

KATEDRA MECHANIKY

Diplomová práce

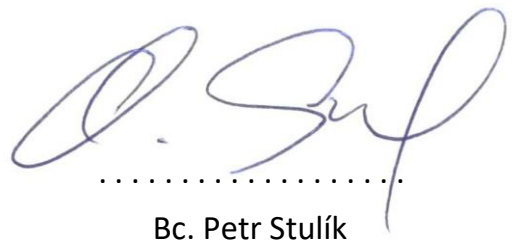
Vliv staveb na životní prostředí z pohledu materiálu a umístění

Student:	Bc. Petr Stulík
Osobní číslo:	A18N0078P
Studijní obor:	3607T050 Stavitelství
Studijní program:	N3607 Stavební inženýrství
Vedoucí práce:	Ing. Petr Kesl, Ph.D.
Místo:	Plzeň
Datum:	leden 2020

Čestné prohlášení

Čestně prohlašuji, že bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, pod odborným dohledem vedoucího práce Ing. Petra Kesla, Ph.D. a za použití softwaru a zdrojů uvedených v této práci.

V Plzni dne 10.01.2020



.....
Bc. Petr Stulík

Poděkování

Děkuji především vedoucímu bakalářské práce doktoru Petru Keslovi za odborné rady, loajalitu, trpělivost, ochotu a jeho čas při tvoření této práce.

Dále bych chtěl poděkovat všem profesorům, docentům, doktorům a inženýrům, kteří mi při studiu na Západočeské univerzitě v Plzni předali cenné informace zejména v oboru stavitelství, a také celé své rodině a blízkým za jejich podporu a důvěru.

Anotace

Tato práce zkoumá, jaký vliv má stavba na životní prostředí. Porovnáva hodnoty jak globální, tak na úrovni státu. Zaobírá se energiemi, které vznikají při realizaci staveb, jejich užívání, ale i dopravou materiálů a prací vynaloženou na likvidaci.

Jako vzorek je vybrána referenční stavba, která je realizována z několika materiálových řešení. Každá tato varianta je vyčíslena konkrétními hodnotami a porovnána s ostatními, ale i s výrobky a procesy z dalších sektorů ovlivňujících životní prostředí.

Abstrakt

Lidé zatěžují životní prostředí mnoha způsoby. Jedním z nich je produkování výrobků. Každý materiál zatěžuje zemi různými způsoby. Cílem této práce je určit, jak tomu je v oblasti stavebnictví. Práce se nejvíce zabývá spotřebou primární energie a uhlíkovou stopou, kterou stavba vyprodukuje, resp. vyžaduje na celý její životní cyklus.

V teoretické části jsou kromě hodnotících parametrů popsány statistiky, jakých tyto veličiny dosahují na světě i na území České republiky. Dále jsou prezentovány hodnotící metody, které představují komplexní certifikace budovy. Ty mají vyjadřovat nejen environmentální, ale i sociální a ekonomický charakter budovy.

V praktické části je modelována referenční budova. Rodinný dvoupodlažní dům o hrubé podlahové ploše 180 m² je projektován ve více materiálových řešeních. Pro každou variantu je vyčíslena absolutní a procentuální hodnota environmentálních, technických a ekonomických parametrů, částí stavební výroby i jednotlivých materiálů.

Diplomová práce také zahrnuje vliv umístění stavby. Zde se liší hodnoty jak pro ekologický dopad kvůli rozdílné dopravě stavebních materiálů, tak i kvůli hodnotě kvalitou odlišné zastavované půdy, která je nenávratně znehodnocena.

Cílem této kvalifikační práce je poukázat, jaké parametry jsou v běžné stavební praxi rozhodující pro vliv na životní prostředí významně a které naopak zanedbatelně.

Klíčová slova

Životní prostředí. Uhlíková stopa. Vliv staveb. Emise. Materiálové řešení

Abstract

People burden the environment in many ways. One of them is the production of products. Each material loads the earth in different ways. The aim of this thesis is to determine how it is in the construction industry. The thesis deals mainly with primary energy consumption and the carbon footprint that the building produces, respectively consumes for her whole life cycle.

In the theoretical part there are described the evaluation parameters and statistics, which these values reach in the world and in the Czech Republic. After that, evaluation methods are presented which represent complex building certifications. These should express not only the environmental but also the social and economic character of the building.

In the practical part the reference building is modeled. Family two-storeyed house with a gross floor area of 180 m² is designed in more material solutions. For each variant are calculated the absolute and percentage values of environmental, technical and economic parameters, part of the construction production and individual materials.

The thesis also includes the influence of the location of the building. Here the values for the environmental impact differ due to the different transport of building materials as well as the different value due to the differ quality built-up land, which is irretrievably degraded.

The aim of this thesis is to show what parameters are important for the environmental impact in normal construction practice and which are minor.

Keywords

Environment. Carbon footprint. Influence of buildings. Emission. Material solution

Bibliografická citace VŠKP

Stulík, Petr. *Vliv staveb na životní prostředí z pohledu materiálu a umístění*. Plzeň, 2020. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta aplikovaných věd. Katedra mechaniky. Vedoucí práce Petr Kesl.

Obsah

Čestné prohlášení.....	2
Poděkování.....	3
Anotace	4
Abstrakt	5
Klíčová slova	5
Abstract	6
Keywords	6
Bibliografická citace VŠKP	7
Obsah	8
Seznam ilustrací a tabulek.....	11
Seznam obrázků	11
Seznam grafů.....	11
Seznam tabulek	12
Seznam zkratk a symbolů.....	14
1 Úvod	17
Teoretická část	18
2 Úvod teoretické části.....	18
2.1 Uhlíková stopa	19
2.2 Ekologická stopa	19
2.3 Další indikátory označené jako stopa.....	20
3 Statistiky	21
3.1 Situace ve světě	21
3.2 Statistiky ČR	24
4 Hodnoty uhlíkové stopy	25

5	Kvalita zastavované půdy	27
5.1	Bonitovaná půdně ekologická jednotka	27
6	Doprava stavebních materiálů	29
7	Hodnotící nástroje	30
7.1	Metodiky	30
7.2	Databáze	31
8	Environmentální parametry stavebních materiálů	32
	Praktická část.....	34
9	Úvod do praktické části	34
10	Společné charakteristiky stavebního řešení.....	35
10.1	Údaje o stavbě	35
10.2	Hodnocené environmentální parametry	36
11	Varianta 1: Porotherm 38 T Profi Dryfix + ŽB stropy	39
11.1	Údaje o stavbě	39
11.2	Skladby	41
11.3	Výkaz výměr	46
11.4	Rekapitulace	48
12	Varianta 2: Dřevostavba	51
12.1	Údaje o stavbě	51
12.2	Skladby	53
12.3	Výkaz výměr	58
12.4	Rekapitulace	60
13	Porovnání dvou kompletních variant	63
14	Varianta 3: Další řešení obvodového pláště.....	72
14.1	Skladby	72
14.2	Rekapitulace	75
15	Doprava stavebních materiálů	77

15.1 Malá vzdálenost a velký objemu materiálu	77
15.2 Velká vzdálenost stavby od speciální výroby	81
16 Kvalita zastavované půdy	82
16.1 Výpočet ceny odvodů za trvalé odnětí ze ZPF referenčního rodinného domu	83
Koncová část.....	84
17 Závěr	84
Seznam bibliografických odkazů	86
Použité nástroje a software	89
Přílohy	90
Seznam příloh.....	90

Seznam ilustrací a tabulek

Seznam obrázků

Obrázek 1 - CO₂ na obyvatele a rok 2016 (Zdroj: Our World in Data - <https://ourworldindata.org/grapher/co-emissions-per-capita>)23

Seznam grafů

Graf 1 - Ekologická stopa a biokapacita (Zdroj: Global Footprint Network - <http://www.footprintnetwork.org/>).....20

Graf 2 - Emise CO₂ ve světě v letech 1971-2016 (Zdroj: Worldometers - <https://www.worldometers.info/co2-emissions/>).....21

Graf 3 - Podíl emisí CO₂ v jednotlivých oblastech ve světě v roce 2016 (Zdroj: Worldometers - <https://www.worldometers.info/co2-emissions/>)22

Graf 4 - Emise CO₂ v ČR v letech 1971-2016 (Zdroj: Worldometers - <https://www.worldometers.info/co2-emissions/czechia-co2-emissions/>)24

Graf 5 - Podíl emisí CO₂ v ČR v jednotlivých oblastech v roce 2016 (Zdroj: Worldometers - <https://www.worldometers.info/co2-emissions/czechia-co2-emissions/>)24

Graf 6 - Emise CO₂ produkované v dopravě (Zdroj: Evropský parlament - <https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20190313STO31218/emise-co2-z-aut-fakta-a-cisla-infografika>)25

Graf 7 - Průměr environmentálních parametrů PEP stavebních částí50

Graf 8 - Průměr environmentálních parametrů PEP stavebních částí62

Graf 9 - Porovnání součinitelů prostupu tepla U konstrukcí a U_{em}64

Graf 10 - Porovnání hmotností použitých materiálů66

Graf 11 - Porovnání průměrů environmentálních parametrů materiálů převedených na procenta, která se podílí na celé konkrétní budově69

Graf 12 - Porovnání průměrů environmentálních parametrů stavebních částí převedených na procenta, která se podílí na celé konkrétní budově71

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Databáze [16]	31
Tabulka 2 - Hodnoty environmentálních a technických parametrů	37
Tabulka 3 - PENB 1	40
Tabulka 4 - Skladba obvodové stěny.....	41
Tabulka 5 - Skladba střechy.....	42
Tabulka 6 - Skladba podlahy do rostlého terénu	43
Tabulka 7 - Skladba podlahy 2. NP	44
Tabulka 8 - Skladba vnitřní stěny	45
Tabulka 9 - PTH38T+ŽB: hmotnosti materiálů a PEP	46
Tabulka 10 - PTH38T+ŽB: rekapitulace v číslech.....	48
Tabulka 11 - PTH38T+ŽB: rekapitulace v %.....	49
Tabulka 12 - PENB 2	52
Tabulka 13 - Skladba obvodového panelu	53
Tabulka 14 - Skladba střechy.....	54
Tabulka 15 - Skladba podlahy do rostlého terénu	55
Tabulka 16 - Skladba podlahy 2. NP	56
Tabulka 17 - Skladba příčkového panelu	57
Tabulka 18 - Dřevostavba: hmotnosti materiálů a PEP	58
Tabulka 19 - Dřevostavba: rekapitulace v číslech	60
Tabulka 20 - Dřevostavba: rekapitulace v %.....	61
Tabulka 21 - Navržené součinitele prostupu tepla U konstrukcí.....	63
Tabulka 22 - Srovnání hodnot z PENB.....	63
Tabulka 23 - Hmotnosti použitých materiálů.....	64
Tabulka 24 - Porovnání průměrů environmentálních parametrů materiálů převedených na procenta, která se podílí na celé konkrétní budově	67
Tabulka 25 - Porovnání průměrů environmentálních parametrů stavebních částí převedených na procenta, která se podílí na celé konkrétní budově	70

Tabulka 26 - Součet jednotlivých environmentálních parametrů, váhy a ceny celé budovy	71
Tabulka 27 - Varianta 1: PTH 38 T Profi Dryfix (s výpočtem)	72
Tabulka 28 - Cihla vápenopísková + MW	72
Tabulka 29 - Cihla vápenopísková + EPS	73
Tabulka 30 - Cihla pálená dutinová + MW	73
Tabulka 31 - Cihla pálená dutinová + EPS	73
Tabulka 32 - Cihla plná pálená + MW	73
Tabulka 33 - Cihla plná pálená + EPS.....	73
Tabulka 34 - Železobeton + MW	73
Tabulka 35 - Železobeton + EPS	74
Tabulka 36 - Hodnoty parametrů dalších materiálových řešeních	74
Tabulka 37 – V kapitole 14 uvedená řešení - rekapitulace	75
Tabulka 38 – V kapitole 14 uvedená řešení - řazení dle ceny a environmentálních parametrů	76
Tabulka 39 - Modrava - Sušice	78
Tabulka 40 - Praha-Štěrboholy.....	79
Tabulka 41 - Doprava - Velká vzdálenost	81
Tabulka 42 - Koeficient třídy ochrany	82
Tabulka 43 - Cena odvodů za trvalé odnětí ze ZPF	83

Seznam zkratek a symbolů

∅	průměr
°C	Celsiův stupeň
a	(annus) rok
A	plocha
AP	(Acidification Potential) Potenciál okyselování prostředí - [g SO _{2,ekv.}] (Svázané emise SO _{2,ekv.})
apod.	a podobně
bm	běžný metr
BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
c	centi
C ₂ H ₄	ethen
CFC-11	trichlorfluormethan, také nazývaný freon-11, CFC-11 nebo R-11, chlorfluorovaný uhlovodík
CFC ₂	trichlorfluormethan, také nazývaný freon-11, CFC-11 nebo R-11, chlorfluorovaný uhlovodík
CO ₂	oxid uhličitý
CZK	česká koruna
ČR	Česká republika
d	tloušťka
ekv.	ekvivalentní hodnota
em	průměrná hodnota
EP	(Eutrophication Potential) Potenciál eutrofizace prostředí - [g PO ₄ ³⁻ ekv.]
EPD	(Environmental Product Declaration) Environmentální prohlášení o produktu
EPS	expandovaný (pěnový) polystyren
G	giga
g	gram
gha	globální hektar
GWP	(Global Warming Potential) Potenciál globálního oteplování - [kg CO _{2,ekv.}] (Svázané emise CO _{2,ekv.})
h	hodina
J	Joule
K	Kelvin
k	kilo
Kč	Koruna česká

KK	kuchyňský kout
kpl	komplet položek stavebních prací a materiálů
KZS	kontaktní zateplovací systém
l	litr
LCA	(Life Cycle Assessment) hodnocení životního cyklu
M	mega
m	metr, hmotnost, mili, měkčený
m ²	metr čtvereční
m ³	metr krychlový
MJ	měrná jednotka
MW	minerální vlna
N	normová hodnota
N ₂₀	požadovaná hodnota pro návrhovou teplotu 20°C
např.	například
NP	nadzemní podlaží
ODP	(Ozone Depletion Potential) Potenciál ničení ozonové vrstvy - [g CFC _{2,ekv.}]
PEI	(Primary Energy Input) Spotřeba primární energie - [MJ] (Svázaná energie)
PEP	průměr environmentálních parametrů převedených na procenta, která se podílí na celé konkrétní budově - [%]
PO ₄ ³⁻	fosforečnany, jednotka vyjadřující potenciál eutrofizace prostředí
POCP	(Photochemical Ozone Creation Potential) Potenciál tvorby přízemního ozónu - [g C ₂ H _{4,ekv.}]
PTH	Porotherm
PVC	polyvinylchlorid
R	referenční hodnota
R	tepelný odpor
R-11	trichlorfluormethan, také nazývaný freon-11, CFC-11 nebo R-11, chlor-fluorovaný uhlovodík
rec	doporučená hodnota
rec	doporučená hodnota
resp.	respektive
RT	rostlý terén
SO ₂	oxid siřičitý
str.	strana
SVK	Slovensko
T	tera
t	tuna

tj.	to je
tl.	tloušťka
TZB	Technika prostředí staveb
tzn.	to znamená
tzv.	takzvaný
u	návrhová (výpočtová) hodnota
U	součinitel prostupu tepla
USA	Spojené státy americké
V	objem
VŠKP	vysokoškolská kvalifikační práce
W	Watt
XPS	extrudovaný (vytlačovaný) polystyren
ZPF	zemědělský půdní fond
ZTI	zdravotně technická instalace
ZTM	činitel tepelných mostů
ŽB	železobeton
λ	tepelná vodivost
ρ	hustota hmotnosti

1 Úvod

Média nás bombardují zprávami o tom, jak svými produkty a činnostmi znehodnocujeme planetu, na které žijeme. Nacházíme se v době, kdy změny ve stylu života zásadně ovlivní budoucí generace. Životní prostředí má bezpochyby nevyčísitelnou hodnotu. Těžko se shodneme na ekonomické hodnotě ekonomických škod. Celkem přesně ale dokážeme sečíst environmentální parametry, které životní prostředí ovlivňují. Protože se chystám strávit významnou část svého života v oboru realizace staveb, vybral jsem si téma diplomové práce, která objasní, jaké parametry v běžné stavební praxi jsou zanedbatelné a jaké naopak rozhodující.

Na následujících listech jsou definovány pojmy jako uhlíková a ekologická stopa, spotřeba primární energie, analýza celého životního cyklu produktu či environmentální prohlášení o produktu a mnoho dalších. Tyto prokazatelně hodnocené veličiny jsou pak srovnávány s jednotlivými obory, procesy a aktivitami, které běžně provádíme.

Nejvýznamnějším oddílem je praktická část, kde zkoumám jednotlivé environmentální parametry na konkrétní stavbě rodinného domu. Dům o hrubé podlahové ploše 180 m² je modelován v několika materiálových řešeních. Cílem práce je vyjádření, která část stavby, resp. který materiál na stavbě je pro zátěž životního prostředí nejnáročnější, a který naopak méně významný.

V neposlední řadě jsou různé materiálové varianty referenční budovy vsazeny do několika míst napříč Českou republikou, kde se stává proměnou hodnotou kvalita půdy, kterou se chystáme zástavbou znehodnotit, a konečná doprava panelových konstrukcí z místa výroby.

Teoretická část

Vliv staveb na životní prostředí z pohledu materiálu a umístění

2 Úvod teoretické části

Přestože vyjádření hodnoty životního prostředí je potřebné v mnoha oblastech, neexistuje jednoznačný přístup. Pokusy o vyčíslení ekonomických škod pozorujeme už desítky let. V praxi se ale využívá několik metod, jak závažnost naší činnosti posoudit.

Systematickým přístupem, jak hodnotit dopady produktu na životní prostředí, je metodika hodnocení životního cyklu výrobků LCA (Life-Cycle Assessment). Je zde zahrnut celý životní cyklus daného produktu a posuzují se všechny environmentální dopady, které jsou s tímto životním cyklem spojené. Systém zahrnuje všechny vstupy materiálů, energií a dopravy potřebné pro výrobu produktu, jeho vlastní výrobu a užití až po fázi likvidace.^[20]

Nástrojem transparentní deklarace vlastností výrobku je environmentální prohlášení o produktu EPD (Environmental Product Declaration). To představuje soubor měřitelných informací o vlivu produktu na životní prostředí měřených právě dle analýzy LCA. Jde o podrobný průkaz produktu o jeho vlivu na životní prostředí.^[21]

Dopad určitého procesu na životní prostředí hodnotí několik indikátorů označovaných jako stopa.

2.1 Uhlíková stopa

Uhlíková stopa je součet vyprodukovaných skleníkových plynů. Může se vztahovat na jedince, výrobek nebo akci. Nejčastěji se ale používá v souvislosti se sumou všech skleníkových plynů, které byly vypuštěny při výrobě, používání a likvidaci daného výrobku. Díky uhlíkové stopě dokážeme vyjádřit, jaký dopad na životní prostředí má konkrétní výrobek, akce či jedinec.^[3]

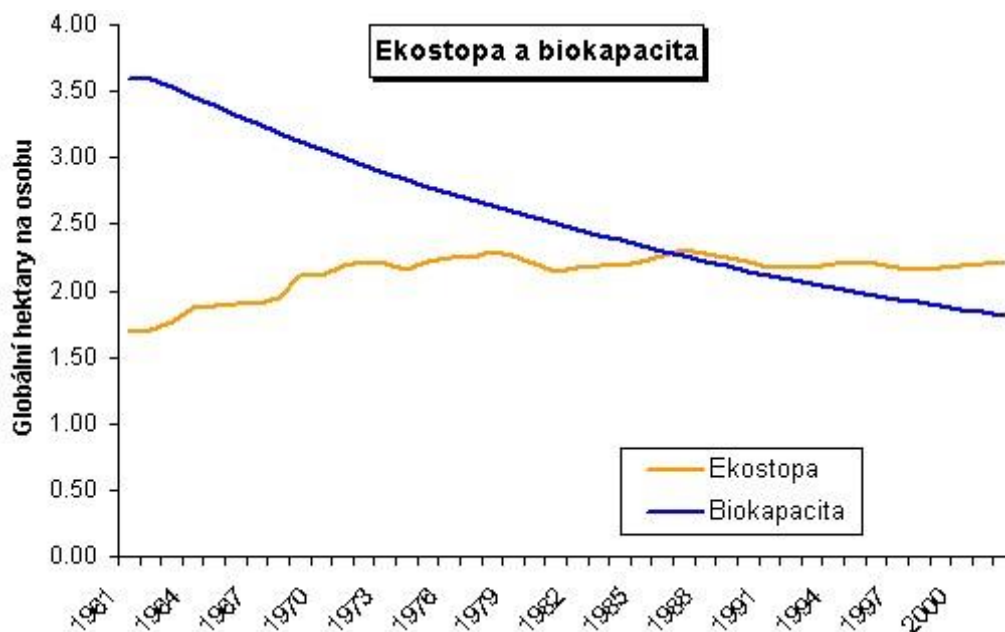
Jedná se o parametr zatížení životního prostředí, který je vyjadřován v ekvivalentech CO₂. Hodnotí se tedy hmotnost vzniklého oxidu uhličitého a dalších skleníkových plynů, jako je metan, oxid dusný, halogenované uhlovodíky, jejichž hmotnost je ale přepočítána na to, kolik CO₂ by mělo stejný účinek na globální oteplování.^[4]

2.2 Ekologická stopa

Ekologická stopa je uměle vytvořená jednotka, která udává, jak velkou plochu produktivní půdy potřebujeme k zajištění dané činnosti podle našich požadavků či pro svůj život.^[5] Veličina obsahuje vše od získání potravin, dopravu až po odpad, který člověk vyprodukuje. Pro výpočty se využívá jednotka plošné míry - globální hektar. Je měřítkem lidského využití zemského ekosystému, které může být porovnáváno s ekologickou schopností se regenerovat, tzv. dostupnou biokapacitou.

Průměrná ekologická stopa České republiky je 5,73 globálních hektarů na osobu, biologická kapacita je 2,67 globálních hektarů na osobu, takže republika vytváří ekologický dluh ve výši 3,06 globálních hektarů na osobu.^[6]

Na následujícím grafu můžeme vidět, jak biokapacita oproti ekologické stopě světově klesá. Od druhé poloviny 80. let minulého století se ekologický deficit prohlubuje.



