



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

EKOLOGICKÉ ASPEKTY STAVEBNÍ VÝROBY

ECOLOGICAL ASPECTS OF CONSTRUCTION PRODUCTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Michaela Šebestová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ZDENĚK KREJZA, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

| | |
|--------------------------------|---|
| Studijní program | B3607 Stavební inženýrství |
| Typ studijního programu | Bakalářský studijní program s prezenční formou studia |
| Studijní obor | 3607R038 Management stavebnictví |
| Pracoviště | Ústav stavební ekonomiky a řízení |

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

| | |
|------------------------|------------------------------------|
| Student | Michaela Šebestová |
| Název | Ekologické aspekty stavební výroby |
| Vedoucí práce | Ing. Zdeněk Krejza, Ph.D. |
| Datum zadání | 30. 11. 2018 |
| Datum odevzdání | 24. 5. 2019 |

V Brně dne 30. 11. 2018

doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

TŘEBICKÝ, V., (2016): Metodika stanovení uhlíkové stopy podniku a postup pro její snížení. CI2, o. p. s., Rudná, 22 s., ISBN: 978-80-906341-3-8

Nenseth, V., Třebický, V. a kol., (2016): Zahraniční inspirace. Adaptace na změnu klimatu. CI2, o. p. s., Rudná, 38 s., ISBN: 978-80-906341-6-9

KHAJLOVÁ, V., PAVELČÍK, P., PETRUCHA, D., (2016): Mezinárodní dobrá praxe jako inspirace: Klimaticky odpovědné podnikání v mezinárodní praxi. CI2, o. p. s., Rudná, 40 s., ISBN: 978-80-906341-2-1

NOVÁK, J., PAVELČÍK, P., TŘEBICKÝ, V. (2016): Využití indikátoru na místní úrovni od A do Z. Rudná: CI2, o. p. s., 52 s.. ISBN: 978-80-906341-1-4

CI2, o. p. s. (2015): Uhlíková stopa českého byznysu. CI2, o.p.s., Rudná.

Zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku v aktuálním znění

Vyhláška č. 441/2013 Sb. prováděcí vyhláška k zákonu o oceňování majetku v aktuálním znění

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Cílem práce je analyzovat ekologické aspekty stavební produkce.

1. Definice základních pojmů uhlíková stopa, ekologie, produkce, stavební objekt, skleníkový plyn, hluk, atmosféra, náklady atd.

2. Analýza procesu výstavby po stránce ekologické.

3. Kvantifikace nákladů na eliminaci ekologické zátěže stavební produkce. (Případová studie)

4. Stanovení vlivu ekologických aspektů na cenu obvyklou.

Výstupem práce bude analýza ekologické zátěže stavební produkce a její vliv na cenu obvyklou.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Zdeněk Krejza, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Předkládaná bakalářská práce zpracovává analýzu ekologické zátěže stavební produkce. V teoretické části práce jsou popsány základní pojmy z oblasti ekologie a stavebnictví. Jsou zde určeny nejzávažnější ekologické problémy spojené se stavební výrobou, opatření na jejich redukci, jejich možné ocenění a zakotvení v legislativě. Praktická část práce se zabývá problematikou vlivu lidské činnosti na životní prostředí v rámci životního cyklu stavební výroby. Popisuje vlivy vybraných ekologických aspektů, které by mohly ovlivňovat cenu obvyklou. Stanovuje teoretické výpočty pro ocenění škodlivých emisí, spotřebu energie, vody a nakládání s odpady.

KLÍČOVÁ SLOVA

Ekologie, životní prostředí, stavba, ekologická stopa, udržitelný rozvoj, životní cyklus objektu, náklady, cena, průkaz energetické náročnosti budovy, stavební výroba, aspekt.

