteľ závislosti na obsadenosti	[-]
F _D	- Činiteľ závislosti na dennom svetle	[-]
f _o	- Rezonančný kmitočet	[Hz]
f _R	- Redukčný činiteľ požadovanej základnej hodnoty priemerného súčiniteľa prestupu tepla	[-]
f _{Rsi}	- teplotný faktor vnútorného povrchu	[-]
h	- Výška	[m]
HI	- Hydroizolácia	
H _T	- Merná strata prestupom tepla	[kW/h]
i _s	- Index šírenia plameňa po povrchu	[mm/min]
k	- Priestorový index	
k. ú.	- Katastrálne územie	
l _g	- Dĺžka zasklenia	[m]
m n. m.	- Metre nad morom	
n	- Počet osôb v budove	
n ₅₀	- Tesnosť budovy	[X/h]
NN	- Nízke elektrické napätie	
ORL	- Odlučovač ropných látok	

p. č.	- Parcelné číslo	
P	- Inštalovaný príkon svetidiel	[W]
PBR	- Požiarne bezpečnostné riešenie	
pn	- Náhodné požiarne zaťaženie	[kg/m ²]
PO	- Požiarne ochrana	
PBS	- Požiarne bezpečnosť stavieb	
PT	- Pôvodný terén	
PÚ	- Požiarne úsek	
TI	- Tepelná izolácia	
UT	- Upravený terén	
ÚC	- Úniková cesta	
SBS	- Pásky z modifikovaného bitumenu	
S	- Plocha	[m ²]
s	- Súčiniteľ súčasnosti	
SV	- Svetlá výška	[m]
KV	- Konštrukčná výška	[m]
SDK	- Sadrokartón	
Sb.	- Zbierky	
S-JTSK	- Systém jednotnej trigonometrickej katastrálnej siete	
SO	- Stavebný objekt	
ŽB	- železobetón	
PVC	- Polyvinylchlorid	
Q _{d, max}	- Maximálna spotreba vody	[l/deň]
Q _l	- Produkcia tepla od ľudí	[W]
Q _{miest.}	- Výkon jednotného chladenia (chladiaci výkon jednotky)	[kW]
Q _{rok}	- Ročná spotreba vody na mernú jednotku (zamestnanci, deti)	
q _s	- Špecifická denná spotreba vody na mernú jednotku	
Q _s	- Tepelná záťaž vonkajších stien	[W]
Q _{zdroj}	- Potrebný výkon zdroja tepla / chladu	[kW]
Q _{v, min, j}	- Tok vzduchu infiltráciou	[m ³ /hod]
R	- Tepelný odpor konštrukcie	[m ² K/W]
RŠ	- Revízná šachta	
R _T	- Odpor konštrukcie pri prechode tepla	[m ² K/W]
VŠ	- Vodomerná šachta	
VZT	- Vzduchotechnická jednotka	

W_L	- Spotreba energie na osvetlenie	[Wh]
Y_R	- Priemerný ročný prítok zrážkovej vody	[l/rok]
δ	- Hrúbka steny	[mm]
Δt	- Rozdiel teplôt	[°C]
η	- Účinnosť fotovoltaiického panelu	[%]
λ	- Súčiniteľ tepelnej vodivosti konštrukcie	[W/mK]
ρ	- Hustota	[kg/m ³]
φ_e	- Relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu	[%]
$\Phi_{int, k}$	- Teplota zeminy	[°C]
Φ_N	- Svetelný tok	[lm]
$\Phi_{T, build}$	- Strata prestupom obáľkovou metódou	[kW]
χ_N	- Požadovaná hodnota bodového činiteľa prestupu tepla	[W/K]
ψ	- Fáza posunutia teplotného kmitu	[h]
Ψ_g	- Lineárny činiteľ prestupu tepla zasklením	[W/mK]
ε	- Výškový korekčný činiteľ	[-]