Graf 1 - Ekologická stopa a biokapacita
(Zdroj: Global Footprint Network - <http://www.footprintnetwork.org/>)

2.3 Další indikátory označené jako stopa

Půdní stopa

tj. „půda nutná k výrobě všech produktů a služeb, které spotřebováváme“.^[24] Jedná se o tzv. Land Footprint, podobně založený indikátor jako ekologická stopa, ale zaměřený pouze na využívání půdy k uspokojování lidských potřeb.^[25]

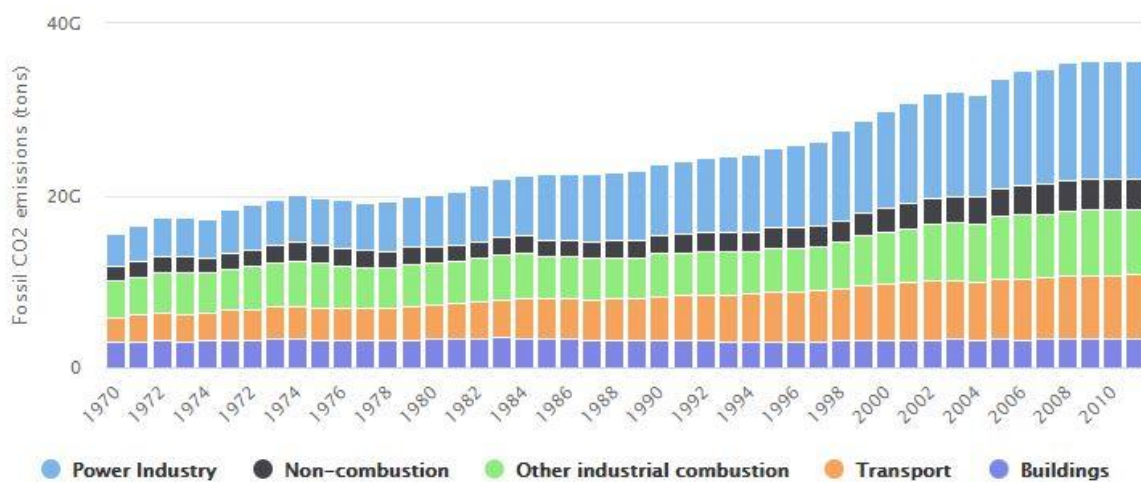
Vodní stopa

Vodní stopa neboli virtuální voda je objem vody potřebný k produkci výrobku nebo služby. Je to voda, která byla využita např. při výrobě zboží nebo v zemědělství při krmení zvířat či zalévání rostlin. V České republice se průměrně spotřebuje 4 500 litrů „virtuální“ vody na obyvatele denně.^[8]

3 Statistiky

3.1 Situace ve světě

Emise CO₂ na světě v roce 2016 činily 35 753 305 000 tun (36 Gt), což je 4,79 tun na osobu (7 464 022 049 obyvatel v roce 2016). Z toho 9,4% je obsaženo v emisích z budov. Všechny oblasti mají růstový charakter, nejvíce pak energetický průmysl a doprava.^[1]



Graf 2 - Emise CO₂ ve světě v letech 1971-2016
(Zdroj: Worldometers - <https://www.worldometers.info/co2-emissions/>)

V grafu použité sektory znamenají:

Power Industry

Výroba elektřiny pochází většinou ze spalování fosilních paliv.

Non-combustion

Chemické reakce nezbytné pro výrobu zboží ze surovin, jako je výroba cementu, neenergetické použití paliv, odpad, požáry fosilních paliv a podobně.

Other Industrial combustion

Ostatní průmyslové procesy

Transport

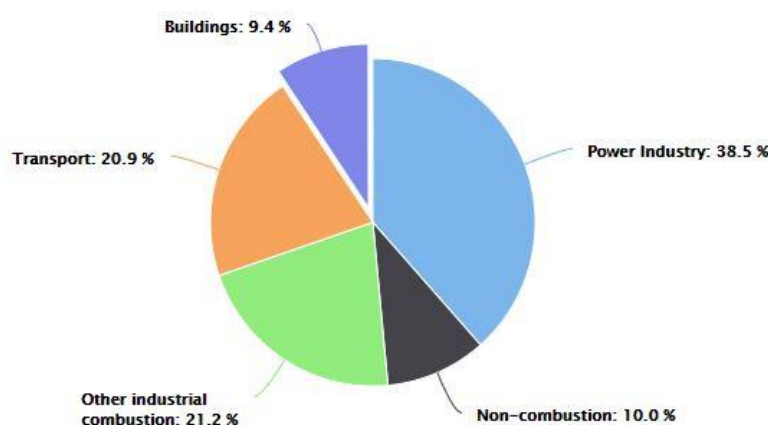
Emise od spalování fosilních paliv pro automobily, kamiony, lodě, vlaky a letadla.

Buildings

Emise komerčních a bytových budov. Emise skleníkových plynů z podniků a domácností vznikají především z fosilních paliv spalovaných na teplo, z používání některých produktů obsahujících skleníkové plyny a nakládání s odpady.

Z grafu je vyloučeno spalování biomasy s krátkým cyklem (jako je spalování zemědělského odpadu) a spalování biomasy ve velkém měřítku (jako jsou lesní požáry).

Zatímco podíl v budovách mezi roky 1971 a 2016 vzrostl z 3,0 Gt na 3,3 Gt, procentuální podíl veškerých emisí CO₂ klesl z 19 na 9 %.

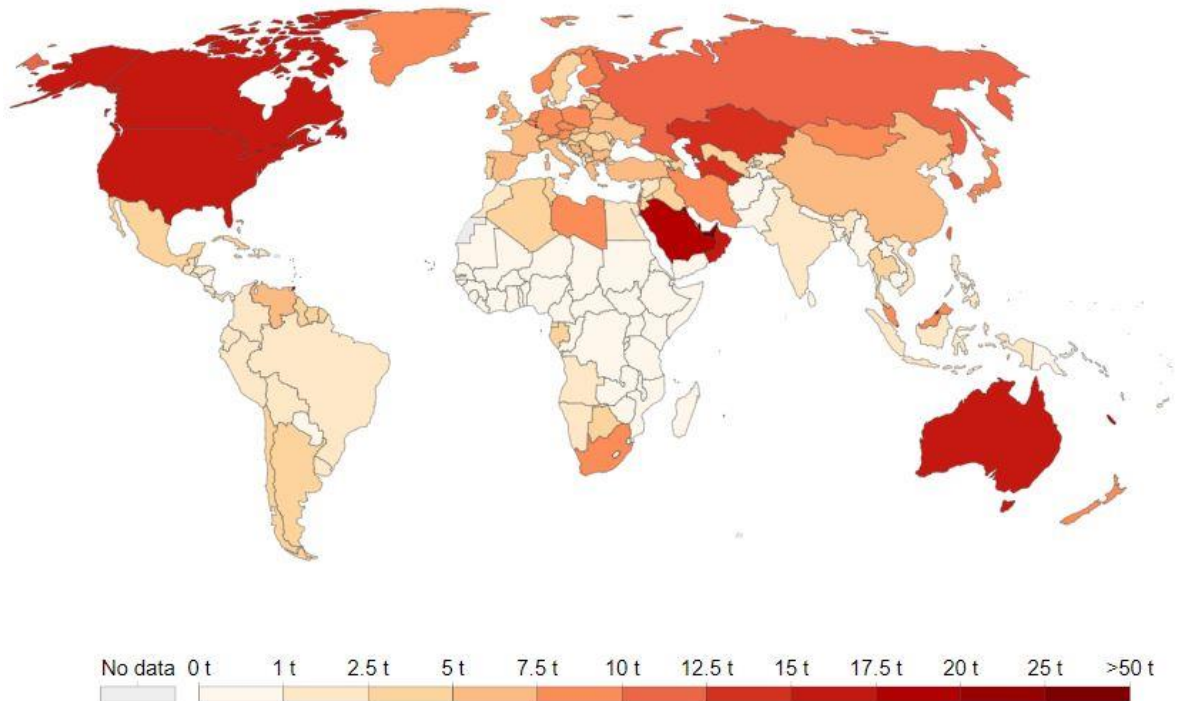


Graf 3 - Podíl emisí CO₂ v jednotlivých oblastech ve světě v roce 2016
(Zdroj: Worldometers - <https://www.worldometers.info/co2-emissions/>)

Mezi státy s větší jak 2% světové produkce CO₂ patří:^[1]

Čína	29%
USA	14%
Indie	7%
Rusko	5%
Japonsko	3%
Německo	2%

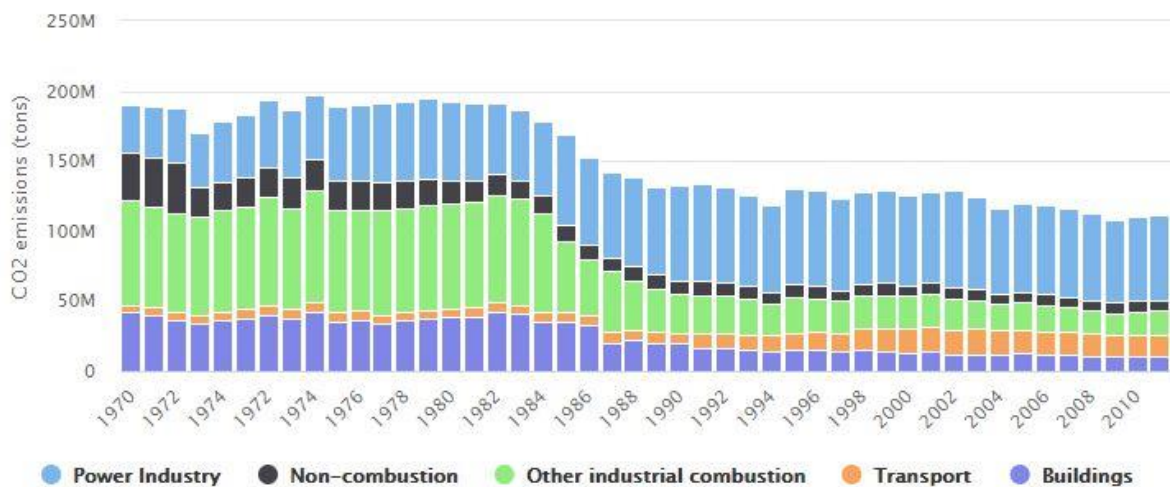
Následující mapa ukazuje roční produkci CO₂ vztáženou na obyvatele státu. Hodnot přes 20t na osobu dosahuje Katar, Černá Hora, Kuvajt, Trinidad a Tobago a Spojené arabské emiráty.^[1]



Obrázek 1 - CO₂ na obyvatele a rok 2016
(Zdroj: Our World in Data - <https://ourworldindata.org/grapher/co-emissions-per-capita>)

3.2 Statistiky ČR

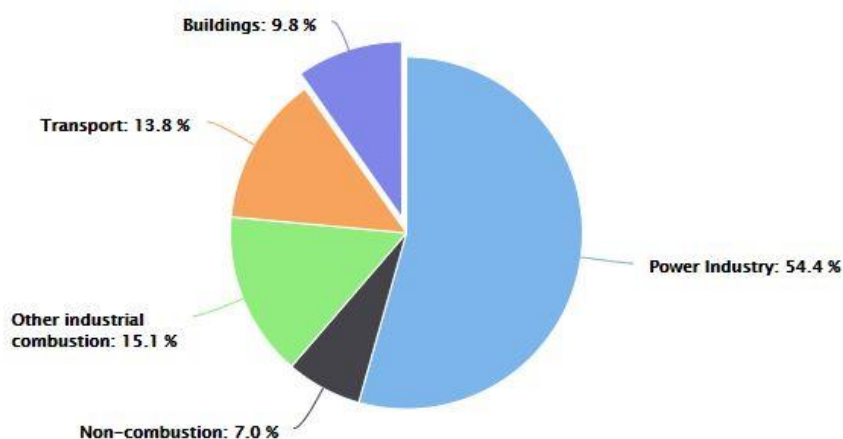
Následující graf ukazuje, jak se vyvíjí emise CO₂ v letech 1971 až 2016. Na rozdíl od světových statistik mají klesající charakter. Zatímco emise v energetickém průmyslu a dopravě rostou, hodnoty budov a především pak v ostatním průmyslovém spalování klesají. Emise CO₂ v Česku v roce 2016 činily 111 825 428 tun (112 Mt), což je 10,53 tun na osobu (10 618 857 obyvatel v roce 2016).^[2]



Graf 4 - Emise CO₂ v ČR v letech 1971-2016

(Zdroj: Worldometers - <https://www.worldometers.info/co2-emissions/czechia-co2-emissions/>)

Z toho 9,8% je v roce 2016 obsaženo ve stavebnictví a hodnoty v tomto odvětví klesly od roku 1971 z 42 Mt na 11 Mt. Procentuálně pak z 22% na 10 %.



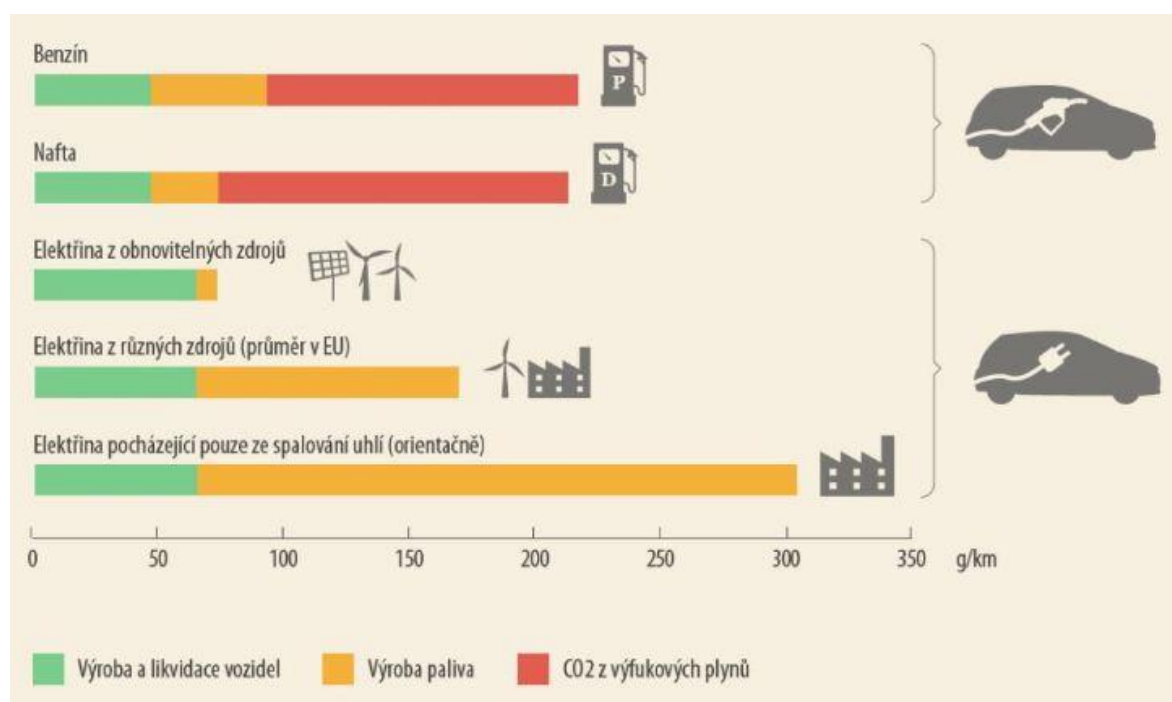
Graf 5 - Podíl emisí CO₂ v ČR v jednotlivých oblastech v roce 2016

(Zdroj: Worldometers - <https://www.worldometers.info/co2-emissions/czechia-co2-emissions/>)

4 Hodnoty uhlíkové stopy

Při srovnávání hodnot je třeba rozlišit emise přímé a nepřímé. Přímé emise skleníkových plynů vznikají bezprostředně při dané aktivitě (nap. při výrobě elektřiny, vytápění, spalování pohonných hmot). Ty nepřímé zahrnují uvolňování plynů během celého životního cyklu výrobků, tj. od počátku výroby až po případnou likvidaci.^[10]

U dopravy to např. znamená, že při posuzování pouze přímých emisí elektromobil ovzduší neznečišťuje vůbec. Podíváme-li se na celý životní cyklus, jak výroby elektromobilu samotného, tak i energonositele, zjistíme, že při původu elektrické energie pouze z uhlí může vznikat více emisí na 1 km než u automobilu se spalovacím motorem viz následující graf.^[11]



Graf 6 - Emise CO₂ produkované v dopravě

(Zdroj: Evropský parlament - <https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20190313STO31218/emise-co2-z-aut-fakta-a-cisla-infografika>)

Kamion se spotřebou 30 l nafty na 100 km produkuje průměrné emise CO₂ 805 g CO₂/km.^[9] Průměrný osobní automobil se vznětovým motorem 140 g CO₂/km a zážehovým pak 125 g CO₂/km.^[12]

Srovnání s letadly: databáze LIPASTO uvádí hodnoty mezi 113 a 257 g CO₂/km na jednoho pasažéra. Rozmezí je dáno velkou variabilitou vzdáleností letů a velikostí letadel.^[13]

5 Kvalita zastavované půdy

Půda je velmi důležitou součástí našeho života. Půda zajišťuje rozsáhlou řadu základních funkcí ekosystému. Hraje klíčovou roli v produkci potravin i vytváření obnovitelných materiálů. Poskytuje stanoviště biologickým druhům v půdě i na jejím povrchu. Filtruje a zpomaluje proud vody do vodonosných vrstev a odstraňuje z ní znečišťující látky. Snižuje riziko záplav a sucha.^[17] Díky těmto důležitým funkcím je nutné půdu chránit a zamezit snižování její kvality.

Jedním z hlavních degradačních činitelů půdy je její zastavění. Důsledkem je trvalá ztráta půdy, a tedy i zničení jejich ekologických i produkčních funkcí. Zastavění půdy značně ovlivňuje schopnost filtrace dešťové vody, mohou tak vznikat lokální povodně. S tím také souvisí nedostatek podzemní vody. Nové stavby mohou také představovat nebezpečí kontaminace okolí, a to tím, že se zvýší doprava v dané oblasti a množství odpadní vody.

Příčinou nárůstu zastavění území je u nás relativně nízká hodnota pozemků, kdy se investorovi více vyplatí stavět na „zelené louce“, než využít plochy v zastavěném území města, či opravovat starší budovy. Jednou z dalších příčin je také stále vysoká poptávka po nemovitostech ve velkých městech, kde již není příliš prostoru pro výstavbu. Ta se proto přesouvá na okraj těchto měst, kde se ale bohužel vyskytují ty nejurodnější půdy.^[18]

Řešením problému velkého nárůstu zastavěných ploch na úrodných půdách je možné změnou zákona o ochraně půdního fondu. V zákoně by měla být přísnější pravidla pro ochranu zemědělské půdy především I. a II. třídy ochrany ZPF.

5.1 Bonitovaná půdně ekologická jednotka

Kvalita půdy se vyjadřuje pětimístným kódem bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ). K tomuto kódu je dle Vyhlášky č. 441/2013 Sb. *Vyhláška k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška)* přiřazena průměrná cena na

čtvereční metr, bodová výnosnost (Ukazatel produkčního potenciálu půd, v ČR na stupnici od 6 do 100) a třída ochrany ZPF (I – V). Třída je k BPEJ přiřazena dle Vyhlášky č. 48/2011 Sb. *O stanovení tříd ochrany*. BPEJ se skládá ze 4 částí:^[7]

Klimatický region

Klimatický region určuje 1. cifra kódu a zahrnuje území s klimatickými podmínkami pro růst a vývoj zemědělských plodin. Vymezení klimatických regionů bylo provedeno na základě mnoha kritérií, nejdůležitější z nich jsou: teplota, úhrn srážek, pravděpodobnost výskytu suchých vegetačních období, vláhová jistota a nadmořská výška. Pro Českou republiku a Slovenskou republiku bylo vymezeno a na mapě 1:200 000 zobrazeno deset klimatických regionů (kód 0 - 9) se členěním na oblast velmi teplou, teplou, mírně chladnou a chladnou s podtříděním na suchý, mírně suchý, mírně vlhký a vlhký subregion.

Hlavní půdní jednotka

Hlavní půdní jednotku vyjadřuje 2. a 3. cifra a zohledňuje rychlost infiltrace vody, propustnost, retenční a využitelnou vodní kapacitu, náchylnost k zamokření a vysychání, vhodnost půdy ke změně kultury a potenciální ohroženost acidifikací, utužením a větrnou erozí.

Sklonitost a expozice

Čtvrtému číslu náleží kombinace stanovištních faktorů, tj. sdružený kód sklonitosti a expozice. Oba faktory spolu vzájemně souvisí. V dnešní době se expozice stanovuje z mapových podkladů či kompasu a sklonitost pozemku v terénu použitím sklonoměru.

Skeletovitost a hloubka půdy

Sdružený kód skeletovitosti a hloubky - Jedná se o dvě vzájemné velice blízké charakteristiky. Velmi významně ovlivňují hospodaření na půdě a její funkce. V kódu jim náleží 5. cifra.

6 Doprava stavebních materiálů

Jak už je výše uvedeno, přímé emise z kamionu se spotřebou 30 l nafty na 100 km produkují průměrně 805 g CO₂/km.^[9] Je nezbytné si ale uvědomit, že doprava stavebních materiálů je již v databázích díky LCA započtena. Můžeme zde posuzovat jen teoretický rozdíl najetých kilometrů v případě, že budeme zavážet stavbu bližší či vzdálenější od skladu nebo výroby.

Typickým příkladem je realizace panelové dřevostavby, která se vyrábí v Horažďovicích a Oselcích v Plzeňském kraji. Zde se montují stěnové i stropní panely dosahující až 12 metrů. Ty se i s předpřipravenou omítkou a osazenými okny vozí po celé České republice a také na Slovensko. Dále se na západě Čech vyrábí stropní vazníky a skladuje se minerální vlna a izolace do podlah a dřevo na krovy.^[19]

Takto se ale dovezou jeden až tři kamiony na hrubou stavbu rodinného domu, protože betonové základy a podlahové stěrky se opět řeší z lokálních zdrojů, stejně jako řemesla.

Podobný vliv může mít nepatrný rozdíl ve vzdálenosti za upotřebení čteného závozu (typické pro beton). Tento vliv je zkoumán v další části diplomové práce.

7 Hodnotící nástroje

V dnešní době je kladen velký důraz na energetickou a environmentální náročnost budov. Ale pro kvalitu užívání budov hrají roli především sociální a ekonomické parametry (management, materiály, doprava, hospodaření s odpady, hospodaření s vodou, vnitřní prostředí: zdraví a pohoda, znečišťování prostředí, spotřeba energií, lokalita, inovace, ekologie, využití země apod.).

7.1 Metodiky

Pro hodnocení celkové kvality budovy se využívají multikriteriální certifikace. Nejrozšířenější jsou:^[15]

BREEAM

Metoda BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) byla vytvořena v roce 1990 ve Velké Británii s původními dvěma verzemi hodnotícími kanceláře a domácnosti.

LEED

Certifikace LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) vznikla v roce 2000 ve USA.

SBTool

SBTool vyvíjí mezinárodní nezisková organizace International Initiative for Sustainable Built Environment (iiSBE). Tato metodika je používána v mnoha zemích světa a certifikace SBToolem na národní úrovni se provádí ve Španělsku, Itálii a Portugalsku. Podobně jako ve Španělsku a Portugalsku existuje národní dceřinný systém SBToolCZ, který oficiálně hodnotí budovy od roku 2010. Zástupcem mezinárodní organizace v ČR je Česká společnost pro udržitelnou výstavbu budov se sídlem na Fakultě stavební ČVUT.