ABSTRACT

This thesis processes an analysis of ecological load in a building process. In the theoretical part of the thesis the basic concepts of ecology and construction are described. The most serious ecological problems connected with construction production are identified along with reduction measures of these problems, their possible appreciation and embedding in legislation. The practical part of the thesis deals with the issue of human impact on the environment within the life cycle of construction production. The effects of selected ecological aspects, which could affect the normal price, are discussed. The thesis sets out theoretical calculations for the valuation of harmful emissions, energy and water consumption and waste management.

KEYWORDS

Ecology, environment, building, ecological footprint, sustainable development, life cycle of the building, costs, prices, proof of energy performance of buildings, building production, aspect.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Michaela Šebestová *Ekologické aspekty stavební výroby*. Brno, 2019. 57 s., 7 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební
ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Zdeněk Krejza, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Ekologické aspekty stavební výroby* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 18. 5. 2019

Michaela Šebestová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Ekologické aspekty stavební výroby* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 18. 5. 2019

Michaela Šebestová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu své bakalářské práce, panu Ing. Zdeňkovi Krejzovi, Ph. D., za odbornou i pedagogickou pomoc, za velmi cenné rady při konzultacích, připomínky a veškerý věnovaný čas.

OBSAH

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | ÚVOD | 12 |
| 2 | EKOLOGIE A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ..... | 13 |
| 2.1 | ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ..... | 13 |
| 2.2 | EKOLOGIE A JEJÍ PŮVOD..... | 14 |
| 2.3 | VLIV LIDSKÉ ČINNOSTI NA PLANETU | 14 |
| 2.4 | EKOLOGICKÝ ZÁJEM SPOLEČNOSTI | 16 |
| 2.5 | MĚRNÉ EKOLOGICKÉ PARAMETRY..... | 17 |
| 2.5.1 | Ekologické parametry ovzduší..... | 20 |
| 2.5.2 | Ekologické parametry vodního prostředí..... | 23 |
| 2.5.3 | Ostatní ekologické parametry..... | 24 |
| 3 | ŽIVOTNÍ CYKLUS STAVEBNÍHO OBJEKTU | 27 |
| 3.1 | ŽIVOTNOST STAVEBNÍHO OBJEKTU | 27 |
| 3.2 | NÁKLADY SPOJENÉ S EKOLOGICKOU ZÁTĚŽÍ | 28 |
| 4 | STAVEBNÍ VÝROBA | 30 |
| 5 | PŘÍPADOVÁ STUDIE..... | 32 |
| 5.1 | SEZNÁMENÍ S PROJEKTOVOU DOKUMENTACÍ | 32 |
| 5.2 | Vliv ekologických aspektů na cenu <i>obvyklou</i> | 33 |
| 5.2.1 | Znečištění ovzduší..... | 33 |
| 5.2.2 | Vodní prostředí | 38 |
| 5.2.3 | Ostatní řešené vlivy..... | 40 |
| 6 | VYHODNOCENÍ EKOLOGICKÉ ZÁTĚŽE..... | 47 |
| 7 | ZÁVĚR..... | 50 |
| | POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE..... | 53 |

| | |
|-------------------------------|----|
| SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK..... | 55 |
| SEZNAM TABULEK..... | 56 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ..... | 57 |
| SEZNAM GRAFŮ..... | 57 |
| SEZNAM PŘÍLOH..... | 57 |

1 ÚVOD

V posledním období se člověk přestal chovat v harmonii s přírodou a začal ji velmi podstatným způsobem přetvářet. Intenzivním čerpáním přírodních zdrojů dochází k narušování rovnováhy Země, což vede k mnoha ekologickým problémům na globální úrovni. Vlivem stavební výroby je zatěžován vzduch, voda i půda emisemi znečišťujících látek, které poté negativně působí na životní prostředí i lidské zdraví.

Stavební výroba prochází svým jedinečným životním cyklem. Jde o velmi dlouhý proces, který zahrnuje několik fází od samotné těžby materiálu na výrobu stavebních konstrukcí, až po zánik stavby a likvidaci. Všechny fáze jsou spojené s určitými náklady, které stanovují vliv stavební výroby na životní prostředí. Stanovit tyto náklady je velmi složité a rozsáhlé téma, proto jsou v práci vybrány nejmarkantnější vlivy, působící negativně na ekologii.