Zoznam tabuliek

Tab. č. 1: Výpis skladby varianty č. 1	20
Tab. č. 2: Výpis skladby varianty č. 2	20
Tab. č. 3: Výpis skladby varianty č. 3	21
Tab. č. 4: Výpis skladby varianty č. 4	21
Tab. č. 5: Posúdenie dopadov skladby V1	24
Tab. č. 6: Posúdenie dopadov skladby V2	25
Tab. č. 7: Posúdenie dopadov skladby V3	25
Tab. č. 8: Posúdenie dopadov skladby V4	26
Tab. č. 9: Posúdenie dopadov jednotlivých materiálov v skladbe V1	30
Tab. č. 10: Posúdenie dopadov jednotlivých materiálov v skladbe V2	Chyba! Záložka nie je definovaná.
Tab. č. 11: Posúdenie dopadov jednotlivých materiálov v skladbe V3	32
Tab. č. 12: Posúdenie dopadov jednotlivých materiálov v skladbe V4	Chyba! Záložka nie je definovaná.
Tab. č. 13: Súčet všetkých hodnotených modulov posudzovaných skladiel	38
Tab. č. 14: Percentuálne posúdenie všetkých hodnotených modulov posudzovaných skladiel	39

Zoznam obrázkov

Obr. č. 1: Rozloženie environmentálnych dopadov budovy v priebehu životného cyklu	Chyba! Záložka nie je definovaná.
Obr. č. 2: Fáze životného cyklu budovy podľa normy ČSN EN 15978	15

Zoznam grafov

Graf č. 1: Porovnanie dopadov jednotlivých skladiieb - Potenciál globálneho otepľovania	26
Graf č. 2: Porovnanie dopadov jednotlivých skladiieb - Potenciál ničenia ozónovej vrstvy	27
Graf č. 3: Porovnanie dopadov jednotlivých skladiieb - Potenciál acidifikácie prostredia.....	27
Graf č. 4: Porovnanie dopadov jednotlivých skladiieb - Potenciál eutrofizácie prostredia	28
Graf č. 5: Porovnanie dopadov jednotlivých skladiieb - Potenciál tvorby prízemného ozónu.....	28
Graf č. 6: Porovnanie dopadov jednotlivých skladiieb - Potenciál abiotického vyčerpania (ADP prvky) pre nefosílné zdroje.....	29
Graf č. 7: Porovnanie dopadov jednotlivých skladiieb - Potenciál abiotického vyčerpania (ADP fosílné palivá) pre fosílné zdroje.....	29
Graf č. 8: Porovnanie dopadov jednotlivých materiálov - Potenciál globálneho otepľovania.....	34
Graf č. 9: Porovnanie dopadov jednotlivých materiálov - Potenciál ničenia ozónovej vrstvy	34
Graf č. 10: Porovnanie dopadov jednotlivých materiálov - Potenciál acidifikácie prostredia	35
Graf č. 11: Porovnanie dopadov jednotlivých materiálov - Potenciál eutrofizácie prostredia	35
Graf č. 12: Porovnanie dopadov jednotlivých materiálov - Potenciál tvorby prízemného ozónu ...	36
Graf č. 13: Porovnanie dopadov jednotlivých materiálov - Potenciál abiotického vyčerpania (ADP prvky) pre nefosílné zdroje.....	36
Graf č. 14: Porovnanie dopadov jednotlivých materiálov - Potenciál abiotického vyčerpania (ADP fosílné palivá) pre fosílné zdroje.....	37
Graf č. 15: Posúdenie súčtu všetkých modulov posudzovaných skladiieb	38
Graf č. 16: Percentuálne posúdenie všetkých hodnotených modulov posudzovaných skladiieb	39