7.2 Databáze

Hodnocení budov vyžaduje podrobné údaje o použitých stavebních materiálech a jejich technických i environmentálních vlastnostech. Environmentální parametry vyjadřují dopady materiálu na životní prostředí a spotřebu nerostných surovin a energie při celém jejich životním cyklu. Materiálové hodnocení dle jednotlivých metodik se provádí pomocí externích databází. Neznámější a nejrozsáhlejší z nich jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 1 - Databáze [16]

Název	Správce
Ecoinvent	Swiss Centre for Life Cycle Inventories
Environdec	Environdec
INIES	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
IBO Baustoffdatenbank	Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie
ICE	University of Bath
Bauteilkatalog	Holliger Consult
IBU	Institut Bauen und Umwelt e.V.

Protože každá národní ekonomika má rozdílnou strukturu energetických zdrojů, liší se dopady na životní prostředí z jednotky spotřebované energie. Rovněž se nerovnají ani technologické postupy výroby a zdroje použitých materiálů dostupných v dané lokalitě. Data v jednotlivých databázích jsou stanovena podle různých metodik, a proto je třeba pro relevantní informace užití jedné databáze, která je lokalizována pro konkrétní místo výroby.

8 Environmentální parametry stavebních materiálů

V České republice stále nejsou dostupná data vztahující se k environmentálním charakteristikám stavebních materiálů a konstrukcí, která by byla přímo vyhodnocována z podmínek v ČR. Tuto situaci se snaží řešit interaktivní katalog stavebních produktů Envimat. Katalog je naplněn generickými daty ze švýcarské databáze Ecoinvent podle jednotné metodiky tak, že data jsou vzájemně porovnatelná.^[16]

V katalogu jsou dostupné následující environmentální parametry:^[14]

Spotřeba primární energie - PEI (Primary Energy Input)

Svázaná energie, udávající celkovou spotřebu přírodních zdrojů energie během životního cyklu výrobku. Obvykle se udává v megajoulech [MJ].

Potenciál globálního oteplování - GWP (Global Warming Potential)

GWP vyjadřují svázané emise CO₂ ekvivalentní, udávající ekvivalentní emise vyprodukované během celého životního cyklu daného výrobku nebo jeho části, způsobující skleníkový efekt. Ekvivalentní znamená, že se nejedná pouze o emise CO₂, ale také o emise dalších skleníkových plynů (např. metanu), jejichž skleníkový efekt je přepočítán na úroveň efektu CO₂. Udává se obvykle v kilogramech ekvivalentu CO₂ [kg CO₂, ekv.].

Potenciál okyselování (acidifikace) prostředí - AP (Acidification Potential)

AP vyjadřuje svázané emise SO₂ udávající ekvivalentní emise vyprodukované během celého životního cyklu daného výrobku nebo jeho části, způsobující okyselování (acidifikaci) prostředí. Ekvivalentní znamená, že se nejedná pouze o emise SO₂, ale také o emise dalších plynů způsobujících okyselování prostředí, jejichž

efekt je přepočítán na úroveň efektu SO₂. Udává se v gramech nebo v kilogramech SO₂ ekvivalentních - [kg SO_{2,ekv.}] nebo [g SO_{2,ekv.}].

Potenciál tvorby přízemního ozonu - POCP (Photochemical Ozone Creation Potential)

POCP: Ekvivalentní emise C₂H₄ vyprodukované během celého životního cyklu daného výrobku nebo jeho části, způsobující tvorbu přízemního ozonu. Jednotkou jsou kilogramy etylenu ekvivalentní [g C₂H_{4,ekv.}].

Potenciál ničení ozonové vrstvy - ODP (Ozone Depletion Potential)

ODP: Ekvivalentní emise CFC-11 vyprodukované během celého životního cyklu daného výrobku nebo jeho části, způsobující ničení stratosférické ozonové vrstvy. Jednotka: [g CFC_{2,ekv.}].

Potenciál eutrofizace prostředí - EP (Eutrophication Potential)

EP: Udává množství ekvivalentních atmosférických emisí NO_x a emisí PO₄ z odpadních vod vyprodukované během celého životního cyklu daného výrobku nebo jeho části, které způsobuje nepřírozené zvyšování obsahu živin ve vodách a půdách (eutrofizaci). Jednotky: [g NO_{x,ekv.}] nebo [g PO₄³⁻,ekv.].

Praktická část

Vliv staveb na životní prostředí z pohledu materiálu a umístění

9 Úvod do praktické části

Praktická část diplomové práce porovnává dvě materiálová řešení dvoupodlažního rodinného domu, která podléhají stejné energetické náročnosti na provoz budovy. První typ budovy je stavěn z jednovrstvého zdiva z cihel plněných minerální vatou, s železobetonovým monolitickým stropem a střechou. Druhé řešení je dřevostavba ze svislých rámových konstrukcí a stropních trámů vyplněných minerální vatou. Skladby jsou navrženy právě tak, aby budovy měly stejnou energetickou náročnost.

Na obě architektonicko-stavební řešení (realizace stavby bez započtení techniky prostředí staveb, tj. ZTI, Elektro, vytápění, apod.) je vyhotoven položkový výkaz výměr s popisem a je vyhodnoceno množství šesti environmentálních parametrů a cena realizace stavby bez DPH.

Pro větší variabilitu řešení jsem srovnal další 4 zdící prvky obvodové svislé konstrukce s tepelnou izolací tak, aby všechny varianty měly stejný tepelný odpor.

10 Společné charakteristiky stavebního řešení

10.1 Údaje o stavbě

Architektonické řešení

Dispozice domu je 5 + KK s dvěma koupelnami a spíží o rozloze 141 m² (hrubá podlahová plocha je rovna 179 m²). Jedná se o dům s plochou střechou a střešní terasou v 2. NP.

Základy

Objekt je založen na základových monolitických pasech. Podzemní nadzákladové zdivo stěn je navrženo ze ztracených betonových bednicích dílců tloušťky 25 cm.

Podlahy

Podlahy jsou navrženy jako těžké plovoucí. Do obytných místností je vybrána dřevěná třívrstvá dubová lamelová nášlapná vrstva, v ostatních prostorách je zvolena keramická dlažba. Skladba podlah dále obsahuje podlahové vytápění, tepelnou a kročejovou izolaci. Jako roznášecí vrstva je navržen cementový potěr.

Izolace

Ve skladbě podlahy 1. NP je izolace na bázi modifikovaných asfaltů proti zemní vlhkosti a radonu středního indexu.

Výplně otvorů

Okna jsou dřevěná s izolačními trojskly osazená venkovními hliníkovými podomítkovými roletami.

Vnitřní dveře jsou dřevěné, plné s obložkovou zárubní výšky 220 cm.

Obklady v koupelnách a WC budou keramické po celé výšce stěny.

10.2 Hodnocené environmentální parametry

Spotřeba primární energie - PEI [MJ] (Svázaná energie)

Potenciál globálního oteplování - GWP [kg CO_{2,ekv.}] (Svázané emise CO_{2,ekv.})

Potenciál okyselení prostředí - AP [g SO_{2,ekv.}] (Svázané emise SO_{2,ekv.})

Potenciál tvorby přízemního ozónu - POCP [g C₂H_{4,ekv.}]

Potenciál ničení ozonové vrstvy - ODP [g CFC_{2,ekv.}]

Potenciál eutrofizace prostředí - EP [g PO₄³⁻ ekv.]

Přehled použitých materiálů

Položky celé stavby v obou řešeních jsou přiřazeny k materiálům v databázi Ecoinvent. Použité materiály jsou v následující tabulce.

Tabulka 2 - Hodnoty environmentálních a technických parametrů

Materiál	[MJ/kg] PEI	[kg CO ₂ ekv./kg] GWP	[g SO ₂ ekv./kg] AP	[g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg] EP	[g R-11 ekv./kg] ODP	[g C ₂ H ₄ ekv./kg] POCP	ρ [kg/m ³]	λ [W/m.K]
Asfaltový nátěr	49,607	1,1056	6,340	1,141	3,18E-04	3,92E-01	1 160	0,210
Beton prostý	0,575	0,1099	0,185	0,046	3,71E-06	6,78E-03	2 380	1,360
Beton vysokopevnostní	0,691	0,1332	0,222	0,054	4,39E-06	8,24E-03	2 440	1,400
Beton, základové desky a pasy	0,484	0,0670	0,139	0,037	2,95E-06	5,18E-03	2 385	1,360
Cementový potěr, litý, podlahový	0,984	0,1704	0,314	0,082	6,54E-06	1,21E-02	2200	1,4
Cihla plná pálená	2,574	0,2386	0,546	0,172	1,78E-05	3,97E-02	2 100	0,300
Dlažba keramická, obklad	14,106	0,7817	2,770	1,161	9,16E-05	1,33E-01	2 000	1,01
Dřevovláknitá deska měkká	5,095	0,1854	0,630	0,235	2,55E-05	4,00E-02	300	0,038
Dveře, venkovní, dřevo-skleněné	36,805	2,4608	16,311	5,677	1,73E-04	7,80E-01	-	-
Dveře, vnitřní, dřevěné	25,926	1,3345	6,218	2,940	1,18E-04	3,67E-01	-	-
Hlína těžená	0,044	0,0029	0,022	0,005	3,64E-07	5,75E-04	2 000	0,700
Hliník, výrobní mix	112,727	8,4236	39,461	14,178	5,30E-04	3,29E+00	3	204,000
Laminovaná deska, třívrstvá	5,360	0,2795	1,556	0,744	2,38E-05	1,24E-01	1 000	0,240
Lepené lamelové dřevo, vnitřní	7,954	0,4179	2,357	1,073	3,84E-05	1,71E-01	495	0,130
Malta cementová	1,325	0,1907	0,327	0,082	8,21E-06	1,30E-02	1 500	1,400
Minerální vlna, kamenná	20,192	1,1331	8,358	1,830	5,54E-05	4,45E-01	32	0,036
Ocel, chromová 18/8	62,781	4,4771	23,352	8,318	2,08E-04	1,54E+00	7 850	50,000
Ocel, nelegovaná	22,854	1,6584	5,661	3,506	3,45E-05	1,08E+00	7 850	50,000
Ocel, výztuž do betonu	22,528	1,4820	5,095	3,133	6,00E-05	8,12E-01	7 850	48,000
Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m ² K	28,912	1,6347	8,502	3,969	1,32E-04	5,18E-01	455	-
Omítka s organickým pojivem	5,076	0,1912	0,705	0,263	1,81E-05	8,98E-02	1 800	0,880
Omítka sádrová	1,538	0,0805	0,227	0,051	1,11E-05	1,18E-02	1 800	0,880
Omítka vápenocementová	1,460	0,2132	0,354	0,087	9,67E-06	1,64E-02	2 000	0,990
OSB deska	12,506	0,4813	2,037	0,917	2,46E-05	2,95E-01	650	0,130
Písek	0,054	0,0024	0,015	0,005	2,82E-07	5,47E-04	1 750	0,950
Polyetylen LDPE	78,220	2,1026	7,950	0,610	6,94E-07	4,15E-01	900	0,350
Polystyren extrudovaný XPS	96,515	3,8205	13,392	3,012	8,84E-05	1,54E+00	25	0,034
Polystyren pěnový EPS, desky	105,073	4,2121	14,900	2,549	1,32E-04	6,75E+00	30	0,035
Řezivo, měkké dřevo, neopracované, uměle sušené 10%	3,353	0,1874	1,168	0,493	1,73E-05	9,66E-02	400	0,180
Řezivo, tvrdé dřevo, neopracované, na vzduchu / uměle sušené 10%	1,959	0,1088	0,632	0,267	1,07E-05	5,61E-02	600	0,220
Sádrokartonová deska	5,745	0,3543	1,098	0,498	4,06E-05	4,67E-02	1 000	0,360

Sádrovláknitá deska	4,727	0,2930	0,910	0,413	3,53E-05	3,87E-02	1 000	0,360
Štěrka, bez rozlišení	0,068	0,0028	0,017	0,006	3,26E-07	6,63E-04	1 650	0,650
Štěrka, valounky	0,054	0,0024	0,015	0,005	2,82E-07	5,47E-04	1 650	0,650
Štuk sádrový	1,399	0,0738	0,201	0,033	1,13E-05	9,44E-03	1 000	0,490
Tabulové sklo, potažené	14,367	1,0937	9,301	1,377	9,73E-05	3,17E-01	2 600	0,760
Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m2K	29,064	1,8926	12,771	3,505	1,53E-04	4,95E-01	30	0,000
Živičná (asfaltová) pojídková hmota, lepící za tepla	54,408	0,5708	5,646	0,887	4,61E-04	3,30E-01	1 220	0,200

Poznámka: tučná hodnota p je plošná hmotnost použitého prvku

11 Varianta 1: Porotherm 38 T Profi Dryfix + ŽB stropy

11.1 Údaje o stavbě

Svislé konstrukce

Dům je vyzděn z tepelně izolačních jednovrstvých cihelných tvárnic o tloušťce 38 cm. Vnitřní nenosné zdivo je tvořeno z keramických příčkovek tloušťky 80 a 115 mm. Vnitřní nosná schodišťová stěna je navržena z keramického zdiva tloušťky 25 cm, stejně jako první dva zakládací šáry obvodového zdiva, které jsou doplněny tepelnou izolací XPS.

Vodorovné konstrukce

Stropy jsou železobetonové monolitické tloušťky 20 cm nad 1. NP a 22 cm nad 2. NP (ten tvoří nosnou střešní konstrukci). Střešní skladba je zatížena 5 cm vrstvou kačírku.

Omítky

Omítky vnitřních stěn jsou jednovrstvé hlazené sádrové jak na cihelné zdivo, tak na betonové stropy.

Vnější omítka bude vápenocementová tloušťky 20 mm na lepící stěrce se sklo-textilní nosnou omítkovou sítí. Sokl bude proveden jemnozrnnou fasádní soklovou omítkou.

Střecha

Skladby jednoplášťových střech jsou izolovány fóliovou hydroizolací z PVC na vypárované vrstvě tepelného izolantu EPS. Na terase jako na pochozí části střechy je použita XPS izolace na spádových klínech EPS.

Průkaz energetické náročnosti budovy

Tabulka 3 - PENB 1

Energetická náročnost budovy		
Celková dodaná energie	64,0	kWh/(m ² .a)
Hodnoty pro celou budovu	11,38	MWh/a
Zatřídění	B	
Neobnovitelné primární energie	54,4	kWh/(m ² .a)
Hodnoty pro celou budovu	9,67	MWh/a
Zatřídění	A	
Obálka budovy Uem	0,31	W/(m ² .K)
Zatřídění	B	
Dílčí dodaná energie na vytápění	39,4	kWh/(m ² .a)
Hodnoty pro celou budovu	7,0	MWh/a
Zatřídění	A	

Kompletní průkaz energetické náročnosti budovy je součástí přílohy.

11.2 Skladby

Vnější konstrukce

Tabulka 4 - Skladba obvodové stěny

Obvodová stěna	d = [mm]	ρ [kg/m ³]	λ_u [W/(m·K)]	ZTM = [%]	λ_{ekv} [W/(m·K)]	R [m ² ·K/W]
Odpor na přestupu tepla - vnitřní povrch						0,13
Vnitřní sádrová omítka	10	1800	0,88	0	0,880	0,01
Porotherm 38 T Profi Dryfix ^[23]	380		0,064	n	0,067	5,67
- Cihla plná pálená (95,4 % hmotnosti tvárnice)		2100	0,3			
- Minerální vlna kamenná - čedič a vápenec (4,6 % hmotnosti tvárnice)		32	0,036			
Vnější vápenocementová omítka tl. 20 mm	20	2000	0,99	0	0,990	0,02
Odpor na přestupu tepla - vnější povrch						0,04
	410					5,87

$$U = 0,170 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$U_{N,20} = 0,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

Poznámka:

Hodnota n veličiny ZTM znamená, že λ_{ekv} je převzatá z normy ČSN 730540-3

Tabulka 5 - Skladba střechy

Střecha	d = [mm]	ρ [kg/m³]	λ_u [W/(m·K)]	ZTM = [%]	λ_{ekv} [W/(m·K)]	R [m²·K/W]
Odpor na přestupu tepla - vnější povrchy - tepelný tok vzhůru						0,04
Kačírek	50	1650				
Separáční textilie min. 300g/m ² , (např. Filtek 500)	2					
Hydroizolace mPVC 1,5 mm (ref. ALKORPLAN 35 177),	1,5	960	0,35	0	0,350	0,00
Separáční textilie min. 300g/m ² , (např. Filtek 500, Fatrafol)	2					
Tepelný izolant, desky EPS 100 S tl. 2 X 100 mm	200	30	0,035	0,07	0,037	5,34
Tepelný izolant, desky EPS 100 S (spádové klíny, spád min. 1 %)	40-110	30	0,035	0,07	0,037	1,07
SBS modifikovaný asfaltový pás, (např. Glastek 40 Special Mineral)	4	960	0,35	0	0,35	0,01
Asfaltový penetrační nátěr (např. Dekprimer)		1160				
Železobeton - monolit	220			0	10,72	0,02
- Beton prostý		2440	1,4			
- Výztuž		7850	48			
Vnitřní sádrová omítka	10	1800	0,88	0	0,880	0,01
Odpor na přestupu tepla - vnitřní povrchy - tepelný tok vzhůru						0,10
	530 - 600					6,60

$$U = 0,152 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$U_{N,20} = 0,24 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

Tabulka 6 - Skladba podlahy do rostlého terénu

Podlaha do RT	d = [mm]	ρ [kg/m ³]	λ_u [W/(m·K)]	ZTM = [%]	λ_{ekv} [W/(m·K)]	R [m ² ·K/W]
Odpor na přestupu tepla - vnitřní povrchy - tepelný tok dolů						0,17
Třívrstvá dubová lamelová podlaha	13	1000	0,24	0	0,240	0,05
Lepicí tmel	5	1500	1,4	0	1,400	0,00
Samonivelační potěr CEMFLOW CF25	58	2200	1,4	0	1,400	0,04
Systémová deska EPS s nopy pro instalaci podlahového vytápění	50	30	0,035	0,07	0,037	1,34
Tepelná izolace podlahový polystyrén EPS - T 4000	120	30	0,035	0,07	0,037	3,20
2x asfaltový modifikovaný pás - vrchní vrstva protiradonová	5	1220	0,2	0	0,200	0,03
Penetrační nátěr						
Nosná ŽB podlahová / základová deska	150	2380	1,36			
Odpor na přestupu tepla - vnější povrchy - tepelný tok dolů						0,00
	401					4,83

$$U = 0,207 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$U_{N,20} = 0,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

Vnitřní konstrukce

Tabulka 7 - Skladba podlahy 2. NP

Podlaha 2. NP	d = [mm]	ρ [kg/m ³]	λ_{u} [W/(m·K)]	ZTM = [%]	λ_{ekv} [W/(m·K)]	R [m ² ·K/W]
Odpor na přestupu tepla - vnitřní povrchy - tepelný tok dolů						0,17
Třívrstvá dubová lamelová podlaha	13	1000	0,24	0	0,240	0,05
Lepicí tmel	5	1500	1,4	0	1,400	0,00
Samonivelační potěr CEMFLOW CF25	53	2200	1,4	0	1,400	0,04
Systémová deska EPS s nopy pro instalaci podlahového vytápění	50	30	0,035	0,07	0,037	1,34
Akustické izolační podlahové desky (např. EPS Rigifloor 4000)	30	1220	0,2	0	0,200	0,15
Železobeton - monolit	200			0	10,72	0,02
- Beton prostý		2440	1,4			
- Výztuž		7850	48			
Vnitřní sádrová omítka	10	1800	0,88	0	0,880	0,01
Odpor na přestupu tepla - vnitřní povrchy - tepelný tok vzhůru						0,10
	361					1,88

$$U = 0,53 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$U_{N,20} = 1,45 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

Tabulka 8 - Skladba vnitřní stěny

Vnitřní stěna	d = [mm]	ρ [kg/m ³]	λ_u [W/(m·K)]	ZTM = [%]	λ_{ekv} [W/(m·K)]	R [m ² ·K/W]
Odpor na přestupu tepla - vnitřní povrch						0,13
Vnitřní sádrová omítka	10	1800	0,88	0	0,880	0,01
Porotherm 11,5	115		0,34	n	0,350	0,33
Vnitřní sádrová omítka	10	1800	0,88	0	0,880	0,01
Odpor na přestupu tepla - vnitřní povrch						0,13
	135					0,61

$$U = 1,64 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$U_{N,20} = 1,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

11.3 Výkaz výměr

Rozpočet s výkazem výměr a s názvem přiděleného materiálu v databázi Ecoinvent je součástí přílohy. Po přiřazení environmentálních parametrů a hustoty hmotnosti jsem zjistil vliv každé položky na životní prostředí. Následující tabulka ukazuje, kolik kilogramů bylo použito na stavbu a parametr PEP.

Přehled použitých materiálů dle databáze Ecoinvent

Tabulka 9 - PTH38T+ŽB: hmotnosti materiálů a PEP

kód	název	m = [kg]	PEP = [%]
ECO-023	Asfaltový nátěr	92	0,30%
ECO-044	Beton prostý	79 051	6,18%
ECO-042	Beton vysokopevnostní	90 126	8,44%
ECO-045	Beton, základové desky a pasy	73 205	4,20%
ECO-032	Cementový potěr, litý, podlahový	18 743	2,46%
ECO-027b	Cihla plná pálená	57 052	15,63%
ECO-035	Dlažba keramická, obklad	1 298	1,73%
ECO-063	Dřevovláknitá deska měkká	0	-
ECO-062	Dřevovláknitá deska tvrdá	0	-
ECO-053	Dveře, venkovní, dřevo-skleněné	32	0,16%
ECO-051	Dveře, vnitřní, dřevěné	156	0,41%
ECO-038	Hlína těžená	474 588	2,87%
ECO-006	Hliník, výrobní mix	86	1,24%
ECO-152	Laminovaná deska, třívrstvá	1 645	1,03%
ECO-073	Lepené lamelové dřevo, vnitřní	0	-
ECO-033	Malta cementová	1 165	0,17%
ECO-134	Minerální vlna, kamenná	1 934	4,25%
ECO-145	Ocel, chromová 18/8	202	1,56%
ECO-147	Ocel, nelegovaná	190	0,56%
ECO-132	Ocel, výztuž do betonu	7 469	19,80%
ECO-157	Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K	296	0,98%
ECO-049	Omítka s organickým pojivem	63	0,02%
ECO-048	Omítka sádrová	8 275	1,02%
ECO-016	Omítka vápenocementová	8 719	1,47%
ECO-102	OSB deska	350	0,35%

ECO-136	Písek	12 247	0,06%
ECO-112	Polyetylen LDPE	50	0,14%
ECO-115	Polystyren extrudovaný XPS	176	1,01%
ECO-114	Polystyren pěnový EPS, desky	1 347	13,17%
ECO-140	Řezivo, měkké dřevo, neopracované, uměle sušené 10%	0	-
ECO-139	Řezivo, tvrdé dřevo, neopracované, na vzduchu / uměle sušené 10%	538	0,13%
ECO-079	Sádrokartonová deska	241	0,14%
ECO-078	Sádrovláknitá deska	0	-
ECO-077	Štěrka, bez rozlišení	11 547	0,07%
ECO-076	Štěrka, valounky	9 911	0,05%
ECO-148	Štuk sádrový	443	0,05%
ECO-065	Tabulové sklo, potažené	25	0,05%
ECO-072	Zasklení, trojsklo (3-IV), $U < 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	696	2,54%
ECO-019	Živičná (asfaltová) pojídková hmota, lepící za tepla	2 135	7,74%
		864 093	

Z přehledu je zřejmé, že ekologicky nejnáročnější je beton a výztuž, keramická složka v jednovrstvém zdivu s integrovanou tepelnou izolací z minerální vaty a EPS, který je použit ve vodorovných konstrukcích.