Úkolem práce je vyjádření dopadu aktivit na modelu rodinného domu na životní prostředí v rámci celého životního cyklu objektu. Práce poukazuje na zátěž životního prostředí vlivem oboru stavebnictví. Jelikož je toto téma obsáhlé, jsou vybrány ekologické aspekty, které mají na stavební výrobu značný vliv. Teoretická část práce vysvětluje základní pojmy spojené s ekologií a se zátěží stavební výroby na životní prostředí. V praktické části, se práce zabývá převážně znečištěním ovzduší emisemi, které vznikají již při samotné těžbě a výrobě stavebních materiálů, emisemi jako oxidem uhličitým, oxidem siřičitým a tuhými znečišťujícími látkami. Z rozpočtu se určí materiály, které se značně podílejí na produkci znečišťujících látek. Na základě těchto materiálů je možné stanovit teoretickým výpočtem velikost emisí a následně stanovit teoretickou cenu, kterou výrobci zaplatí za vyprodukování těchto látek při výrobě stavebních materiálů. Dále práce stanovuje náklady spojené s ekologií v rámci realizace, užívání stavby a následné demolice objektu. Především se zabývá vodním prostředím, kde sleduje hlavně spotřebu vody jak na staveništi, tak při užívání objektu. Další důležitý ekologický aspekt, který práce řeší, je energetická náročnost, neboť právě přeměna energie na elektřinu a teplo produkuje velké množství znečišťujících látek, které jsou vypouštěny do ovzduší. Za znečištěním ovzduší, vody a půdy stojí také nesprávné zacházení s odpady. A právě odpady, jejich tvorbou a nakládáním, se práce bude věnovat v rámci celého životního cyklu stavebního objektu. Výstupem práce je přenos informací do podvědomí společnosti o závažnosti zátěže životního prostředí vlivem stavební výroby.

2 EKOLOGIE A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Člověk je součástí i tvůrcem životního prostředí, které mu dává předpoklady pro život a poskytuje mu možnost pro intelektuální, morální, sociální a duchovní rozvoj. Poškození a znehodnocování životního prostředí nezná národních hranic, a proto je nutná mezinárodní spolupráce. Počátky této spolupráce můžeme sledovat už od roku 1895, kdy se v Paříži konalo shromáždění zoologů. V pozdějších letech začaly vznikat mezinárodní organizace a programy na podporu životního prostředí, například Mezinárodní úřad pro ochranu přírody, Mezinárodní unie pro ochranu přírody, v roce 1970 by v rámci UNESCO vyhlášen program: Člověk a biosféra (MAB) a jiné. V současné době existuje celá řada mezinárodních organizací, kterých se účastní i naše republika, jako:

- WMO (World Meteorological Organization) vytváří síť meteorologických pozorovacích stanic a monitoruje okolní prostředí,
- SCOPE (Scientific Committee for Problems of Environment) shromažďuje a hodnotí poznatky vzájemných vztahů člověka a biosféry,
- UNEP (United Nations Environment Programme) je program pro OSN pro otázky životního prostředí,
- IUNC (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources), organizace na uchování přírodních zdrojů.[1]

2.1 ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Definice životního prostředí uvedená v našem zákoně č. 17/1992 Sb., o životním prostředí říká: „*Vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Jeho složkami jsou zejména: ovzduší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy a energie.*“ Životní prostředí je soubor všech činitelů a podmínek, kterými je živý subjekt obklopen nebo se kterými přijde do styku. Subjekt může být chápán jako organismus, populace, člověk i celá lidská společnost. [2] [3]