Zoznam príloh

Časť A

A	SPRIEVODNÁ SPRÁVA	-	4xA4
B	SÚHRNNÁ TECHNICKÁ SPRÁVA	-	25xA4

C SITUAČNÉ VÝKRESY

C.01	SITUÁCIA ŠIRŠÍCH VZŤAHOV	1:5000, 1:1000	2xA4
C.02	KOORDINAČNÁ SITUÁCIA	1:250	8xA4

D.1.1 ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÉ RIEŠENIE

D.1.1.01	TECHNICKÁ SPRÁVA	-	6xA4
D.1.1.02	PÔDORYS PRÍZEMIA	1:50	16xA4
D.1.1.03	PÔDORYS ZASTREŠENIA	1:50	16xA4
D.1.1.04	PRIEČNY REZ A-A'	1:50	8xA4
D.1.1.05	POZDĹŽNY REZ B-B'	1:50	8xA4
D.1.1.06	ZÁPADNÝ A JUŽNÝ POHĽAD	1:50	8xA4
D.1.1.07	VÝCHODNÝ A SEVERNÝ POHĽAD	1:50	8xA4
D.1.1.08	VÝPIS SKLADIEB KONŠTRUKCIÍ	-	29xA4

D.1.2 STAVEBNO-KONŠTRUKČNÉ RIEŠENIE

D.1.2.01	PÔDORYS ZÁKLADOV	1:50	16xA4
D.1.2.02	VÝKRES KROVU	1:50	16xA4

D.1.3 POŽIARNE BEZPEČNOSTNÉ RIEŠENIE

D.1.3.01	TECHNICKÁ SPRÁVA POŽIARNEJ OCHRANY	-	18xA4
D.1.3.02	SITUÁCIA ODSUPOVÝCH VZDIALENOSTÍ	1:250	6xA4
D.1.3.03	PÔDORYS 1.NP - PBR	1:50	16xA4
D.1.3.04	VÝPOČET V PROGRAME FIRE-NX	-	21xA4

E STAVEBNÁ FYZIKA

E.01	ZÁKLADNÉ POSÚDENIE Z HĽADISKA STAVEBNEJ FYZIKY	-	24xA4
E.02	TEPELNO-TECHNICKÉ POSÚDENIE KONŠTRUKCIÍ	-	24xA4
E.03	PREUKAZ ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI BUDOVY	-	14xA4
E.04	POSÚDENIE PRESTUPU TEPLA VÝPLŇAMI OTVOROV	-	3xA4
E.05	PREDBEŽNÝ VÝPOČET ZÁKLADOV	-	5xA4
E.06	POSÚDENIE DENNÉHO OSVETLENIA A PRESLNENIA BUDOVY	-	27xA4
E.07	NÁVRH POČTU PARKOVACÍCH MIEST	-	3xA4
E.08	VIZUALIZÁCIA	-	2xA4

Časť B

D.1.4 TECHNIKA PROSTREDIA STAVIEB

D.1.4.01	NÁVRH UMELÉHO OSVETLENIA	-	12xA4
D.1.4.02	KONCEPT UMELÉHO OSVETLENIA	1:100	6xA4
D.1.4.03	NÁVRH VYUŽITIA ZRÁŽKOVEJ VODY	-	9xA4
D.1.4.04	NÁVRH NÚTENÉHO OSVETLENIA	-	11xA4
D.1.4.05	KONCEPT NÚTENÉHO OSVETLENIA	1:100	6xA4
D.1.4.06	NÁVRH CHLADENIA	-	9xA4
D.1.4.07	KONCEPT CHLADENIA	1:100	6xA4
D.1.4.08	NÁVRH ZDROJA TEPLA A PRÍPRAVY TEPLEJ VODY	-	12xA4
D.1.4.09	KONCEPT VYKUROVANIA	1:100	6xA4
D.1.4.10	NÁVRH FOTOVOLTAICKÝCH PANELOV	-	16xA4
D.1.4.11	KONCEPT VEDENIA VODOVODU	1:100	6xA4
D.1.4.12	KONCEPT VEDENIA SPLAŠKOVEJ KANALIZÁCIE	1:100	6xA4
D.1.4.13	PÔDORYS TECHNICKEJ MIESTNOSTI	1:50	2xA4
D.1.4.14	GLOBÁLNE SCHÉMA	-	4xA4