11.4 Rekapitulace

Výsledkem položkového výkazu výměr je následující tabulka, kde jsou sečteny hodnoty po stavebních částech.

Tabulka 10 - PTH38T+ŽB: rekapitulace v číslech

Stavební část	[kg] Hmotnost	[MJ] PEI	[kg CO ₂ ekv.] GWP	[g SO ₂ ekv.] AP	[g (PO ₄) ³⁻ ekv.] EP	[g R-11 ekv.] ODP	[g C ₂ H ₄ ekv.] POCP	[Kč] Cena
Zemní práce	474 588	20 836	1 393	10 644	2 373	0,173	273	208 609
Základy	175 866	117 367	15 829	33 001	11 411	0,606	2 217	168 263
Svislé konstrukce	58 986	185 890	15 805	47 294	13 352	1,123	3 127	358 725
Vodorovné konstrukce	92 864	190 903	20 195	48 875	22 887	0,731	5 428	401 703
Schodištvé konstrukce	3 089	2 642	443	798	238	0,015	44	33 722
Úpravy povrchů vnitřní	10 005	27 587	1 524	4 785	1 601	0,190	236	216 357
Úpravy povrchů vnější	8 959	30 078	2 545	5 495	1 307	0,101	420	131 749
Sádkartónové konstrukce	241	1 385	85	265	120	0,010	11	9 661
Podlahové konstrukce	22 933	112 871	7 139	20 902	5 264	0,328	5 091	472 784
Izolace proti vodě	932	50 424	560	5 297	840	0,422	310	87 535
Povlakové krytiny (střecha)	8 582	137 994	3 595	17 142	2 857	0,649	5 004	119 213
Truhlářské konstrukce								
- Dveře	257	7 234	412	2 273	895	0,034	117	216 497
- Okna	924	26 804	1 678	10 635	3 364	0,135	464	197 452
- Rolety	86	9 683	724	3 390	1 218	0,046	282	90 552
Zámečnické konstrukce	227	13 064	933	4 958	1 718	0,045	319	84 908
Klempířské konstrukce	541	8 733	484	1 792	989	0,015	308	56 081
Ostatní konstrukce	5 012	1 199	204	379	98	0,008	14	15 137
Celkem	864 093	944 693	73 550	217 922	70 531	4,628	23 666	2 868 949

Spotřeba primární energie realizace stavby je 944 693 MJ (svázané energie), to je na této stavbě celková dodávaná energie na vytápění, teplou vodu a osvětlení po dobu 23 let.

Procentuální rekapitulace

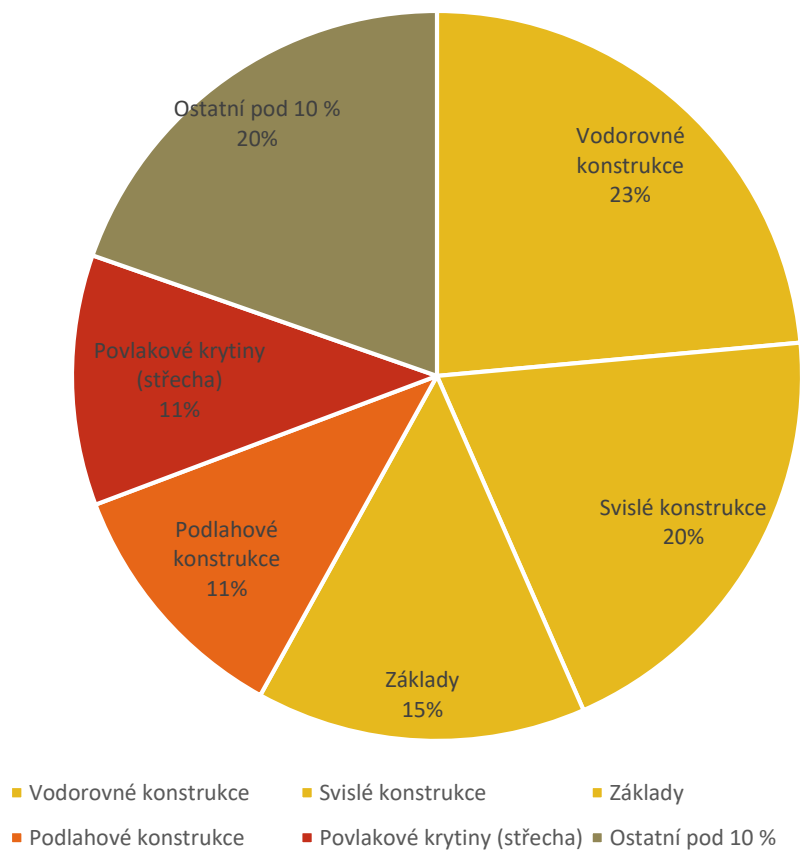
Pro názornou ukázkou, která stavební část je ze zkoumaného pohledu nejvýznamnější, slouží následující tabulka.

Tabulka 11 - PTH38T+ŽB: rekapitulace v %

Stavební část	[kg] Hmotnost	[MJ] PEI	[kg CO ₂ ekv.] GWP	[g SO ₂ ekv.] AP	[g (PO ₄) ³⁻ ekv.] EP	[g R-11 ekv.] ODP	[g C ₂ H ₄ ekv.] POCP	[Kč] Cena	[%] PEP
Zemní práce	54,92%	2,21%	1,89%	4,88%	3,4%	3,73%	1,15%	7,27%	2,87%
Základy	20,35%	12,42%	21,52%	15,14%	16,2%	13,09%	9,37%	5,86%	14,62%
Svislé konstrukce	6,83%	19,68%	21,49%	21,70%	18,9%	24,26%	13,21%	12,50%	19,88%
Vodorovné konstrukce	10,75%	20,21%	27,46%	22,43%	32,4%	15,79%	22,94%	14,00%	23,54%
Schodišřové konstrukce	0,36%	0,28%	0,60%	0,37%	0,3%	0,32%	0,19%	1,18%	0,35%
Úpravy povrchů vnitřní	1,16%	2,92%	2,07%	2,20%	2,3%	4,10%	1,00%	7,54%	2,43%
Úpravy povrchů vnější	1,04%	3,18%	3,46%	2,52%	1,9%	2,18%	1,77%	4,59%	2,50%
Sádrokartonové konstrukce	0,03%	0,15%	0,12%	0,12%	0,2%	0,21%	0,05%	0,34%	0,14%
Podlahové konstrukce	2,65%	11,95%	9,71%	9,59%	7,5%	7,10%	21,51%	16,48%	11,22%
Izolace proti vodě	0,11%	5,34%	0,76%	2,43%	1,2%	9,11%	1,31%	3,05%	3,36%
Povlakové krytiny (střecha)	0,99%	14,61%	4,89%	7,87%	4,1%	14,02%	21,14%	4,16%	11,10%
Truhlářské konstrukce									
- Dveře	0,03%	0,77%	0,56%	1,04%	1,3%	0,74%	0,49%	7,55%	0,81%
- Okna	0,11%	2,84%	2,28%	4,88%	4,8%	2,92%	1,96%	6,88%	3,28%
- Rolety	0,01%	1,03%	0,98%	1,56%	1,7%	0,98%	1,19%	3,16%	1,24%
Zámečnické konstrukce	0,03%	1,38%	1,27%	2,28%	2,4%	0,96%	1,35%	2,96%	1,61%
Klempířské konstrukce	0,06%	0,92%	0,66%	0,82%	1,4%	0,33%	1,30%	1,95%	0,91%
Ostatní konstrukce	0,58%	0,13%	0,28%	0,17%	0,1%	0,16%	0,06%	0,53%	0,16%
Celkem	864 093	944 693	73 550	217 922	70 531	4,628	23 666	2 868 949	

Přehledněji je zobrazuje graf na dalším listu.

Průměr environmentálních parametrů PEP



Graf 7 - Průměr environmentálních parametrů PEP stavebních částí

12 Varianta 2: Dřevostavba

12.1 Údaje o stavbě

Svislé konstrukce

Svislý obvodový panel tvoří rámová konstrukce vyplněná minerální vatou. To je opláštěno z venku měkkou dřevovláknitou deskou a zevnitř deskou sádrovláknitou. Na vnitřní straně je doplněna předstěna z dřevěného roštu a minerální vlny zakrytá opět sádrovláknitou deskou.

Vodorovné konstrukce

Nosnou konstrukci tvoří stropní trámy z lepeného dřeva výšky 220 mm. Strop 1. NP je vyplněn 120 mm minerální vata, střecha je izolována na celou tloušťku stropních trámů. Stropy jsou z pohledové strany sádrokartonové.

Omítky

Vnější omítka strukturní tl 2 mm na armovací síťce s tmelem tl 6 mm.

Střecha

Střecha je dvouplášťová s provětrávanou mezerou výšky 70 mm. Hydroizolační vrstvou je měkčený PVC. Spád je řešen pomocí je spádových klínů z EPS na dřevěném roštu.

Průkaz energetické náročnosti budovy

Tabulka 12 - PENB 2

Energetická náročnost budovy		
Celková dodaná energie	64,0	kWh/(m ² .a)
Hodnoty pro celou budovu	11,38	MWh/a
Zatřídění	B	
Neobnovitelné primární energie	54,4	kWh/(m ² .a)
Hodnoty pro celou budovu	9,67	MWh/a
Zatřídění	A	
Obálka budovy Uem	0,27	W/(m ² .K)
Zatřídění	B	
Dílčí dodaná energie na vytápění	39,4	kWh/(m ² .a)
Hodnoty pro celou budovu	7,0	MWh/a
Zatřídění	A	

Kompletní průkaz energetické náročnosti budovy je součástí přílohy.

12.2 Skladby

Vnější konstrukce

Tabulka 13 - Skladba obvodového panelu

Obvodový panel	d = [mm]	ρ [kg/m ³]	λ_u [W/(m·K)]	ZTM = [%]	λ_{ekv} [W/(m·K)]	R [m ² ·K/W]
Odpor na přestupu tepla - vnější povrch						0,04
Strukturální omítka	2	2000	0,99	0	0,990	0,00
Armovací síťka s tmelem	6	1800	0,88	0	0,880	0,01
Lisovaná dřevovláknitá deska	140	300	0,038	0,07	0,041	3,44
Dřevěná rámová konstrukce	160				0,069	2,31
- Lepené lamelové dřevo 140x 160 po 0,4 m		495	0,13			
- Minerální vata		32	0,036			
Femacell Vapor	13	1000	0,36	0	0,36	0,03
Předstěna - rošt z latí	60				0,046	1,29
- Latě 60x60 mm po 0,5 m		400	0,18			
- Minerální vata		32	0,036			
Farmacell	15	1000	0,36	0	0,360	0,04
Odpor na přestupu tepla - vnitřní povrch						0,13
	396					7,30

$$U = 0,137 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$U_{N,20} = 0,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

Tabulka 14 - Skladba střechy

Střecha	d = [mm]	ρ [kg/m³]	λ_u [W/(m·K)]	ZTM = [%]	λ_{ekv} [W/(m·K)]	R [m²·K/W]
Odpor na přestupu tepla - vnější povrchy - tepelný tok vzhůru						
mPVC krytina	1,5	960	0,35			
Separáční textilie min. 300g/m ² , (např. Filtek 500, Fatrafol)	2					
Tepelný izolant, desky EPS 100 S (spádové klíny, spád min. 1 %)	40-110	30	0,035			
Dřevěný rošt 60/120 mm (rošt 110 x 125 cm)	120					
- Provětrávaná mezera 70 mm		495	0,13			
- Minerální vata 50 mm		32	0,036	0,07	0,039	1,30
Nosná konstrukce	220				0,048	4,62
- Lepené lamelové dřevo (100x220mm) po 1 m		495	0,13			
- Minerální vata		32	0,036			
Femacell Vapor	13	1000	0,36	0	0,360	0,03
Dřevěný rošt 60/50 mm (120x120 cm)	60				0,046	1,32
- Latě 60x50 mm		400	0,18			
- Minerální vata		32	0,036			
Dřevěný rošt 60/50 mm (120x120 cm) - křížem	60				0,046	1,32
- Latě 60x50 mm		400	0,18			
- Minerální vata		32	0,036			
Sádkokarton RB	13	1000	0,36	0	0,360	0,03
Odpor na přestupu tepla - vnitřní povrchy - tepelný tok vzhůru						0,10
	529	-599				8,71

$$U = 0,115 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

Tabulka 15 - Skladba podlahy do rostlého terénu

Podlaha do RT	d = [mm]	ρ [kg/m ³]	λ_u [W/(m·K)]	ZTM = [%]	λ_{ekv} [W/(m·K)]	R [m ² ·K/W]
Odpor na přestupu tepla - vnitřní povrchy - tepelný tok dolů						0,17
Třívrstvá dubová lamelová podlaha	13	1000	0,24	0	0,240	0,05
Lepicí tmel	5	1500	1,4	0	1,400	0,00
Samonivelační potěr CEMFLOW CF25	58	2200	1,4	0	1,400	0,04
Systémová deska EPS s nopy pro instalaci podlahového vytápění	50	30	0,035	0,07	0,037	1,34
Tepelná izolace podlahový polystyrén EPS - T 4000	220	30	0,035	0,07	0,037	5,87
2x asfaltový modifikovaný pás - vrchní vrstva protiradonová	5	1220	0,2	0	0,200	0,03
Penetrační nátěr						
Nosná ŽB podlahová / základová deska	150	2380	1,36			
Odpor na přestupu tepla -vnější povrchy - tepelný tok dolů						0,00
	501					7,50

$$U = 0,133 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

Vnitřní konstrukce

Tabulka 16 - Skladba podlahy 2. NP

Podlaha 2. NP	d = [mm]	ρ [kg/m³]	λ_u [W/(m·K)]	ZTM = [%]	λ_{ekv} [W/(m·K)]	R [m²·K/W]
Odpor na přestupu tepla - vnitřní povrchy - tepelný tok dolů						0,17
Třívrstvá dubová lamelová podlaha	13	1000	0,24	0	0,240	0,05
Lepicí tmel	5	1500	1,4	0	1,400	0,00
Samonivelační potěr CEMFLOW CF25	53	2200	1,4	0	1,400	0,04
Systémová deska EPS s nopy pro instalaci podlahového vytápění	50	30	0,035	0,07	0,037	1,34
Akustické izolační podlahové desky (např. EPS Rigidfloor 4000)	80	1220	0,2	0	0,200	0,40
Minerální vata	40	32	0,036	0,07	0,039	1,04
Prkenný záklop	22					
Nosná konstrukce	120				0,068	1,77
- Lepené lamelové dřevo (160x220mm) po 0,5 m		495	0,13			
- Minerální vata 120 mm		32	0,036			
Dřevěné latě	18	400	0,18			
Sádrokarton RB	13	1000	0,36	0	0,360	0,03
Odpor na přestupu tepla - vnitřní povrchy - tepelný tok vzhůru						0,10
	514					4,94

$$U = 0,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

Tabulka 17 - Skladba příčkového panelu

Příčkový panel	d = [mm]	ρ [kg/m³]	λ_u [W/(m·K)]	ZTM = [%]	λ_{ekv} [W/(m·K)]	R [m²·K/W]
Odpor na přestupu tepla - vnitřní povrch						0,13
Farmacell	15	1000	0,36	0	0,360	0,04
Dřevěná rámová konstrukce	100				0,057	1,76
- Lepené lamelové dřevo (100x100 mm) po 0,5 m		495	0,13			
- Minerální vata		32	0,036			
Farmacell	15	1000	0,36	0	0,360	0,04
Odpor na přestupu tepla - vnitřní povrch						0,13
	130					2,10

$$U = 0,48 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

12.3 Výkaz výměr

Rozpočet s výkazem výměr a s názvem přiděleného materiálu v databázi Ecoinvent je součástí přílohy. Po přiřazení environmentálních parametrů a hustoty hmotnosti jsem zjistil vliv každé položky na životní prostředí. Následující tabulka ukazuje, kolik kilogramů bylo použito na stavbu a parametr PEP.

Přehled použitých materiálů dle databáze Ecoinvent

Tabulka 18 - Dřevostavba: hmotnosti materiálů a PEP

Kód	Název	m = [kg]	PEP = [%]
ECO-023	Asfaltový nátěr	54	0,26%
ECO-044	Beton prostý	79 051	9,34%
ECO-042	Beton vysokopevnostní	0	-
ECO-045	Beton, základové desky a pasy	73 205	6,29%
ECO-032	Cementový potěr, litý, podlahový	18 743	3,71%
ECO-027b	Cihla plná pálená	0	-
ECO-035	Dlažba keramická, obklad	1 298	2,55%
ECO-063	Dřevovláknitá deska měkká	3 471	1,83%
ECO-053	Dveře, venkovní, dřevo-skleněné	32	0,23%
ECO-051	Dveře, vnitřní, dřevěné	156	0,59%
ECO-038	Hlína těžená	474 588	4,17%
ECO-006	Hliník, výrobní mix	86	1,82%
ECO-152	Laminovaná deska, třívrstvá	1 645	1,49%
ECO-073	Lepené lamelové dřevo, vnitřní	8 565	11,52%
ECO-033	Malta cementová	1 165	0,26%
ECO-134	Minerální vlna, kamenná	2 322	7,38%
ECO-145	Ocel, chromová 18/8	202	2,26%
ECO-147	Ocel, nelegovaná	190	0,81%
ECO-132	Ocel, výztuž do betonu	1 641	6,35%
ECO-157	Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K	296	1,42%
ECO-049	Omítka s organickým pojivem	2 463	1,37%
ECO-048	Omítka sádrová	0	-
ECO-016	Omítka vápenocementová	912	0,23%
ECO-102	OSB deska	350	0,51%
ECO-136	Písek	12 247	0,09%

ECO-112	Polyetylen LDPE	159	0,68%
ECO-115	Polystyren extrudovaný XPS	0	-
ECO-114	Polystyren pěnový EPS, desky	1 017	14,84%
ECO-140	Řezivo, měkké dřevo, neopracované, uměle sušené 10%	3 096	1,96%
ECO-139	Řezivo, tvrdé dřevo, neopracované, na vzduchu / uměle sušené 10%	2 365	0,85%
ECO-079	Sádrokartonová deska	2 103	1,75%
ECO-078	Sádrovláknitá deska	9 668	6,73%
ECO-077	Štěrka, bez rozlišení	11 547	0,10%
ECO-076	Štěrka, valounky	3 227	0,02%
ECO-148	Štuk sádrový	443	0,07%
ECO-065	Tabulové sklo, potažené	25	0,08%
ECO-072	Zasklení, trojsklo (3-IV), $U < 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	696	3,68%
ECO-019	Živičná (asfaltová) pojídková hmota, lepící za tepla	878	4,73%
		717 906	

Z přehledu je zřejmé, že ekologicky nejnáročnější je EPS obsažený v podlahách a střeše, dále dřevo pro tvorbu rámové konstrukce a stropních vazníků, beton, který je použit pro zakládání. 7% se skrz tuto budovu na životním prostředí podílí minerální vlna.

12.4 Rekapitulace

Výsledkem položkového výkazu výměr je následující tabulka, kde jsou sečteny hodnoty po stavebních částech.

Tabulka 19 - Dřevostavba: rekapitulace v číslech

Stavební část	[kg] Hmotnost	[MJ] PEI	[kg CO ₂ ekv.] GWP	[g SO ₂ ekv.] AP	[g (PO ₄) ³⁻ ekv.] EP	[g R-11 ekv.] ODP	[g C ₂ H ₄ ekv.] POCP	[Kč] Cena
Zemní práce	474 588	20 836	1 393	10 644	2 373	0,173	273	208 609
Základy	175 866	117 367	15 829	33 001	11 411	0,606	2 217	168 263
Svislé konstrukce	21 483	133 683	7 238	35 522	13 624	0,712	2 175	837 185
Vodorovné konstrukce	8 185	63 543	3 561	19 628	6 952	0,303	1 188	484 310
Schodišťové konstrukce	754	1 477	82	477	201	0,008	42	33 722
Úpravy povrchů vnitřní	1 730	14 863	858	2 906	1 179	0,097	138	76 038
Úpravy povrchů vnější	3 375	13 831	665	2 058	727	0,053	236	232 756
Sádkartonové konstrukce	241	1 385	85	265	120	0,010	11	9 661
Podlahové konstrukce	23 285	127 123	7 862	23 583	5 791	0,321	6 167	489 863
Izolace proti vodě	932	50 424	560	5 297	840	0,422	310	87 535
Povlakové krytiny (střecha)	420	31 339	1 181	4 741	776	0,032	1 411	83 449
Truhlářské konstrukce								
- Dveře	257	7 234	412	2 273	895	0,034	117	216 497
- Okna	924	26 804	1 678	10 635	3 364	0,135	464	197 452
- Rolety	86	9 683	724	3 390	1 218	0,046	282	90 552
Zámečnické konstrukce	227	13 064	933	4 958	1 718	0,045	319	84 908
Klempířské konstrukce	541	8 733	484	1 792	989	0,015	308	56 081
Ostatní konstrukce	5 012	1 199	204	379	98	0,008	14	15 137
0	717 906	642 587	43 750	161 547	52 276	3,019	15 674	3 372 019

Spotřeba primární energie realizace stavby je 642 587 MJ (svázané energie), to je na této stavbě celková dodávaná energie na vytápění, teplou vodu a osvětlení po dobu 16 let.