Důležitým aspektem ochrany životního prostředí je zajištění finančních prostředků na projekty směřující ke zlepšování kvality životního prostředí. Kvalitní životní prostředí je základem zdraví obyvatel státu a zvyšuje atraktivitu území pro život, práci a investice. Nejvýznamnějším zdrojem financí jsou Evropské fondy – Fond soudržnosti a Evropský fond pro regionální rozvoj. Prostředky z těchto fondů se poskytují prostřednictvím Operačního programu Životní prostředí. U nás, v České republice, existuje celá řada enviromentálních daní a poplatků, které zajišťují naplňování veřejných rozpočtů (státního

rozpočtu a Státního fondu životního prostředí) a následné financování ochrany životního prostředí pomocí národních programů. [4]

2.2 EKOLOGIE A JEJÍ PŮVOD

Slovo ekologie vzniklo z řeckého slova *oikos* – prostředí, dům, domov a *logos* – nauka, studie. Poprvé byl tento pojem definován německým filozofem a biologem Ernsem Haeckelem v roce 1869: „*Věda o vztazích organismů k okolnímu světu*“. Později v roce 1972 prof. Charles J. Krebs formuloval definici ekologie: „*Ekologie je vědecké studium procesů regulujících distribuci, abundanci organismů a jejich vzájemné vztahy a studium toho, jak tyto organismy naopak zprostředkovávají transport a transformaci energie a hmoty v biosféře (především studium struktury a funkce ekosystému)*.“ [5]

Ekologická stopa

Ekologická stopa je uměle vytvořená hypotetická jednotka, s jejíž pomocí je možné porovnávat činnost člověka z hlediska jejího dopadu na ekosystém planety a trvalou udržitelnost. Představuje plochu tzv. ekologicky produktivní země, kterou člověk (resp. škola, město, stát) ročně potřebuje na zabezpečení všeho, co spotřebováváme (energie, voda, potraviny, materiály) a na zneškodnění odpadu, který při tom vytváříme. Čím větší stopa, tím větší vliv na přírodu. Výsledek ekologické stopy nám neříká, co máme dělat, ale pouze nám udává, jakou stopu (vyjádřenou v globálních hektarech na osobu) zanechá náš životní styl a související spotřeba zdrojů v globálním měřítku.

Ekologická stopa také ukazuje nerovnost, která panuje mezi rozvojovým a vyspělým světem. V zemích s nízkými a středními příjmy se ekostopa od roku 1961 prakticky nezměnila a za poslední desetiletí dokonce poklesla o 8 %. Naproti tomu v zemích s vysokými příjmy ekostopa během předchozích let narostla. Česká republika se v současnosti řadí mezi 30 zemí celého světa, které zatěžují planetu nejvíce. Průměrná ekostopa celého světa je 2,65 gha/os. Ekostopa na jednoho Čecha je 5,3 gha. Znamená to, že kdyby měl každý spotřebu jako průměrný obyvatel České republiky, potřebovali bychom další dvě planety. [6] [7]

2.3 VLIV LIDSKÉ ČINNOSTI NA PLANETU

S vzrůstající populací a rozvojem lidských činností dochází ke stále většímu ovlivňování přírodních složek, k úbytku podílu a ke zhoršení kvality nezastupitelných přírodních zdrojů. Životní prostředí poškozujeme v důsledku hospodářské činnosti odběrem a vnášením látek do ekosystémů. Na základě těchto negativních dopadů na planetu, se nyní uplatňuje v zemích s vyspělou ekonomikou strategie trvale udržitelného rozvoje. Nejznámější definice trvale udržitelného rozvoje pochází ze zprávy Naše společná

budoucnost, kterou vydala Světová komise pro životní prostředí a rozvoj OSN v roce 1987: „*Trvale udržitelný rozvoj je takovým rozvojem, který naplňuje potřeby přítomných generací, aniž by ohrozil schopnost budoucích generací naplňovat potřeby své.*“ Udržitelností se dále rozumí, že ekonomické, ekologické a sociální faktory podniku se posuzují jako rovnocenné a jsou vzájemně závislé. [8]