Procentuální rekapitulace

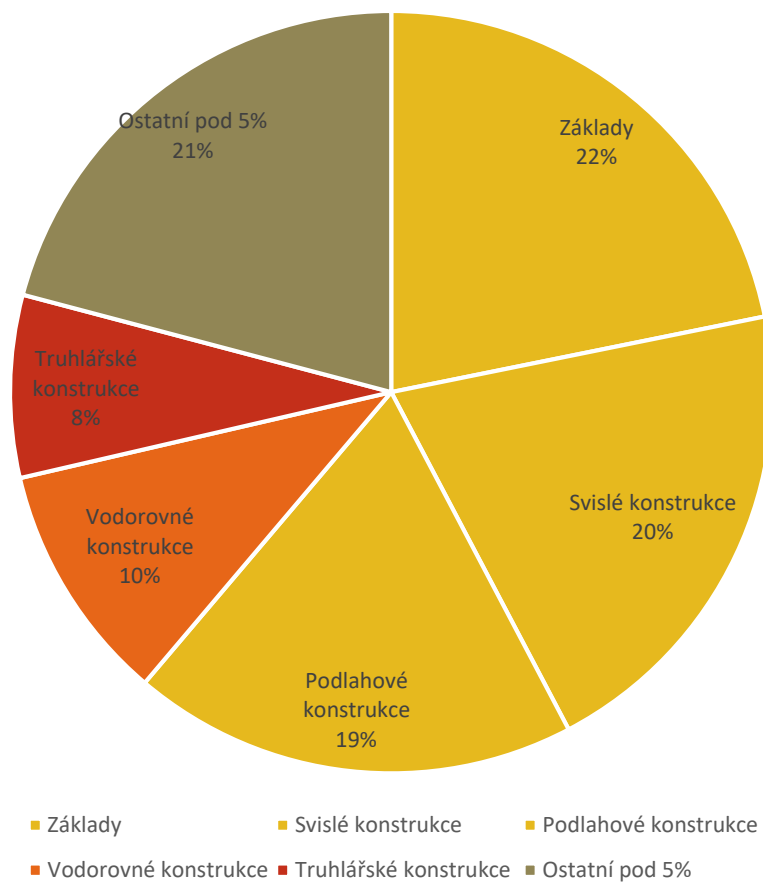
Pro názornou ukázkou, která stavební část je ze zkoumaného pohledu nejvýznamnější, slouží následující tabulka.

Tabulka 20 - Dřevostavba: rekapitulace v %

Stavební část	[kg] Hmotnost	[MJ] PEI	[kg CO ₂ ekv.] GWP	[g SO ₂ ekv.] AP	[g (PO ₄) ³⁻ ekv.] EP	[g R-11 ekv.] ODP	[g C ₂ H ₄ ekv.] POCP	[Kč] Cena	[%] PEP
Zemní práce	66,11%	3,24%	3,18%	6,59%	4,5%	5,72%	1,74%	6,19%	4,17%
Základy	24,50%	18,26%	36,18%	20,43%	21,8%	20,06%	14,15%	4,99%	21,82%
Svislé konstrukce	2,99%	20,80%	16,54%	21,99%	26,1%	23,58%	13,88%	24,83%	20,48%
Vodorovné konstrukce	1,14%	9,89%	8,14%	12,15%	13,3%	10,05%	7,58%	14,36%	10,18%
Schodišťové konstrukce	0,11%	0,23%	0,19%	0,30%	0,4%	0,27%	0,27%	1,00%	0,27%
Úpravy povrchů vnitřní	0,24%	2,31%	1,96%	1,80%	2,3%	3,23%	0,88%	2,25%	2,07%
Úpravy povrchů vnější	0,47%	2,15%	1,52%	1,27%	1,4%	1,77%	1,51%	6,90%	1,60%
Sádkartonové konstrukce	0,03%	0,22%	0,20%	0,16%	0,2%	0,32%	0,07%	0,29%	0,20%
Podlahové konstrukce	3,24%	19,78%	17,97%	14,60%	11,1%	10,63%	39,35%	14,53%	18,90%
Izolace proti vodě	0,13%	7,85%	1,28%	3,28%	1,6%	13,97%	1,98%	2,60%	4,99%
Povlakové krytiny (střecha)	0,06%	4,88%	2,70%	2,94%	1,5%	1,07%	9,00%	2,47%	3,68%
Truhlářské konstrukce									
- Dveře	0,04%	1,13%	0,94%	1,41%	1,7%	1,13%	0,75%	6,42%	1,18%
- Okna	0,13%	4,17%	3,84%	6,58%	6,4%	4,48%	2,96%	5,86%	4,74%
- Rolety	0,01%	1,51%	1,65%	2,10%	2,3%	1,51%	1,80%	2,69%	1,82%
Zámečnické konstrukce	0,03%	2,03%	2,13%	3,07%	3,3%	1,47%	2,04%	2,52%	2,34%
Klempířské konstrukce	0,08%	1,36%	1,11%	1,11%	1,9%	0,50%	1,97%	1,66%	1,32%
Ostatní konstrukce	0,70%	0,19%	0,47%	0,23%	0,2%	0,25%	0,09%	0,45%	0,24%
0	717 906	642 587	43 750	161 547	52 276	3,019	15 674	3 372 019	

Přehledněji je zobrazuje graf na dalším listu.

Průměr environmentálních parametrů PEP



Graf 8 - Průměr environmentálních parametrů PEP stavebních částí

13 Porovnání dvou kompletních variant

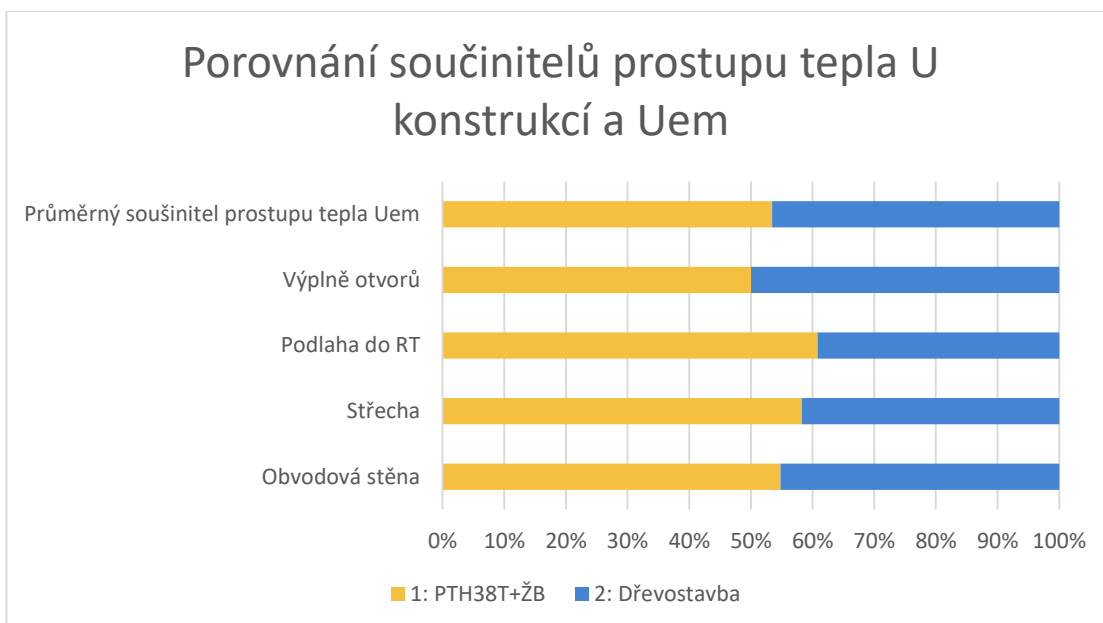
Materiálové varianty staveb jsou modelovány tak, aby se rovnala jejich energetická náročnost. Dřevostavba má menší tepelnou kapacitu, proto jsou konstrukce navrženy s větším tepelným odporem.

Tabulka 21 - Navržené součinitele prostupu tepla U konstrukcí

U = [W/m²·K]		
Konstrukce	1: PTH38T+ŽB	2: Dřevostavba
Obvodová stěna	0,170	0,137
Střecha	0,152	0,115
Podlaha do RT	0,207	0,133
Otvor-západ	0,700	0,700
Otvor-východ	0,700	0,700
Otvor-jih	0,700	0,700

Tabulka 22 - Srovnání hodnot z PENB

	1: PTH38T+ŽB	2: Dřevostavba	jednotka
Celková dodaná energie	64,0	64,0	kWh/(m ² .a)
Hodnoty pro celou budovu Q _{fuel}	11,38	11,38	MWh/a
Zatřídění	B	B	
Neobnovitelné primární energie	54,4	54,4	kWh/(m ² .a)
Hodnoty pro celou budovu EnP	9,67	9,67	MWh/a
Zatřídění	A	A	
Obálka budovy U _{em}	0,31	0,27	W/(m ² .K)
Zatřídění	B	B	
Dílčí dodaná energie na vytápění	39,4	39,4	kWh/(m ² .a)
Hodnoty pro celou budovu E _H	7,0	7,0	MWh/a
Zatřídění	A	A	



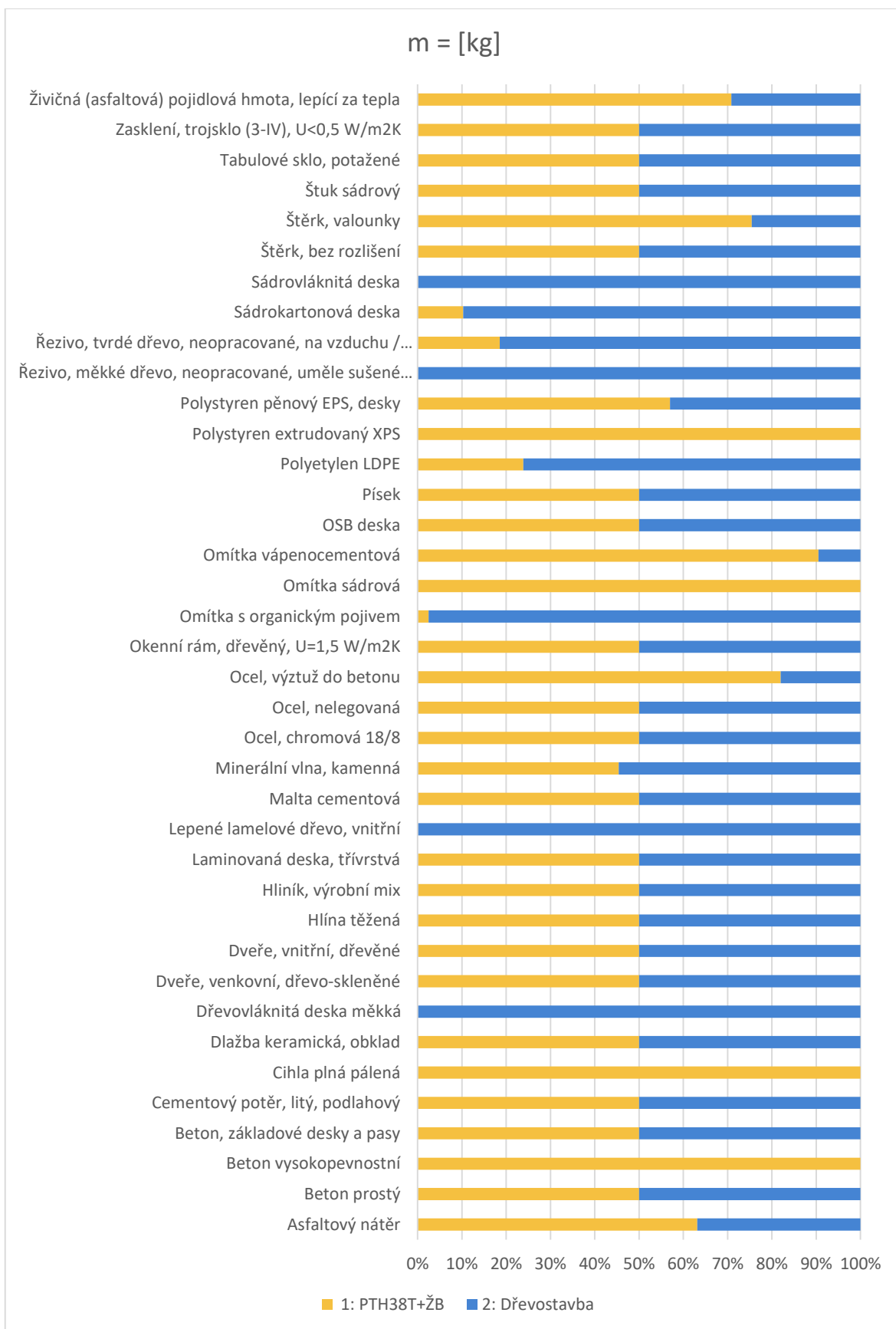
Graf 9 - Porovnání součinitelů prostupu tepla U konstrukcí a Uem

Protože environmentální parametry jsou vztažené na váhu použitého materiálu, nejprve jsem srovnal právě jejich hmotnost:

Tabulka 23 - Hmotnosti použitých materiálů

Materiál	m = [kg] 1: PTH38T+ŽB	m = [kg] 2: Dřevostavba
Asfaltový nátěr	92	54
Beton prostý	79 051	79 051
Beton vysokopevnostní	90 126	-
Beton, základové desky a pasy	73 205	73 205
Cementový potěr, litý, podlahový	18 743	18 743
Cihla plná pálená	57 052	-
Dlažba keramická, obklad	1 298	1 298
Dřevovláknitá deska měkká	-	3 471
Dveře, venkovní, dřevo-skleněné	32	32
Dveře, vnitřní, dřevěné	156	156
Hlína těžená	474 588	474 588
Hliník, výrobní mix	86	86
Laminovaná deska, třívrstvá	1 645	1 645

Lepené lamelové dřevo, vnitřní	-	8 565
Malta cementová	1 165	1 165
Minerální vlna, kamenná	1 934	2 322
Ocel, chromová 18/8	202	202
Ocel, nelegovaná	190	190
Ocel, výztuž do betonu	7 469	1 641
Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m ² K	296	296
Omítka s organickým pojivem	63	2 463
Omítka sádrová	8 275	-
Omítka vápenocementová	8 719	912
OSB deska	350	350
Písek	12 247	12 247
Polyetylen LDPE	50	159
Polystyren extrudovaný XPS	176	-
Polystyren pěnový EPS, desky	1 347	1 017
Řezivo, měkké dřevo, neopracované, uměle sušené 10%	-	3 096
Řezivo, tvrdé dřevo, neopracované, na vzduchu / uměle sušené 10%	538	2 365
Sádrokartonová deska	241	2 103
Sádrovláknitá deska	-	9 668
Štěrka, bez rozlišení	11 547	11 547
Štěrka, valounky	9 911	3 227
Štuk sádrový	443	443
Tabulové sklo, potažené	25	25
Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m ² K	696	696
Živičná (asfaltová) pojivlová hmota, lepící za tepla	2 135	878
	864 093	717 906



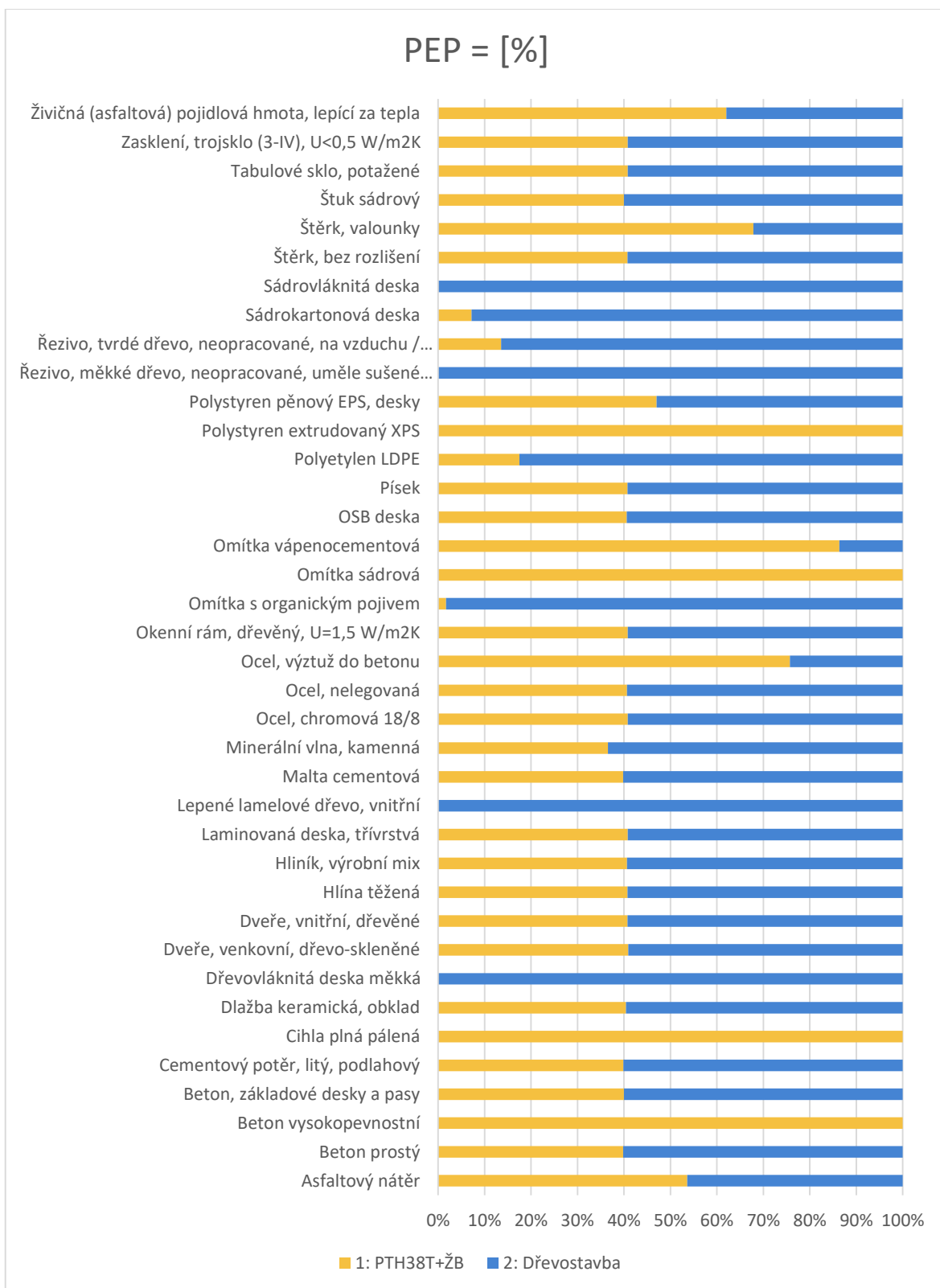
Graf 10 - Porovnání hmotností použitých materiálů

Pro komplexní srovnání vlivu materiálu a stavební části na životní prostředí jsem použil porovnání v % - PEP. Je to průměr šesti uvedených environmentálních parametrů převedených na procenta, která se podílí na celé konkrétní budově - PEP [%].

Tabulka 24 - Porovnání průměrů environmentálních parametrů materiálů převedených na procenta, která se podílí na celé konkrétní budově

Materiál	PEP = [%] 1: PTH38T+ŽB	PEP = [%] 2: Dřevostavba
Asfaltový nátěr	0,30%	0,26%
Beton prostý	6,18%	9,34%
Beton vysokopevnostní	8,44%	0,00%
Beton, základové desky a pasy	4,20%	6,29%
Cementový potěr, litý, podlahový	2,46%	3,71%
Cihla plná pálená	15,63%	0,00%
Dlažba keramická, obklad	1,73%	2,55%
Dřevovláknitá deska měkká	0,00%	1,83%
Dveře, venkovní, dřevo-skleněné	0,16%	0,23%
Dveře, vnitřní, dřevěné	0,41%	0,59%
Hlína těžená	2,87%	4,17%
Hliník, výrobní mix	1,24%	1,82%
Laminovaná deska, třívrstvá	1,03%	1,49%
Lepené lamelové dřevo, vnitřní	0,00%	11,52%
Malta cementová	0,17%	0,26%
Minerální vlna, kamenná	4,25%	7,38%
Ocel, chromová 18/8	1,56%	2,26%
Ocel, nelegovaná	0,56%	0,81%
Ocel, výztuž do betonu	19,80%	6,35%
Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m ² K	0,98%	1,42%
Omítka s organickým pojivem	0,02%	1,37%
Omítka sádrová	1,02%	0,00%
Omítka vápenocementová	1,47%	0,23%
OSB deska	0,35%	0,51%
Písek	0,06%	0,09%
Polyetylen LDPE	0,14%	0,68%
Polystyren extrudovaný XPS	1,01%	0,00%

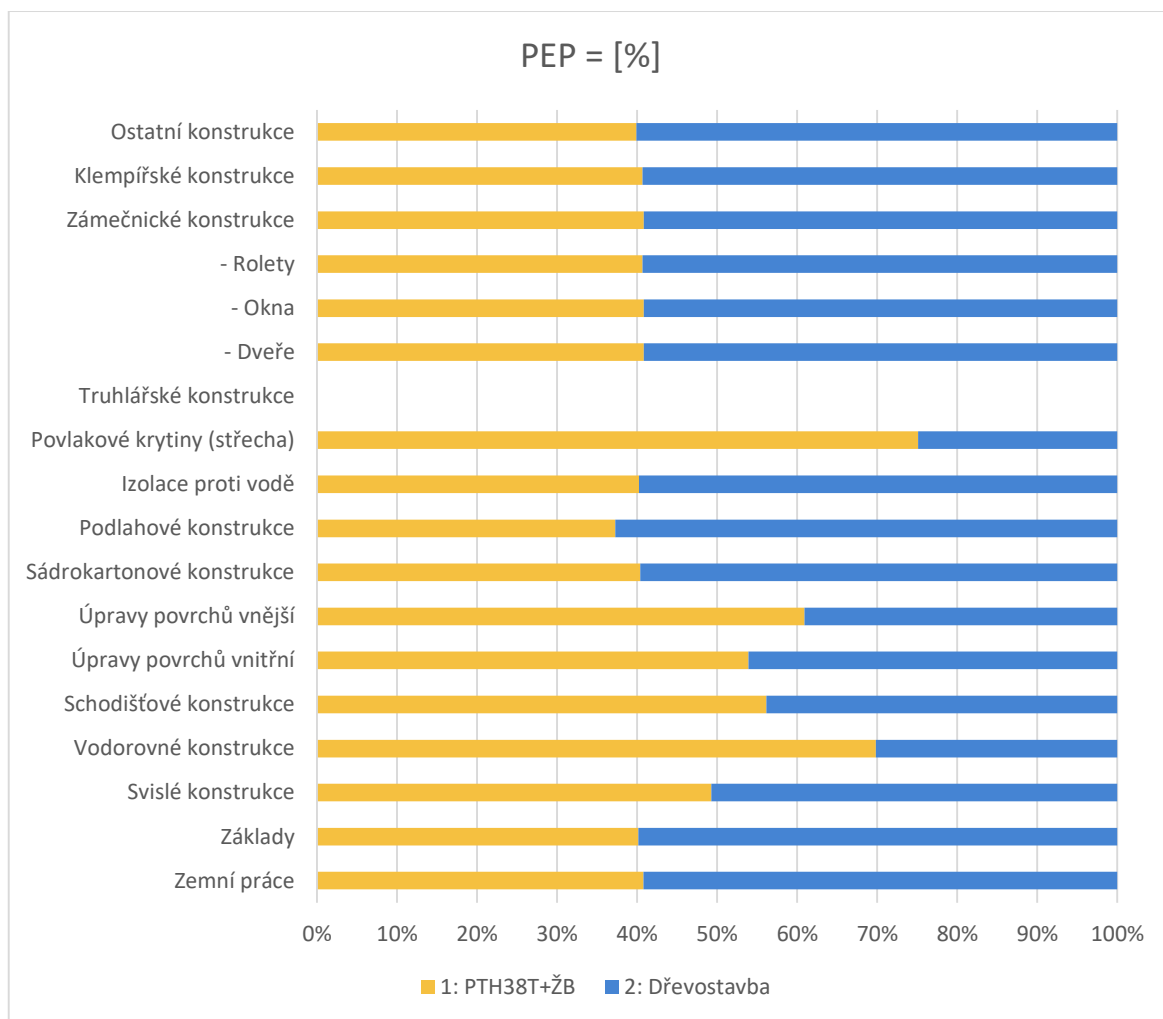
Polystyren pěnový EPS, desky	13,17%	14,84%
Řezivo, měkké dřevo, nepracované, uměle sušené 10%	0,00%	1,96%
Řezivo, tvrdé dřevo, nepracované, na vzduchu / uměle sušené 10%	0,13%	0,85%
Sádrokartonová deska	0,14%	1,75%
Sádrovláknitá deska	0,00%	6,73%
Štěrka, bez rozlišení	0,07%	0,10%
Štěrka, valounky	0,05%	0,02%
Štuk sádrový	0,05%	0,07%
Tabulové sklo, potažené	0,05%	0,08%
Zasklení, trojsklo (3-IV), $U < 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	2,54%	3,68%
Živičná (asfaltová) pojídková hmota, lepící za tepla	7,74%	4,73%



Graf 11 - Porovnání průměru environmentálních parametrů materiálů převedených na procenta, která se podílí na celé konkrétní budově

Tabulka 25 - Porovnání průměrů environmentálních parametrů stavebních částí převedených na procenta, která se podílí na celé konkrétní budově

Stavební část	PEP = [%] 1: PTH38T+ŽB	PEP = [%] 2: Dřevostavba
Zemní práce	2,87%	4,17%
Základy	14,62%	21,82%
Svislé konstrukce	19,88%	20,48%
Vodorovné konstrukce	23,54%	10,18%
Schodišťové konstrukce	0,35%	0,27%
Úpravy povrchů vnitřní	2,43%	2,07%
Úpravy povrchů vnější	2,50%	1,60%
Sádkartonové konstrukce	0,14%	0,20%
Podlahové konstrukce	11,22%	18,90%
Izolace proti vodě	3,36%	4,99%
Povlakové krytiny (střecha)	11,10%	3,68%
Truhlářské konstrukce		
- Dveře	0,81%	1,18%
- Okna	3,28%	4,74%
- Rolety	1,24%	1,82%
Zámečnické konstrukce	1,61%	2,34%
Klempířské konstrukce	0,91%	1,32%
Ostatní konstrukce	0,16%	0,24%



Graf 12 - Porovnání průměrů environmentálních parametrů stavebních částí převedených na procenta, která se podílí na celé konkrétní budově

Tabulka 26 - Součet jednotlivých environmentálních parametrů, váhy a ceny celé budovy

Varianta	[kg] Hmotnost	[MJ] PEI	[kg CO ₂ ekv.] GWP	[g SO ₂ ekv.] AP	[g (PO ₄) ³⁻ ekv.] EP	[g R-11 ekv.] ODP	[g C ₂ H ₄ ekv.] POCP	[Kč] Cena
1: Porotherm 38 T + ŽB stropy	864 093	944 693	73 550	217 922	70 531	4,628	23 666	2 868 949
2: Dřevostavba	717 906	642 587	43 750	161 547	52 276	3,019	15 674	3 372 019
Varianta 2 : Varianta 1	0,83	0,68	0,59	0,74	0,74	0,65	0,66	1,18

14 Varianta 3: Další řešení obvodového pláště

Ve třetí variantě jsem namodeloval dalších 8 materiálových možností obvodové stěny. Všechny následující konstrukce jsem navrhl tak, aby se tepelný odpor R co nejvíce přiblížil 5,85 m²·K/W, což odpovídá součiniteli prostupu tepla U = 0,171 W/m²·K. Navrženy jsou konstrukce vápenopískové, keramické plné i dutinové a železobetonové s kontaktním zateplovacím systémem. Jako první je znázorněn výpočet na výše zmíněné skladbě, která je součástí varianty 1. Konstrukce jsou počítány hrubě bez omítek a kotvení KZS. Započten je odpor na přestupu tepla.

14.1 Skladby

Tabulka 27 - Varianta 1: PTH 38 T Profi Dryfix (s výpočtem)

	d = [mm]	ρ [kg/m ³]	λ _u [W/(m·K)]	ZTM = [%]	λ _{ekv} [W/(m·K)]	R [m ² ·K/W]
Odpor na přestupu tepla - vnitřní povrch						0,13
Porotherm 38 T Profi Dryfix ^[23]	380		0,064	n	0,067	5,67
- Cihla plná pálená (95,4 % hmotnosti tvárnice)		2 100	0,300			
- Minerální vlna kamenná - čedič a vápenec (4,6 % hmotnosti tvárnice)		32	0,036			
Odpor na přestupu tepla - vnější povrch						0,04
	380					5,84

Tabulka 28 - Cihla vápenopísková + MW

Cihla vápenopísková	175	1 530	0,500	0	0,500	0,35
Polystyren pěnový EPS	200	30	0,035	0,07	0,037	5,34

	d = [mm]	ρ [kg/m ³]	λ_u [W/(m·K)]	ZTM = [%]	λ_{ekv} [W/(m·K)]	R [m ² ·K/W]
--	------------	--------------------------------	--------------------------	-----------	------------------------------	------------------------------

Tabulka 29 - Cihla vápenopísková + EPS

Cihla vápenopísková	175	1 530	0,500	0	0,500	0,35
Polystyren pěnový EPS	200	30	0,035	0,07	0,037	5,34

Tabulka 30 - Cihla pálená dutinová + MW

Cihla pálená dutinová	300	800	0,150	0	0,150	2,00
Minerální vlna kamenná	142	32	0,036	0,07	0,039	3,69

Tabulka 31 - Cihla pálená dutinová + EPS

Cihla pálená dutinová	300	800	0,150	0	0,150	2,00
Polystyren pěnový EPS	138	30	0,035	0,07	0,037	3,68

Tabulka 32 - Cihla plná pálená + MW

Cihla plná pálená	450	2 100	0,300	0	0,300	1,50
Minerální vlna kamenná	161	32	0,036	0,07	0,039	4,18

Tabulka 33 - Cihla plná pálená + EPS

Cihla plná pálená	450	2 100	0,300	0	0,300	1,50
Polystyren pěnový EPS	157	30	0,035	0,07	0,037	4,19

Tabulka 34 - Železobeton + MW

Beton prostý	200	2 380	1,360	0	1,360	0,15
+ výztuž do betonu (150 kg/m ³)		7 850	48,00			
Minerální vlna kamenná	213	32	0,036	0,07	0,039	5,53

	d [mm]	ρ [kg/m ³]	λ_u [W/(m·K)]	ZTM = [%]	λ_{ekv} [W/(m·K)]	R [m ² ·K/W]
--	----------	-----------------------------	-----------------------	-----------	---------------------------	---------------------------

Tabulka 35 - Železobeton + EPS

Beton prostý	200	2 380	1,360	0	1,360	0,15
+ výztuž do betonu (150 kg/m ³)		7 850	48,00			
Polystyren pěnový EPS	207	30	0,035	0,07	0,037	5,53

Skladby jsou z materiálů, které nabízí databáze Ecoinvent prostřednictvím nástroje Envimat.

Hodnoty

Tabulka 36 - Hodnoty parametrů dalších materiálových řešeních

Materiál	[MJ/kg] PEI	[kg CO ₂ ekv./kg] GWP	[g SO ₂ ekv./kg] AP	[g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg] EP	[g R-11 ekv./kg] ODP	[g C ₂ H ₄ ekv./kg] POCP	ρ [kg/m ³]	λ [W/m·K]
Beton prostý	0,575	0,1099	0,185	0,046	3,71E-06	6,78E-03	2 380	1,360
Cihla pálená dutinová	2,574	0,2386	0,546	0,172	1,78E-05	3,97E-02	800	0,15
Cihla plná pálená	2,574	0,2386	0,546	0,172	1,78E-05	3,97E-02	2 100	0,300
Cihla vápenopísková	1,279	0,1304	0,213	0,057	1,17E-05	2,22E-02	1 530	0,500
Minerální vlna, kamenná	20,192	1,1331	8,358	1,830	5,54E-05	4,45E-01	32	0,036
Ocel, výztuž do betonu	22,528	1,4820	5,095	3,133	6,00E-05	8,12E-01	7 850	48,000
Polystyren pěnový EPS, desky	105,073	4,2121	14,900	2,549	1,32E-04	6,75E+00	30	0,035

Hmotnosti materiálů jsou sečteny pro každou skladbu a aplikovány na plochu obvodového zdiva referenčního domu, která činí 167,39 m².

14.2 Rekapitulace

V následující tabulce jsou konstrukce seřazeny vzestupně podle průměrů šesti environmentálních parametrů. Cena je kalkulována v 1.Q 2020 podle cenové soustavy ÚRS.

Tabulka 37 – V kapitole 14 uvedená řešení - rekapitulace

Konstrukce	[kg] Hmotnost	[MJ] PEI	[kg CO ₂ ekv.] GWP	[g SO ₂ ekv.] AP	[g (PO ₄) ³⁻ ekv.]	[g R-11 ekv.] ODP	[g C ₂ H ₄ ekv.] POCP	[Kč] cena
Cihla vápenopísková + MW	45 917	79 501	7 087	18 717	4 564	0,587	1 485	410 292
Cihla pálená dutinová + MW	40 934	118 753	10 448	28 276	8 302	0,757	1 934	320 354
Varianta 1: PTH 38 T Profi Dryfix	42 048	142 298	11 764	38 053	10 439	0,821	2 455	318 366
Cihla vápenopísková + EPS	45 823	162 857	10 073	24 504	5 115	0,659	7 780	296 857
Cihla pálená dutinová + EPS	40 867	176 210	12 505	32 244	8 676	0,807	6 276	241 621
Železobeton + MW	85 003	163 120	16 250	45 589	18 864	0,610	4 445	628 388
Železobeton + EPS	84 902	249 305	19 336	51 541	19 426	0,683	10 958	510 289
Cihla plná pálená + MW	159 046	424 531	38 723	93 513	28 786	2,864	6 666	435 003
Cihla plná pálená + EPS	158 972	489 957	41 067	98 052	29 217	2,920	11 608	345 894

Jako nejekologičtější skladba z výše uvedeného vzorku se umístila vápenopísková cihla zateplená minerální vlnou.

Zajímavý souboj sehrává dutinová pálená cihla + MW a konstrukce z jednovrstvého zdiva z cihel plněných minerální vatou, která byla použita na svislý obvodový plášť ve variantě 1. Obě tyto konstrukce tvoří stejný materiál, ale u sendvičového zdiva je o 59 kg více keramiky a o 1 174 kg méně minerální vaty na stavbu. Díky vyplněným dutinám je ale jednovrstvé zdivo o 62 mm tenčí.

Skladby s železobetonem a plnou pálenou cihlou ukazují, že volba tepelného izolantu je na hlavním místě. Tato konstrukce ovšem není typická pro rodinné domy, najde si uplatnění v jiných situacích.

Poslední místo zaujaly skladby s cihlou plnou pálenou. Jsou typické pro letité dodatečně zateplené budovy. Zateplené zdivo dosahuje tloušťky přes 600 mm.

Abych porovnal cenu současně s environmentálními parametry, v poslední tabulce této kapitoly jsem konstrukce seřadil podle součinu ceny svíslého obvodového pláště a průměru jeho šesti environmentálních parametrů.

Tabulka 38 – V kapitole 14 uvedená řešení - řazení dle ceny a environmentálních parametrů

Konstrukce	[kg] Hmotnost	[MJ] PEI	[kg CO ₂ ekv.] GWP	[g SO ₂ ekv.] AP	[Kč] cena	[-] průměr	[-] cena x ø
Cihla vápenopísková + MW	45 917	79 501	7 087	18 717	410 292	18 559	7,61E+09
Cihla pálená dutinová + MW	40 934	118 753	10 448	28 276	320 354	27 952	8,95E+09
Cihla pálená dutinová + EPS	40 867	176 210	12 505	32 244	241 621	39 319	9,50E+09
Cihla vápenopísková + EPS	45 823	162 857	10 073	24 504	296 857	35 055	1,04E+10
Varianta 1: PTH 38 T Profi Dryfix	42 048	142 298	11 764	38 053	318 366	34 168	1,09E+10
Železobeton + MW	85 003	163 120	16 250	45 589	628 388	41 378	2,60E+10
Železobeton + EPS	84 902	249 305	19 336	51 541	510 289	58 428	2,98E+10
Cihla plná pálená + EPS	158 972	489 957	41 067	98 052	345 894	111 651	3,86E+10
Cihla plná pálená + MW	159 046	424 531	38 723	93 513	435 003	98 704	4,29E+10

15 Doprava stavebních materiálů

V praktické části kapitoly Doprava stavebních materiálů jsem simuloval 2 příklady, které ovlivňují environmentální hodnoty. V prvním jsem řešil dopravu velkého množství materiálu na krátkou vzdálenost, tzn. dopravní prostředek musí naložit materiál a opakovat cestu mnohokrát. V druhém příkladu dovoz menšího množství materiálu, ale na vzdálenost v řádu stovek kilometrů.

15.1 Malá vzdálenost a velký objemu materiálu

Tato situace vzniká typicky při dovozu betonu na stavbu. Na stavbu zděného referenčního domu s železobetonovými stropy je dle rozpočtu zapotřebí 109 m³ betonu. Tolik betonu vyprodukuje za životní cyklus 28 784 kg CO₂ ekv., což je 39,14% uhlíkové stopy stavby. Jelikož je ale doprava betonu analýzou LCA již započtena, můžeme hodnotit jen rozdíl, do jak vzdáleného místa stavby se bude beton zavážet. Na dvou příkladech jsou znázorněny možnosti v rozdílech vlivu dopravy na životní prostředí.

Příklad 1

Stavba byla umístěna do oblasti s malou zástavbou. V případě A je stavba na Modravě (Šumava) 36 km vzdálené od nejbližší betonárky v Sušici. Stavba B byla pro srovnání umístěna 2 km od betonárky v Sušici.

Tabulka 39 - Modrava - Sušice

Cena dopravy betonu	49,00 Kč/(m ³ /km)
Objem auto-domíhávače	7,00 m ³
Požadovaný objem betonu na stavbu	109,00 m ³
Počet závozu	16,00 -
Přímé emise auto-domíhávače	939,00 g CO ₂ /km

Betonárka	A	B	jednotka
Cena betonu	1424,00	1424,00	Kč/m ³
Vzdálenost stavby od betonárky	36,00	2,00	km
Cena dopravy	12348,00	686,00	Kč/závoz
Cena mixu včetně dopravy	22316,00	10654,00	Kč
Celková cena	357056,00	170464,00	Kč

Rozdíl

Vzdálenostní rozdíl	34,00 km
Emise tam a zpět	63,85 kg CO ₂
Celkové přímé emise na dovoz betonu	1021,63 kg CO ₂

Emise celkové realizace stavby	73549,52 kg CO ₂ ekv.
Emise betonu na stavbě	28784,00 kg CO ₂ ekv.
Vliv vzdálenosti betonárky na betonové složce	3,55 %
Vliv vzdálenosti betonárky na celé stavbě	1,39 %

V příkladu jsou uvedeny emise přímé. To znamená, že není započtena výroba paliva a výroba a likvidace auto-domíhávače. Z teoretické části víme, že dle analýzy Evropské agentury pro životní prostředí jsou přímé emise CO₂ u automobilu s naftovým motorem asi 66 %. Při započtení celého životního cyklu auto-domíhávače tvoří rozdíl v umístění stavby už 2,1 % emisí CO₂ celé stavby a 5,4 % emisí CO₂ vyprodukovaných životním cyklem betonu použitého na stavbě.

Příklad 2

Stavba byla umístěna do oblasti se značnou zástavbou na okraj Prahy - Štěrbohol, kde je mnoho betonárek. V takovém případě není na prvních místech jen vzdálenost, ale i cena betonu. Stavbu jsem situoval na konkrétní místo a vybírám ze dvou nejmenovaných betonárek. Betonárka B je ve vzdálenosti 2 km od stavby s cenou 1833,00 Kč za m³ betonu. Hodnotím, jak může být vzdálena betonárka A s cenou m³ betonu 1424,00 Kč, aby se realizátorovi stavby vyplatilo beton dovážet ze vzdálenější betonárky. Cenu dopravy jsem uvažoval shodnou, a to 49 Kč za m³ a km.

Tabulka 40 - Praha-Štěrboholy

Cena dopravy betonu	49,00 Kč/(m ³ /km)
Objem auto-domíchávače	7,00 m ³
Požadovaný objem betonu na stavbu	109,00 m ³
Počet závozu	16,00 -
Přímé emise auto-domíchávače	939,00 g CO ₂ /km

Betonárka	A	B	jednotka
Cena betonu	1424,00	1833,00	Kč/m ³
Vzdálenost stavby od betonárky	10,00	2,00	km
Cena dopravy	3430,00	686,00	Kč/závoz
Cena mixu včetně dopravy	13398,00	13517,00	Kč
Celková cena	214368,00	216272,00	Kč

Rozdíl

Vzdálenostní rozdíl	8,00 km
Emise tam a zpět	15,02 kg CO ₂
Celkové přímé emise na dovoz betonu	240,38 kg CO ₂

Emise celkové realizace stavby	73549,52 kg CO ₂ ekv.
Emise betonu na stavbě	28784,00 kg CO ₂ ekv.
Vliv volby betonárky na betonové složce	0,84 %
Vliv volby betonárky na celé stavbě	0,33 %

Po kalkulování celého životního cyklu auto-domíkávače je mezi stavbami A a B v příkladu 2 rozdíl 0,5 % emisí CO₂ celé stavby a 1,3 % emisí CO₂ vyprodukovaných životním cyklem betonu stavby.

Příklad 1 (hodně vzdálená betonárka), odhalil významnější hodnoty pro životní prostředí. Ale příklad 2 (výběr betonárky podle ceny) bude s vysokou pravděpodobností v praxi nastávat mnohem častěji.

15.2 Velká vzdálenost stavby od speciální výroby

V tomto případě počítám environmentální dopad dopravy v závislosti na umístění dřevostavby panelového typu.

Panely hrubé stavby na dřevostavbu se hypoteticky vyrábí v Horažďovicích a Oselcích a budou dovezeny na místo realizace do 128 km vzdálené Prahy, 423 km vzdáleného Frýdku-Místku a 715 km vzdálených Košic na Slovensku. Stavba rodinného dvoupodlažního domu se dá převézt třemi 16,5 metrovými návěsovými kamiony. Převezený materiál má uhlíkovou stopu životního cyklu 29 525 CO_{2, ekv.}

Přímé emise jednoho kamionu uvažuji 805 g CO₂/km a nepřímé 415 g CO_{2, ekv.}/km. Dohromady tedy 1,220 g CO_{2, ekv.}/km. Následující tabulka vyjadřuje změny v emisích způsobené dopravou v důsledku místa stavby.

Tabulka 41 - Doprava - Velká vzdálenost

Město	Praha	Frýdek-Místek	Košice (Sk)	jednotka
Vzdálenost	128	423	715	km
Přímé emise dopravy	937	3096	5234	kg CO _{2, ekv.}
Poměr CO _{2, ekv.} celé stavby	1,83	6,05	10,23	%
Poměr CO _{2, ekv.} dovážené části	3,17	10,49	17,73	%

16 Kvalita zastavované půdy

Kvalitu půdy můžeme vyjádřit přímo penězi. Cenu za vynětí získáme tak, že základní sazbu odvodů za odnětí půdy ze zemědělského půdního fondu vynásobíme koeficientem třídy ochrany.^[22]

Základní cena aktuálně dosahuje hodnot od 1,15 do 19,79 Kč/m².^[7] Koeficienty pro výslednou cenu odvodů jsou v následující tabulce.^[22]

Tabulka 42 - Koeficient třídy ochrany

Třída ochrany	Koeficient
I.	9
II.	6
III.	4
IV.	3
V.	3

Nejvyšší možná cena by tedy byla za odnětí půdy v I. třídě ochrany se základní cenou 19,79 Kč/m². Takovouto cenu přiřazuje pouze kód BPEJ 3.03.00, bodovou výnosnost 100 a jde o černoze v nejlepších podmínkách. V ČR je aktuální výměra 72,23 km² a výsledná cena odnětí jednoho čtverečního metru činí 178,11 Kč.

Nejméně významná půda má cenu 1,15 Kč/m² a je chráněna třídou V, např. kód BPEJ 8.78.89. Takové odnětí se vyšplhá na cenu 3,45 Kč za čtvereční metr.

16.1 Výpočet ceny odvodů za trvalé odnětí ze ZPF referenčního rodinného domu

Pro stavbu referenčního rodinného domu je potřeba 167,41 m² půdy k trvalému odnětí ze ZPF.

V následující tabulce jsou odvody v případě umístění stavby do půdy s kódem BPEJ s největší výměrou v ČR z každé třídy ochrany a pro případ nejvyšších a nejmenších odvodů.

Tabulka 43 - Cena odvodů za trvalé odnětí ze ZPF

	[Kč/m ²]			[km ²]	[Kč]	[%]
BPEJ	základní cena	Bodová výnosnost	Třída ochrany	Výměra v ČR	Cena odvodu	Podíl odvodu na cenu stavby
3.03.00	19,79	100	I.	72,23	29 818	1,04
7.29.11	7,04	37	I.	979,73	10 607	0,37
5.29.11	7,79	43	II.	390,12	7 825	0,27
5.32.11	5,75	37	IV.	169,93	2 888	0,10
7.29.14	4,22	24	III.	590,71	2 826	0,10
7.32.14	2,86	19	V.	333,32	1 436	0,05
8.78.89	1,15	6	V.	1,43	578	0,02

Poslední sloupec vyjadřuje, jaký podíl má cena odvodů za trvalé odnětí ze ZPF na realizaci architektonicko-stavební části stavby, tj. realizace stavby bez započtení TZB.

Rozmezí odvodů referenčního rodinného domu o výměře 167,41 m² se pohybuje od 578 do 29 818 Kč. Vážený průměr tohoto vzorku je 7 188 Kč na stavbu a 43 Kč na jeden čtvereční metr zastavěné a zpevněné plochy. Vážený průměr podílu odvodů ceny realizace architektonicko-stavební části stavby je 0,25%.

Koncová část

Vliv staveb na životní prostředí z pohledu materiálu a umístění

17 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo odhalit, jaké parametry jsou v běžné stavební praxi rozhodující pro vliv na životní prostředí závažně a které naopak nikoliv.

V začátku praktické části jsem zpracoval rozpočet s výkazem výměr pro dvě varianty dvoupodlažního rodinného domu o hrubé podlahové ploše 179 m². První, zděná budova z jednovrstvého zdiva z cihel plněných minerální vatou, s železobetonovým monolitickým stropem a střechou, reprezentuje těžké konstrukce ze zdiva a betonu zateplené minerální vlnou i polystyrenem. Druhá budova je dřevostavba panelového typu, tedy velmi lehká konstrukce. Skladby byly navrženy tak, aby budovy měly stejnou energetickou náročnost.

Výsledky ukázaly, že nejnepříznivějším použitým materiálem je beton včetně výztuže. V pořadí následuje keramické zdivo a polystyren. Dřevostavba projevila v průměru o 32% menší hodnoty enviromentálních parametrů, než konstrukce těžká. Opačně je to ale s cenou.