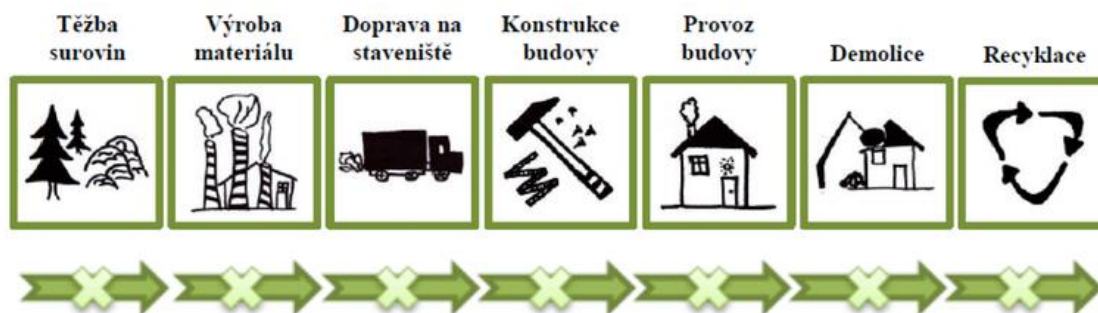
Systém ekonomických subjektů na území daného státu a vztah mezi nimi charakterizuje národní hospodářství, které se dělí např. do odvětví: chemický průmysl, potravinářský a textilní průmysl, zemědělství, doprava, stavebnictví a jiné. Oborem, kterému se tato práce věnuje, je stavebnictví. To představuje negativní dopad na životní prostředí od těžby surovin, přes výrobu stavebních hmot, výstavbu budov, až po produkci odpadů a v neposlední řadě i samotným provozem budov. [9]

Pro určení celkového vlivu budovy na životní prostředí je nutné se zabývat nejenom samotnou výstavbou budovy a jejím provozem, ale i vlivy životních cyklů stavebních materiálů použitých ve výstavbě. K tomuto účelu je využívána metodika hodnocení životního cyklu – LCA (Life Cycle Assessment). Tato metodika je použitelná na jakýkoliv produkt lidské činnosti, tedy i budovy a stavební materiály. Cílem hodnocení životního cyklu budov je podrobný popis výrobků a všech jeho pozitivních i negativních vlivů na životní prostředí. [10]

Při hodnocení dopadů by do posuzování měly vstupovat údaje z celého životního cyklu. Takový přístup bývá označován „Cradle to Grave“, neboli od kolébky do hrobu, který zahrnuje všechny fáze životního cyklu výrobku od těžby primárních surovin, přes výrobu, dopravu, zabudování, až po likvidaci. V poslední době se zmiňuje dokonce i přístup „Cradle to Cradle“, tedy uzavřený životní cyklus výrobků, který zahrnuje i jejich recyklaci.

Jednotlivé fáze životního cyklu stavebního materiálu „Cradle to Cradle“ jsou:

- těžba surovin (včetně jejich dopravy do výrobního finálního produktu),
- výroba materiálu,
- doprava materiálu na stavbu,
- zabudování materiálu do stavby,
- údržba materiálu během životnosti,
- likvidace materiálu po dožití,
- recyklace materiálu.



Obrázek 1- Životní cyklus výrobku
(Zdroj: [11])

Z předcházejícího popisu je možné vidět, že se jedná o poměrně složitý proces, ke kterému je potřeba mnoho dat. Proto existují hranice systému, které určují, do jaké hloubky zkoumat jednotlivé procesy. Tyto hranice například určují: které procesy výroby zahrnout a které už ne, dopravu prvků, jak zahrnout údržbu, opravy zabudovaného prvku, jaké hodnoty uvažovat po dožití prvku a jiné.[12]