Následně, ve stejném stylu, byl zpracován svislý obvodový plášť v kombinacích: vápenopísková cihla, keramická dutinová tvárnice, cihla plná pálená a železobeton, zateplené minerální vlnou nebo expandovaným polystyrenem.

Favoritem se stala sendvičová konstrukce cihla vápenopísková s minerální vlnou, a to i po započtení ekonomické stránky. Na další příčce se umístila cihla pálená dutinová + MW. Hůře dopadly konstrukce tepelně izolované EPS.

Jako další v pořadí jsem hodnotil dopravu stavebních materiálů. Jelikož je transport materiálu analýzou LCA již započten, byl hodnocen jen rozdíl, jak daleko je situována stavba A a B vůči skladům, betonárnám a výrobcům dřevostaveb.

Téměř bezvýznamný dopad na životní prostředí má výběr betonárky s ohledem na cenu, kvalitu či platební podmínky dodavatele betonu. Větší vliv má případ, kdy je betonárka vzdálena řádově desítky km. Neuspokojivého výsledku je dosaženo tehdy, když specifický materiál vezeme na vzdálenost stovek km i přes to, že jede jen pár kamionů.

V poslední kapitole praktické části jsem stavbu umisťoval na různě kvalitní půdu. Peněžní hodnota zastavěné půdy je vyjádřena přímo v zákoně formou odvodů za trvalé odnětí ze ZPF, jde ale jen o politické rozhodnutí. Výsledkem je, že i když zastavěním nenávratně znehodnotíme tu nejkvalitnější půdu v ČR, odvody pro zmiňovaný rodinný dům nedosáhnou ani na 1% ceny celé stavby.

Seznam bibliografických odkazů

- 1 *Worldometers* [online]. Worldometers [cit. 30.12.2019]. Dostupné z: <https://www.worldometers.info/co2-emissions/>
- 2 *Worldometers* [online]. Worldometers [cit. 30.12.2019]. Dostupné z: <https://www.worldometers.info/co2-emissions/czechia-co2-emissions/>
- 3 Khajlová, V. Pavelčík P. *Metodika stanovení uhlíkové stopy podniku a postup pro její snížení* [online]. Praha: CI2, o. p. s., 2016 [cit. 30.12.2019]. ISBN: 978-80-906341-3-8 Dostupné z: https://ci2.co.cz/sites/default/files/souboryredakce/metodika_final_vystup.pdf
- 4 TOFEL, Jan. *Reálný potenciál obnovitelných zdrojů energie v České republice*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 32 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Vítězslav Máša, Ph.D. In: VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ [online]. 2011 [cit. 30.12.2019]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=40198
- 5 *Mendelova univerzita v Brně* [online]. © 2018 Mendelova univerzita v Brně [cit. 30.12.2019]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=54164
- 6 Global Footprint Network. *ECOLOGICAL FOOTPRINT AND BIOCAPACITY, 2007*. [online]. © 2003 - 2020 Global Footprint Network [cit. 30.12.2019]. Dostupné z: http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/2010_NFA_data_tables.xls
- 7 *VÚMOP - Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.* [online]. eKatalog BPEJ © VÚMOP v.v.i. - Půdní služba, © 2019 [cit. 08.01.2020]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/>
- 8 *Klub Vodních Strážců* [online]. Copyright ©2010, Pražské vodovody a kanalizace a. s. [cit. 01.01.2020]. Dostupné z: <https://vodnistrazci.cz/vse-o-vode/zivotni-prostredi/vodni-stopa.html>

- 9 *Envimat* [online]. © Envimat.cz, 2010 - 2020 [cit. 01.01.2020]. Dostupné z: <http://www.envimat.cz/metodika/kalkulacka/>
- 10 Khajlová, V. Pavelčík P. *Metodika stanovení uhlíkové stopy podniku a postup pro její snížení* [online]. Praha: CI2, o. p. s., 2016 [cit. 01.01.2020]. ISBN: 978-80-906341-3-8 Dostupné z: https://ci2.co.cz/sites/default/files/souboryredakce/metodika_final_vystup.pdf
- 11 *European Environment Agency*. [online]. Creative commons license, 2020 [cit. 02.01.2020]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps>
- 12 PROKOPEC, Petr. Průměrná spotřeba aut poprvé v novém miléniu stoupá. A downsizing za to nemůže. In: *Autoforum.cz* [online]. 25.12.2017 [cit. 02.01.2020]. Dostupné z: <https://www.autoforum.cz/zajimavosti/prumerna-spotreba-aut-poprve-v-novem-mileniu-stoupa-a-downsizing-za-to-nemuze/>
- 13 *Average passenger aircraft emissions and energy consumption per passenger kilometre in Finland 2008* [online]. LIPASTO. [cit. 02.01.2020]. Dostupné z: <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/ilmailiikenne/ilmae.htm>
- 14 *Envimat* [online]. © Envimat.cz, 2010 - 2020 [cit. 02.01.2020]. Dostupné z: <http://www.envimat.cz/metodika/pojmy/>
- 15 Danešová, Daniela. Kupsa, Tomáš. Zwiener, Viktor. Certifikační systémy budov v České republice. In: *Atelier DEK* [online]. 2012 [cit. 02.01.2020]. Dostupné z: <https://atelier-dek.cz/certifikacni-systemy-budov-v-ceske-republice-526>
- 16 Vochoc, L. Hodková, J., Lupíšek, A., Mančík, Š. Envimat – vliv stavebních konstrukcí a materiálů na životní prostředí. In: *Atelier DEK* [online]. 23.04.2012 [cit. 02.01.2020]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/hruba-stavba/8519-envimat-vliv-stavebnich-konstrukci-a-materialu-na-zivotni-prostredi>
- 17 Evropská komise. *Pokyny týkající se osvědčených postupů pro omezení zakrývání půdy, zmírnění jeho důsledků a jeho kompenzaci* [online] Lucemburk: Úřad

pro publikace Evropské unie, 2012 [cit. 03.01.2020]. ISBN 978-92-79-26206-7. DOI: 10.2779/7291. Dostupné z:

https://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/pub/soil_cs.pdf

18 *Ministerstvo zemědělství ČR* [online]. © 2009-2020 Ministerstvo zemědělství [cit. 03.01.2020]. Dostupné z:

<http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/zastavovani-uzemi/>

19 Informace poskytl Lukáš ZDICHYNEC, projektant dřevostaveb a zaměstnanec A T R I U M , s. r. o.. Malý Kozí Hřbet 31.12.2019

20 *Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p.* [online]. © 2020 TZÚS, s.p.[cit. 04.01.2020]. Dostupné z:

<https://www.tzus.cz/sluzby/certifikace-budov/prohlaseni-epd-lca-analyza/lca-analyza>

21 *CENIA*. česká informační agentura životního prostředí [online]. © 2020 CENIA, česká informační agentura životního prostředí. [cit. 04.01.2020]. Dostupné z:

<https://www.cenia.cz/spolecenska-odpovednost/epd/>

22 Zákon č. 334/1992 Sb. ze dne 10. února 2015, o ochraně zemědělského půdního fondu. Příl. Sazebník odvodů za odnětí půdy ze zemědělského půdního fondu. Část D

23 Informace poskytla Jana NOVOTNÁ, technický poradce Wienerberger s.r.o.. Praha 05.12.2019

24 GLOBAL 2000 Verlagsges.m.b.H., Neustiftgasse 36, 1070 Vídeň. *Skryté následky*. Jak plýtvání surovinami v Evropě přispívá ke sporům o půdu ve světě. [online]. Umweltschutzorganisation GLOBAL 2000 [cit. 01.01.2012]. Dostupné z:

https://www.hnutiduha.cz/sites/default/files/publikace/2013/03/plytvani_surovinami.pdf

25 Informace poskytla Anna KÁRNÍKOVÁ, Hnutí DUHA – Friends of the Earth Czech Republic. Brno 09.01.2020

Použité nástroje a software

Acrobat Reader DC 2019

AutoCAD Architecture 2018

Envimat

Excel 2013

Chrome

KROS 4

Národní Kalkulační Nástroj II

PDF24 Tools

PDF-XChange Editor

Windows 10 Pro

Word 2013

Přílohy

Seznam příloh

A Rozpočet s výkazem výměr a s názvem přiděleného materiálu v databázi Ecoinvent

Varianta 1: Porotherm 38 T Profi Dryfix + ŽB stropy

Varianta 2: Dřevostavba

B Průkaz energetické náročnosti budovy

Příloha B Průkazy energetické náročnosti budov jsou součástí tištěné verze.

1: Porotherm 38 T Profi Dryfix + ŽB stropy

Grafické znázornění PENB

Protokol PENB

Energetické potřeby budovy

2: Dřevostavba

Grafické znázornění PENB

Protokol PENB

Energetické potřeby budovy

C Výkresová dokumentace

Příloha C Výkresová dokumentace je součástí tištěné verze.

Půdorys 1. NP

Půdorys 2. NP

Řez A-A

Řez B-B



FAKULTA
APLIKOVANÝCH VĚD
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI

KATEDRA MECHANIKY

Přílohy diplomové práce

Vliv staveb na životní prostředí z pohledu materiálu a umístění

Student:	Bc. Petr Stulík
Osobní číslo:	A18N0078P
Studijní obor:	3607T050 Stavitelství
Studijní program:	N3607 Stavební inženýrství
Vedoucí práce:	Ing. Petr Kesl, Ph.D.
Místo:	Plzeň
Datum:	leden 2020

Příloha A

Rozpočet s výkazem výměr a s názvem
přiděleného materiálu v databázi
Ecoinvent

Varianta 1: Porotherm 38 T Profi Dryfix + ŽB stropy

Varianta 2: Dřevostavba

Varianta 1: Porotherm 38 T Profi Dryfix + ŽB stropy

Položka	Měrná jednotka	Množství	Jednotková cena [Kč]	Celková cena [Kč]	Materiál dle databáze Ecoinvent
Zemní práce				208 609	
Hloubení rýh šířky do 800 mm (hloubení na úroveň 201,0 - předpokládaná úroveň písku) - v ceně svahování, pažení v případě nutnosti	m3	72,02	1 046,40	75 364	Hlína těžená
Hloubení jam nezapažených, včetně geodetického zaměření, nakládání vodorovného přemístění na stavbě, odvozu na deponii, včetně skládkovného	m3	146,27	872,00	127 551	Hlína těžená
Zpětný zásyp se zhutněním (deponie materiálu pro zásyp na pozemku staveniště)	m3	19,00	299,75	5 695	Hlína těžená
Zakládání				168 263	
Základové pasy z betonu prostého C16/20 (včetně založení opěrné stěny)	m3	12,97	3 008,40	39 023	Beton, základové desky a pasy
Základové zdivo z tvárnice ztraceného bednění tl. 300mm + beton C25/30 + výztuž B500B (předpoklad založení na úrovni 201,0)	m2	108,22	1 782,15	23 117	-
- Beton prostý	m3	32,46	-	-	Beton prostý
- výztuž B500B (60 kg/m3)	t	0,19	-	-	Ocel, výztuž do betonu
Podkladní beton tl. 50mm vyztužen KARI sítí	m3	3,65	2 888,50	10 533	Beton, základové desky a pasy
KARI síť do podkladového betonu	m2	72,93	95,38	6 956	Ocel, výztuž do betonu
Základová deska ze ŽB C25/30 vyztužená u obou povrchů KARI sítěmi	m3	14,08	3 466,20	48 790	Beton, základové desky a pasy
2 x kari síť do základové desky (horní a dolní povrch desky) - 150 x 150, tl 8 mm	m2	93,84	288,85	27 106	Ocel, výztuž do betonu
Zhutněný štěrkopísek, tl. 150mm pod základovou desku	m3	10,94	910,15	9 957	-
- Štěrka	m3	5,47	-	-	Štěrka, bez rozlišení
- Písek	m3	5,47	-	-	Písek
Zhutněný štěrkopísek, tl. 150mm pod terasu v 1.NP	m3	3,06	910,15	2 782	-
- Štěrka	m3	1,53	-	-	Štěrka, bez rozlišení
- Písek	m3	1,53	-	-	Písek
Svislé konstrukce				358 725	
Zdivo POROTHERM 38 T Profi Dryfix	m2	167,39	1 591,40	266 376	-
- Cihla plná pálená (95,4 % hmotnosti tvárnice)	kg	40 112,94	-	-	Cihla plná pálená
- Minerální vlna kamenná - čedič a vápenec (4,6 % hmotnosti tvárnice)	kg	1 934,17	-	-	Minerální vlna, kamenná

Zdivo Porotherm 25 AKU Z Profi P15	m2	25,46	975,55	24 833	Cihla plná pálená
Zdivo POROTHERM 11,5 Profi DRYFIX P10	m2	100,08	615,85	61 636	Cihla plná pálená
Zdivo POROTHERM 8 P10	m2	11,12	528,65	5 879	Cihla plná pálená
Vodorovné konstrukce				401 703	
Stropy deskové ze ŽB C25/30 XC1	m3	34,41	6 801,60	234 011	Beton vysokopevnostní
Výztuž stropů betonářskou ocelí B500B včetně smykové výztuže a Kari sítě viz TZ - ODHAD stupně vyztužení 160 kg/m3	t	5,50	27 250,00	150 007	Ocel, výztuž do betonu
Průvlak ze ŽB C25/30 XC1	m3	1,28	7 466,50	9 520	Beton vysokopevnostní
Výztuž průvlaků betonářskou ocelí B500B viz TZ - ODHAD stupně vyztužení 235 kg/m3	t	0,30	27 250,00	8 165	Ocel, výztuž do betonu
Schodišřové konstrukce				33 722	
Schodišře monolitické ze ŽB C25/30 XC1, 17x180x265 včetně výztuže	kpl	1,00	33 721,88	33 722	
- Schodišře deskové ze ŽB C25/30 XC1	m3	1,26	-	-	Beton vysokopevnostní
- Výztuž schodišře betonářskou ocelí B500B včetně smykové výztuže a - ODHAD stupně vyztužení 185 kg/m3	t	0,02	-	-	Ocel, výztuž do betonu
Úpravy povrchů vnitřní				216 357	
Vnitřní sádrová omítka ŽB stropů, včetně penetrace	m2	115,60	321,55	37 171	Omítka sádrová
Sádrová omítka stěn vnitřních zděných, - omítka vnitřní - jednovrstvá sádrová omítka s hlazeným povrchem Baumit Racio Glatt, vč. Baumit vyrovnáče násákavosti	m2	344,11	299,75	103 148	Omítka sádrová
Keramický obklad - vnitřní stěny, včetně ostění oken a dveřů, cena obsahuje kompletní provedení keramického obkladu, včetně přípravy podkladu a podkladních vrstev, osazení systémových prvků, systémových ochran rohů - L lišty broušený nerez, spárování apod..., cena včetně prořezů - MOC obkladů 500,-/m2	m2	40,87	1 446,98	59 140	
- Dlažba keramická, obklad, tl. 12 mm			-	-	Dlažba keramická, obklad
- Lepící tmel, tl. 5 mm			-	-	Malta cementová
Malba - vnitřní stěny a stropy (podkladem šterka, omítka a SDK), včetně ostění oken a dveřů, cena obsahuje kompletní provedení finální otěruvzdorné malby 2x, včetně ochrany instalovaných prvků proti znečištění (ref. Primalex Polar)	m2	442,94	38,15	16 898	Štuk sádrový
Úprava povrchů vnější				131 749	
Vnější vápenocementová omítka tl. 20 mm, hlazená, ručně přeštukovaná	m2	217,98	419,65	91 473	Omítka vápenocementová
Tepelná izolace XPS pod úrovní terénu tl. 100mm	m2	70,58	517,75	36 543	Polystyren extrudovaný XPS
Úprava soklu - marmolit	m2	10,05	371,59	3 733	Omítka s organickým pojivem
SDK konstrukce				9 661	

SDK podhled deska 1xH2 12,5 bez TI dvouvrstvá spodní kce profil CD+UD, (např. Knauf D112 nebo D113 s deskou GREEN tl. 12,5 na kci z CD), plocha vč. Čel SDK	m2	10,61	615,85	6 534	Sádrokartonová deska
SDK předstěny, deska 2xH2 12 (např. Knauf s deskou GREEN tl. 12,5 na kci z CD)	m2	4,52	692,15	3 127	Sádrokartonová deska
Podlahové konstrukce				472 784	
P01 - skladba podlahy dle PD bez nášlapných vrstev a bez hydroizolace	m2	77,10	1 275,30	98 326	-
- Samonivelační potěr CEMFLOW CF25, tl. 58 mm	m3	4,47	-	-	Cementový potěr, litý, podlahový
- Systémová deska EPS s nopy pro instalaci podlahového vytápění, tl. 50 mm	m3	3,86	-	-	Polystyren pěnový EPS, desky
- Tepelná izolace podlahový polystyrén EPS - T 4000, tl. 120 mm	m3	9,25	-	-	Polystyren pěnový EPS, desky
P02 - skladba podlahy dle PD bez nášlapných vrstev	m2	56,60	697,60	39 484	-
- Samonivelační potěr CEMFLOW CF25, tl. 53 mm	m3	3,00	-	-	Cementový potěr, litý, podlahový
- Systémová deska EPS s nopy pro instalaci podlahového vytápění, tl. 50 mm	m3	2,83	-	-	Polystyren pěnový EPS, desky
- Akustické izolační podlahové desky, tl. 30 mm	m3	1,70	-	-	Polystyren pěnový EPS, desky
P03 - skladba podlahy dle PD bez nášlapných vrstev	m2	6,00	806,60	4 840	-
- Samonivelační potěr CEMFLOW CF25, tl. 53 mm	m3	0,32	-	-	Cementový potěr, litý, podlahový
- Systémová deska EPS s nopy pro instalaci podlahového vytápění, tl. 50 mm	m3	0,30	-	-	Polystyren pěnový EPS, desky
- Akustické izolační podlahové desky, tl. 30 mm	m3	0,18	-	-	Polystyren pěnový EPS, desky
P04 - skladby podlahy na terase ve složení :	m2	14,60	2 907,03	42 443	
- hydroizolace mPVC folie min. tl.1,8	m3	0,03	-	-	Polyetylen LDPE
- betonová mazanina B20/25	m3	0,73	-	-	Cementový potěr, litý, podlahový
- síť 100x100/4	m2	14,60	-	-	Ocel, výztuž do betonu
- Baunit separační fólie PE, přelepené spoje	m3	0,03	-	-	Polyetylen LDPE
- tepelný izolant, desky EPS 100 S tl. 2 x 100 mm (do větších tlouštěk spádové vrstvy než 60mm vložit ještě 20mm desku tepelného izolantu)	m3	4,09	-	-	Polystyren pěnový EPS, desky
- SBS modifikovaný asfaltový pás, (např. Glastek 40 Special Mineral) celoplošně natavený k podkladu	m3	0,06	-	-	Živičná (asfaltová) pojídková hmota, lepicí za tepla
- asfaltový penetrační nátěr (např. Dekprimer)	m3	0,01	-	-	Asfaltový nátěr
Keramická dlažba - koupelna + WC + zádveří včetně soklu - materiál v MOC 500,-/m2	m2	13,20	1 365,23	18 021	-
- Dlažba keramická, obklad, tl. 12 mm			-	-	Dlažba keramická, obklad
- Lepicí tmel, tl. 5 mm			-	-	Malta cementová
Třívrstvá dubová podlaha včetně soklových a přechodových lišt	m2	126,50	1 188,10	150 295	-
- Třívrstvá dubová lamelová podlaha, tl. 13 mm			-	-	Laminovaná deska, třívrstvá
- Lepicí hmota parketová, tl. 4 mm			-	-	Malta cementová

Podlaha terasy 2.NP - dřevěná podlaha na terasovém roštu (jednotný materiál) - referenčně Bangkirai tl. 25 mm, cena včetně ukončovacích systémových profilů, spojovacího materiálu	m2	14,60	3 377,91	49 317	Řezivo, tvrdé dřevo, neopracované, na vzduchu / uměle sušené 10%
Podlaha terasy 1.NP - dřevěná podlaha na terasovém roštu (jednotný materiál), podloženo betonovými terči do štěrku - referenčně Bangkirai tl. 25 mm, cena včetně ukončovacích systémových profilů, spojovacího materiálu	m2	21,29	3 290,71	70 059	Řezivo, tvrdé dřevo, neopracované, na vzduchu / uměle sušené 10%
				87 535	
Izolace proti vodě					
Hydroizolace spodní stavby - asfaltové pásy, ochrana před radonem (střední radonové riziko)	m2	179,90	456,00	82 035	Živičná (asfaltová) pojidlová hmota, lepící za tepla
Hydroizolační stěrka v koupelnách včetně ostříkovaných ploch kolem vany/sprchy	m2	8,93	615,85	5 501	Asfaltový nátěr
				119 213	
Povlakové krytiny - střecha					
P05 - nepochozí plochá - kompletní skladba včetně zateplení atiky a světlíku, vytažení hydroizolační vrstvy na vnější hranu atiky a světlíku ve výšce nutné dle ČSN	m2	81,01	1 471,58	119 213	
- Kačírek tl. 50 mm	m3	4,05	-	-	Štěrk, valounky
- hydroizolace SBS modifikovaný asfaltový pás tl.4mm s posypem, pochozí (např.Elastek 40 special dekor)	m3	0,32	-	-	Živičná (asfaltová) pojidlová hmota, lepící za tepla
- hydroizolace SBS modifikovaný asfaltový pás tl.4mm	m3	0,32	-	-	Živičná (asfaltová) pojidlová hmota, lepící za tepla
- tepelný izolant, desky EPS 100 S tl. 2 x 100 mm	m3	16,20	-	-	Polystyren pěnový EPS, desky
- tepelný izolant, desky EPS 100 S (spádové klíny, spád 2 %)	m3	6,48	-	-	Polystyren pěnový EPS, desky
- SBS modifikovaný asfaltový pás, (např. Glastek 40 Special Mineral) celoplošně natavený k podkladu	m3	0,32	-	-	Živičná (asfaltová) pojidlová hmota, lepící za tepla
- asfaltový penetrační nátěr (např. Dekprimer)	m3	0,03	-	-	Asfaltový nátěr
Konstrukce truhlářské					
- Dveře bytové včetně kování, těsnění, a klíčů - kompletní dodávka a montáž, včetně zarážek dveří lepených na stěnu				216 497	
D01 - dle specifikace PD, bezpečnostní třída 3, vhodné do venkovního prostředí, referenčně výrobce NEXT	kus	1,00	89 837,80	89 838	Dveře, venkovní, dřevoskleněné
D02 - dle specifikace PD, referenčně výrobce LIGNIS, dýha BUK/DUB	kus	5,00	15 470,37	77 352	Dveře, vnitřní, dřevěné
D03 - dle specifikace PD, referenčně výrobce LIGNIS, dýha BUK/DUB	kus	2,00	15 470,37	30 941	Dveře, vnitřní, dřevěné
D04 - dle specifikace PD - dveře na terasu 2.NP - provedení dtto jako okna	kus	1,00	18 366,50	18 367	
- Okenní rám, dřevěný	m	5,70	-	-	Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K
- Zasklení, trojsklo	m2	1,48	-	-	Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m2K

- Okna včetně vnitřních dřevěných parapetů (DUB/BUK) a venkovních parapetů pozink v barvě RAL, parozábrany a pojistné hydroizolace, třída zvukové izolace dle PD, rámy oken EURO smrk tl. 94 mm, izolační trojskla				197 452	
O01 - dle specifikace PD	kus	1,00	15 999,90	16 000	
- Okenní rám, dřevěný	m	5,60	-	-	Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K
- Zasklení, trojsklo	m2	1,69	-	-	Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m2K
O02 - dle specifikace PD	kus	1,00	7 505,40	7 505	
- Okenní rám, dřevěný	m	2,60	-	-	Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K
- Zasklení, trojsklo	m2	0,30	-	-	Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m2K
O03 - dle specifikace PD	kus	2,00	21 131,25	42 263	
- Okenní rám, dřevěný	m	15,40	-	-	Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K
- Zasklení, trojsklo	m2	4,08	-	-	Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m2K
O04 - dle specifikace PD	kus	1,00	30 054,15	30 054	
- Okenní rám, dřevěný	m	4,60	-	-	Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K
- Zasklení, trojsklo	m2	0,83	-	-	Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m2K
O05 - dle specifikace PD	kus	1,00	12 285,00	12 285	
- Okenní rám, dřevěný	m	4,60	-	-	Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K
- Zasklení, trojsklo	m2	0,85	-	-	Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m2K
O15 - D + M střešního světlíku dle PD - systémový světlík otvíravý VELUX s plochým zasklením, ovládání otevírání pro větrání dotykovým dálkovým ovladačem, vestavěný závěs pro žebřík	kpl	1,00	17 222,00	17 222	
- Okenní rám, dřevěný	m	3,80	-	-	Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K
- Zasklení, trojsklo	m2	0,70	-	-	Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m2K
O17 - dle specifikace PD	kus	1,00	72 123,49	72 123	
- Okenní rám, dřevěný	m	27,00	-	-	Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K
- Zasklení, trojsklo	m2	13,20	-	-	Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m2K
- Rolety - instalace do podomítkových systémových kastlíků (referenčně dodavatel Isotra, a.s.)				90 552	
O01 - D + M okenní rolety do podomítkového kastlíku, hliníkové lamely, elektricky ovládané	kus	1,00	7 421,63	7 422	Hliník, výrobní mix
O02 - D + M okenní rolety do podomítkového kastlíku, hliníkové lamely, elektricky ovládané	kus	1,00	4 471,14	4 471	Hliník, výrobní mix
O17 -D + M okenní rolety do podomítkového kastlíku, hliníkové lamely, elektricky ovládané, dveře samostatně	kus	1,00	43 637,11	43 637	Hliník, výrobní mix

O03 - D + M okenní rolety do podomítkového kastlíku, hliníkové lamely, elektricky ovládané	kus	2,00	8 629,07	17 258	Hliník, výrobní mix
O04 - D + M okenní rolety do podomítkového kastlíku, hliníkové lamely, elektricky ovládané	kus	1,00	11 352,48	11 352	Hliník, výrobní mix
O05 - D + M okenní rolety do podomítkového kastlíku, hliníkové lamely, elektricky ovládané	kus	1,00	6 411,51	6 412	Hliník, výrobní mix
Konstrukce zámečnické - žárový pozink s povrchovou úpravou komaxit v RAL dle výběru architekta				84 908	
D+M ocelové zábradlí terasy dle specifikace	m	13,75	4 196,50	57 702	Ocel, chromová 18/8
D+M ocelové zábradlí francouzského okna	kpl	1,00	8 698,20	8 698	Ocel, chromová 18/8
Madlo vnitřního schodiště - nerez	m	6,00	1 722,20	10 333	Ocel, chromová 18/8
Markýza nad vstupem do domu - bezpečnostní mléčné sklo, nerez kování - typový výrobek	kpl	1,00	8 175,00	8 175	
- nerez kování - typový výrobek	m	3,40	-	-	Ocel, chromová 18/8
- bezpečnostní mléčné sklo	m2	1,20	-	-	Tabulové sklo, potažené
Konstrukce klempířské				56 081	
Oplechování střešní atiky včetně podkladní OSB desky - plech pozink v barvě RAL	bm	49,00	1 144,50	56 081	
- OSB deska tl. 22 mm	m3	0,54	-	-	OSB deska
- plech pozink tl. 0,55 mm	m3	0,02	-	-	Ocel, nelegovaná
Ostatní				15 137	
Okapový chodníček z praného kačírku, š. 30cm, hl. 20cm, včetně betonového obrubníku	bm	32,60	464,34	15 137	
- Kačírek	m3	1,96	-	-	Štěrka, valounky
- betonový obrubník	m3	0,75	-	-	Beton prostý
Stavebně konstrukční řešení - Celkem				2 868 949	

Varianta 2: Dřevostavba

Položka	Měrná jednotka	Množství	Jednotková cena [Kč]	Celková cena [Kč]	Materiál dle databáze Ecoinvent
Zemní práce				208 609	
Hloubení rýh šířky do 800 mm (hloubení na úroveň 201,0 - předpokládaná úroveň písku) - v ceně svahování, pažení v případě nutnosti	m3	72,02	1 046,40	75 364	Hlína těžená
Hloubení jam nezapažených, včetně geodetického zaměření, nakládání vodorovného přemístění na stavbě, odvozu na deponii, včetně skládkovného	m3	146,27	872,00	127 551	Hlína těžená
Zpětný zásyp se ztuhnutím (deponie materiálu pro zásyp na pozemku staveniště)	m3	19,00	299,75	5 695	Hlína těžená
Zakládání				168 263	
Základové pasy z betonu prostého C16/20 (včetně založení opěrné stěny)	m3	12,97	3 008,40	39 023	Beton, základové desky a pasy
Základové zdivo z tvárnice ztraceného bednění tl. 300mm + beton C25/30 + výztuž B500B (předpoklad založení na úrovni 201,0)	m2	108,22	1 782,15	23 117	-
- Beton prostý	m3	32,46	-	-	Beton prostý
- výztuž B500B (60 kg/m3)	t	0,19	-	-	Ocel, výztuž do betonu
Podkladní beton tl. 50mm vyztužen KARI sítí	m3	3,65	2 888,50	10 533	Beton, základové desky a pasy
KARI síť do podkladového betonu	m2	72,93	95,38	6 956	Ocel, výztuž do betonu
Základová deska ze ŽB C25/30 vyztužená u obou povrchů KARI sítěmi	m3	14,08	3 466,20	48 790	Beton, základové desky a pasy
2 x kari síť do základové desky (horní a dolní povrch desky) - 150 x 150, tl 8 mm	m2	93,84	288,85	27 106	Ocel, výztuž do betonu
Ztuhnutý štěrkopísek, tl. 150mm pod základovou desku	m3	10,94	910,15	9 957	-
- Štěrka	m3	5,47	-	-	Štěrka, bez rozlišení
- Písek	m3	5,47	-	-	Písek
Ztuhnutý štěrkopísek, tl. 150mm pod terasu v 1.NP	m3	3,06	910,15	2 782	-
- Štěrka	m3	1,53	-	-	Štěrka, bez rozlišení
- Písek	m3	1,53	-	-	Písek
Svislé konstrukce				837 185	
OBVODOVÝ PANEL	m2	192,84	845,82	163 108	-
Dřevěná rámová konstrukce	m2	192,84	2 379,20	458 806	-
- Lepené lamelové dřevo 140x160 po 0,4 m	m3	10,80	-	-	Lepené lamelové dřevo, vnitřní

- Minerální vlna kamenná	m3	20,06	-	-	Minerální vlna, kamenná
Lisovaná dřevovláknitá deska	m3	11,57	-	-	Dřevovláknitá deska měkká
Femacell Vapor	m3	2,41	-	-	Sádrovláknitá deska
Předstěna - rošt z latí	m2	192,84	-	-	-
- Latě 60x60 mm	m3	2,78	-	-	Řezivo, měkké dřevo, neopracované, uměle sušené 10%
- Minerální vlna kamenná	m3	8,79	-	-	Minerální vlna, kamenná
Femacell	m2	2,89	-	-	Sádrovláknitá deska
PŘÍČKOVÝ PANEL	m2	111,20	1 935,82	215 270	-
Femacell	m3	1,67	-	-	Sádrovláknitá deska
Dřevěná rámová konstrukce	m2	111,20	-	-	-
- Latě 60x60 mm	m3	4,45	-	-	Řezivo, měkké dřevo, neopracované, uměle sušené 10%
- Minerální vlna kamenná	m3	6,67	-	-	Minerální vlna, kamenná
Femacell	m2	1,67	-	-	Sádrovláknitá deska
Vodorovné konstrukce				484 310	
STŘEŠNÍ KONSTRUKCE	m2	82,29	845,82	69 603	-
Nosná konstrukce	m2	82,29	3 065,85	252 290	-
- Lepené lamelové dřevo (100x220mm) po 1 m	m3	1,81	-	-	Lepené lamelové dřevo, vnitřní
- Minerální vlna	m3	16,29	-	-	Minerální vlna, kamenná
Femacell Vapor	m3	1,03	-	-	Sádrovláknitá deska
Dřevěný rošt 60/50 mm (120x120 cm)	-	-	-	-	-
- Latě 60x50 mm	m3	0,01	-	-	Řezivo, měkké dřevo, neopracované, uměle sušené 10%
- Minerální vlna	m3	0,09	-	-	Minerální vlna, kamenná
Dřevěný rošt 60/50 mm (120x120 cm) - křížem	-	-	-	-	-
- Latě 60x50 mm	m3	0,41	-	-	Řezivo, měkké dřevo, neopracované, uměle sušené 10%
- Minerální vlna	m3	4,53	-	-	Minerální vlna, kamenná
Sádrokarton RB	m3	1,03	-	-	Sádrokartonová deska
STROP 1.NP	m2	66,68	2 435,82	162 417	-
Prkenný záklop	m3	1,47	-	-	Řezivo, tvrdé dřevo, neopracované, na vzduchu / uměle sušené 10%
Nosná konstrukce	m2	66,68	-	-	-
- Lepené lamelové dřevo (160x220mm) po 1 m	m3	4,69	-	-	Lepené lamelové dřevo, vnitřní
- Minerální vlna	m3	9,98	-	-	Minerální vlna, kamenná
Latě 40x18 mm po 0,5 m	m3	0,10	-	-	Řezivo, měkké dřevo, neopracované, uměle sušené 10%
Sádrokarton RB	m3	0,83	-	-	Sádrokartonová deska
Schodišťové konstrukce				33 722	

Schodiště dřevěné, 17x180x265	m3	1,26	26 836,61	33 722	Řezivo, tvrdé dřevo, neopracované, na vzduchu / uměle sušené 10%
Úpravy povrchů vnitřní					76 038
Keramický obklad - vnitřní stěny, včetně ostění oken a dveří, cena obsahuje kompletní provedení keramického obkladu, včetně přípravy podkladu a podkladních vrstev, osazení systémových prvků, systémových ochran rohů - L lišty broušený nerez, spárování apod..., cena včetně prořezů - MOC obkladů 500,-/m2	m2	40,87	1 446,98	59 140	
- Dlažba keramická, obklad, tl. 12 mm			-	-	Dlažba keramická, obklad
- Lepicí tmel, tl. 5 mm			-	-	Malta cementová
Malba - vnitřní stěny a stropy (podkladem stěrka, omítka a SDK), včetně ostění oken a dveří, cena obsahuje kompletní provedení finální otěruvzdorné malby 2x, včetně ochrany instalovaných prvků proti znečištění (ref. Primalex Polar)	m2	442,94	38,15	16 898	Štuk sádrový
Úprava povrchů vnější					232 756
Strukturální omítka	m3	0,46	314,74	71 767	Omítka vápenocementová
Armovací síťka s tmelem	m3	1,37	706,02	160 989	Omítka s organickým pojivem
SDK konstrukce					9 661
SDK podhled deska 1xH2 12,5 bez TI dvouvrstvá spodní kce profil CD+UD, (např. Knauf D112 nebo D113 s deskou GREEN tl. 12,5 na kci z CD), plocha vč. Čel SDK	m2	10,61	615,85	6 534	Sádrokartonová deska
SDK předstěny, deska 2xH2 12 (např.Knauf s deskou GREEN tl. 12,5 na kci z CD)	m2	4,52	692,15	3 127	Sádrokartonová deska
Podlahové konstrukce					489 863
P01 - skladba podlahy dle PD bez nášlapných vrstev a bez hydroizolace	m2	77,10	1 365,30	105 265	-
- Samonivelační potěr CEMFLOW CF25, tl. 58 mm	m3	4,47	-	-	- Cementový potěr, litý, podlahový
- Systémová deska EPS s nopy pro instalaci podlahového vytápění, tl. 50 mm	m3	3,86	-	-	- Polystyren pěnový EPS, desky
- Tepelná izolace podlahový polystyrén EPS - T 4000, tl. 200 mm	m3	15,42	-	-	- Polystyren pěnový EPS, desky
P02 - skladba podlahy dle PD bez nášlapných vrstev	m2	56,60	789,60	44 691	-
- Samonivelační potěr CEMFLOW CF25, tl. 53 mm	m3	3,00	-	-	- Cementový potěr, litý, podlahový

- Systémová deska EPS s nopy pro instalaci podlahového vytápění, tl. 50 mm	m3	2,83	-	-	- Polystyren pěnový EPS, desky
- Akustické izolační podlahové desky, tl. 80 mm	m3	4,53	-	-	- Polystyren pěnový EPS, desky
- Minerální vata, tl. 40 mm	m3	2,26	-	-	- Minerální vlna, kamenná
P03 - skladba podlahy dle PD bez nášlapných vrstev	m2	6,00	898,60	5 392	-
- Samonivelační potěr CEMFLOW CF25, tl. 53 mm	m3	0,32	-	-	- Cementový potěr, litý, podlahový
- Systémová deska EPS s nopy pro instalaci podlahového vytápění, tl. 50 mm	m3	0,30	-	-	- Polystyren pěnový EPS, desky
- Akustické izolační podlahové desky, tl. 80 mm	m3	0,48	-	-	- Polystyren pěnový EPS, desky
- Minerální vata, tl. 40 mm	m3	0,24	-	-	- Minerální vlna, kamenná
P04 - skladby podlahy na terase ve složení :	m2	14,60	2 907,03	42 443	
- hydroizolace mPVC folie min. tl.1,8	m3	0,03	-	-	- Polyetylen LDPE
- betonová mazanina B20/25	m3	0,73	-	-	- Cementový potěr, litý, podlahový
- síť 100x100/4	m2	14,60	-	-	- Ocel, výztuž do betonu
- Baumit separační fólie PE, přelepené spoje	m3	0,03	-	-	- Polyetylen LDPE
Prkenný záklop	m3	0,32	13 636,36	4 380	Řezivo, tvrdé dřevo, neopracované, na vzduchu / uměle sušené 10%
Keramická dlažba - koupelna + WC + zádveří včetně soklu - materiál v MOC 500,-/m2	m2	13,20	1 365,23	18 021	-
- Dlažba keramická, obklad, tl. 12 mm			-	-	- Dlažba keramická, obklad
- Lepicí tmel, tl. 5 mm			-	-	- Malta cementová
Třívrstvá dubová podlaha včetně soklových a přechodových lišt	m2	126,50	1 188,10	150 295	-
- Třívrstvá dubová lamelová podlaha, tl. 13 mm			-	-	- Laminovaná deska, třívrstvá
- Lepicí hmota parketová, tl. 4 mm			-	-	- Malta cementová
Podlaha terasy 2.NP - dřevěná podlaha na terasovém roštu (jednotný materiál) - referenčně Bangkirai tl. 25 mm, cena včetně ukončovacích systémových profilů, spojovacího materiálu	m2	14,60	3 377,91	49 317	Řezivo, tvrdé dřevo, neopracované, na vzduchu / uměle sušené 10%
Podlaha terasy 1.NP - dřevěná podlaha na terasovém roštu (jednotný materiál), podloženo betonovými terči do štěrku - referenčně Bangkirai tl. 25 mm, cena včetně ukončovacích systémových profilů, spojovacího materiálu	m2	21,29	3 290,71	70 059	Řezivo, tvrdé dřevo, neopracované, na vzduchu / uměle sušené 10%
Izolace proti vodě				87 535	
Hydroizolace spodní stavby - asfaltové pásy, ochrana před radonem (střední radonové riziko)	m2	179,90	456,00	82 035	Živičná (asfaltová) pojídková hmota, lepicí za tepla

Hydroizolační stěrka v koupelnách včetně ostříkových ploch kolem vany/sprchy	m2	8,93	615,85	5 501	Asfaltový nátěr
Povlakové krytiny - střecha					83 449
P05 - nepochozí plochá - kompletní skladba dle ČSN	m2	81,01	1 030,11	83 449	
mPVC krytina	m3	0,12	-	-	Polyetylen LDPE
- tepelný izolant, desky EPS 100 S (spádové klíny, spád 2 %)	m3	6,48	-	-	Polystyren pěnový EPS, desky
Dřevěný rošt 60/120 mm (rošt 110 x 125 cm)	m3	1,02			
- Minerální vata, tl. 50 mm	m3	3,65	-	-	Minerální vlna, kamenná
Konstrukce truhlářské					
- Dveře bytové včetně kování, těsnění, a klíčů - kompletní dodávka a montáž, včetně zarážek dveří lepených na stěnu					216 497
D01 - dle specifikace PD, bezpečnostní třída 3, vhodné do venkovního prostředí, referenčně výrobce NEXT	kus	1,00	89 837,80	89 838	Dveře, venkovní, dřevoskleněné
D02 - dle specifikace PD, referenčně výrobce LIGNIS, dýha BUK/DUB	kus	5,00	15 470,37	77 352	Dveře, vnitřní, dřevěné
D03 - dle specifikace PD, referenčně výrobce LIGNIS, dýha BUK/DUB	kus	2,00	15 470,37	30 941	Dveře, vnitřní, dřevěné
D04 - dle specifikace PD - dveře na terasu 2.NP - provedení dtto jako okna	kus	1,00	18 366,50	18 367	
- Okenní rám, dřevěný	m	5,70	-	-	Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K
- Zasklení, trojsklo	m2	1,48	-	-	Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m2K
- Okna včetně vnitřních dřevěných parapetů (DUB/BUK) a venkovních parapetů pozink v barvě RAL, parozábrany a pojistné hydroizolace, třída zvukové izolace dle PD, rámy oken EURO smrk tl. 94 mm, izolační trojskla					197 452
O01 - dle specifikace PD	kus	1,00	15 999,90	16 000	
- Okenní rám, dřevěný	m	5,60	-	-	Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K
- Zasklení, trojsklo	m2	1,69	-	-	Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m2K
O02 - dle specifikace PD	kus	1,00	7 505,40	7 505	
- Okenní rám, dřevěný	m	2,60	-	-	Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K
- Zasklení, trojsklo	m2	0,30	-	-	Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m2K
O03 - dle specifikace PD	kus	2,00	21 131,25	42 263	
- Okenní rám, dřevěný	m	15,40	-	-	Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K
- Zasklení, trojsklo	m2	4,08	-	-	Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m2K
O04 - dle specifikace PD	kus	1,00	30 054,15	30 054	

- Okenní rám, dřevěný	m	4,60	-	-	- Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K
- Zasklení, trojsklo	m2	0,83	-	-	- Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m2K
O05 - dle specifikace PD	kus	1,00	12 285,00	12 285	
- Okenní rám, dřevěný	m	4,60	-	-	- Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K
- Zasklení, trojsklo	m2	0,85	-	-	- Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m2K
O15 - D + M střešního světlíku dle PD - systémový světlík otevíravý VELUX s plochým zasklením, ovládání otevírání pro větrání dotykovým dálkovým ovladačem, vestavěný závěs pro žebřík	kpl	1,00	17 222,00	17 222	
- Okenní rám, dřevěný	m	3,80	-	-	- Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K
- Zasklení, trojsklo	m2	0,70	-	-	- Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m2K
O17 - dle specifikace PD	kus	1,00	72 123,49	72 123	
- Okenní rám, dřevěný	m	27,00	-	-	- Okenní rám, dřevěný, U=1,5 W/m2K
- Zasklení, trojsklo	m2	13,20	-	-	- Zasklení, trojsklo (3-IV), U<0,5 W/m2K
- Rolety - instalace do podomítkových systémových kastlíků (referenčně dodavatel Isotra, a.s.)				90 552	
O01 - D + M okenní rolety do podomítkového kastlíku, hliníkové lamely, elektricky ovládané	kus	1,00	7 421,63	7 422	Hliník, výrobní mix
O02 - D + M okenní rolety do podomítkového kastlíku, hliníkové lamely, elektricky ovládané	kus	1,00	4 471,14	4 471	Hliník, výrobní mix
O17 - D + M okenní rolety do podomítkového kastlíku, hliníkové lamely, elektricky ovládané, dveře samostatně	kus	1,00	43 637,11	43 637	Hliník, výrobní mix
O03 - D + M okenní rolety do podomítkového kastlíku, hliníkové lamely, elektricky ovládané	kus	2,00	8 629,07	17 258	Hliník, výrobní mix
O04 - D + M okenní rolety do podomítkového kastlíku, hliníkové lamely, elektricky ovládané	kus	1,00	11 352,48	11 352	Hliník, výrobní mix
O05 - D + M okenní rolety do podomítkového kastlíku, hliníkové lamely, elektricky ovládané	kus	1,00	6 411,51	6 412	Hliník, výrobní mix
Konstrukce zámečnické - žárový pozink s povrchovou úpravou komaxit v RAL dle výběru architekta				84 908	
D+M ocelové zábradlí terasy dle specifikace	m	13,75	4 196,50	57 702	Ocel, chromová 18/8
D+M ocelové zábradlí francouzského okna	kpl	1,00	8 698,20	8 698	Ocel, chromová 18/8
Madlo vnitřního schodiště - nerez	m	6,00	1 722,20	10 333	Ocel, chromová 18/8
Markýza nad vstupem do domu - bezpečnostní mléčné sklo, nerez kování - typový výrobek	kpl	1,00	8 175,00	8 175	
- nerez kování - typový výrobek	m	3,40	-	-	- Ocel, chromová 18/8
- bezpečnostní mléčné sklo	m2	1,20	-	-	- Tabulové sklo, potažené

Konstrukce klempířské				56 081	
Oplechování střešní atiky včetně podkladní OSB desky - plech pozink v barvě RAL	bm	49,00	1 144,50	56 081	
- OSB deska tl. 22 mm	m3	0,54	-	-	OSB deska
- plech pozink tl. 0,55 mm	m3	0,02	-	-	Ocel, nelegovaná
Ostatní				15 137	
Okapový chodníček z praného kačírku, š. 30cm, hl. 20cm, včetně betonového obrubníku	bm	32,60	464,34	15 137	
- Kačírek	m3	1,96	-	-	Štěrka, valounky
- betonový obrubník	m3	0,75	-	-	Beton prostý
Stavebně konstrukční řešení - Celkem				3 372 019	