2.4 EKOLOGICKÝ ZÁJEM SPOLEČNOSTI

Obor stavebnictví je pro správný rozvoj člověka velice nezbytný z důvodu zvýšení kvality života. V současné době je pozitivním trendem ve stavebnictví snaha o zmírnění jeho dopadů, například využíváním recyklovaných a obnovitelných materiálů, snižováním spotřeby energie k vytápění budov, modernizacemi a rekonstrukcemi. Priorita nízkých investičních nákladů už zdaleka není jediným a hlavním požadavkem při realizaci novostavby. V posledních letech se dostal do popředí i zvýšený požadavek na komfort bydlení a co nejnižší provozní náklady. Ceny energií na provoz domu každým rokem stoupají, a proto jsou v poslední době vyhledávány domy s minimální spotřebou. Tyto požadavky splňuje energeticky efektivní výstavba. Svoje nízké náklady na provoz nesou ale svou daň v podobě vyšší pořizovací investice. Co je tedy skutečný zájem společnosti? Dosáhnout nejnižších provozních nákladů a ušetřit nebo omezit znečišťování životního prostředí. [13]

Rámcově by obě tyto otázky mohla řešit ekologická architektura. Tento pojem je chápán jako architektura šetrná vůči životnímu prostředí. Vzniká za účelem funkčnosti, energetické a materiálové náročnosti a minimalizaci zatěžování životního prostředí. S typy tohoto oboru stavitelství se běžně setkáváme, příkladem jsou nízkoenergetické a pasivní domy.

Nízkoenergetická stavba se vyznačuje kompaktním tvarem bez zbytečných výčnělků, prosklenými plochami orientovanými na jih, nadstandardní tepelnou izolací a využívá tepelné zisky. Spotřebuje ročně na vytápění 15 až 50 kWh/m². Takto charakterizovaná

výstavba je nezbytným vývojovým stupněm k pasivnímu standartu domů. Obsahuje stejné složky jako dům pasivní, ale v menší míře a je zapotřebí větší zdroj tepla.

Pasivní dům, tento název vychází z principu využívání pasivních tepelných zisků v budově, jimiž jsou zisky externí ze slunečního záření a interní, které jsou představovány lidským teplem a spotřebiči. Aby byl objekt zařazen do pasivního standartu, musí splňovat několik požadavků. Nejdůležitějším požadavkem je měrná roční spotřeba tepla nepřesahující 15 kWh/m². Tato hodnota vychází z podmínky pokrytí potřeby tepla na vytápění domu pouze dohřevem přiváděného vzduchu bez použití obvyklého otopného systému. Dalším požadavkem je neprůvzdušnost obálky budovy, která je zjišťována tzv. *blow-door* testem. Poslední podmínkou je celková potřeba primární energie, spojená s provozem budovy, menší než 120 kWh/m². [14]

V roce 2010 vešla platnost nová evropská legislativa, která požaduje, aby od roku 2020 byly nové budovy v zemích EU téměř energeticky nulové. Nulové domy se vyznačují přebytkem tepla, kdy kromě parametrů běžných pro pasivní domy zde najdeme i rozsáhlou plochu fotovoltaických panelů, ušetří se tedy i na elektrické energii. Potřeba tepla na vytopení interiéru je menší jak 5 kWh/m². Na území České republiky je reakcí na tuto výzvu program Zelená úsporám. Tento program je určen na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie. I když na výstavbu vznikají vyšší investiční náklady, po asi 10 letech provozu stavby jsou zaplacené, v porovnání s pořízením a provozováním běžné stavby. [4]

Mohou se nízkoenergetické či pasivní domy brát za ekologickou architekturu, pokud se na ně bude díváno ze všech úhlů? Z globálního hlediska zatím neexistuje žádný striktně stanovený zákon, který nařizuje, že výstavba musí být realizována z ekologicky šetrných materiálů. Pod pojmem ekologicky šetrné materiály si lze představit materiály šetrné k životnímu prostředí, při získávání primárních surovin na jejich výrobu nebo materiály čistě recyklovatelné.

2.5 MĚRNÉ EKOLOGICKÉ PARAMETRY

Naše planeta je tvořena vrstvou atmosférických plynů nazývanou Zemská atmosféra. Právě ta významně podporuje existenci života na Zemi, protože absorbuje ultrafialové sluneční záření, které je jinak pro živé organismy smrtící. Atmosféra je tvořena plynným obalem skládajícím se ze směsi plynů, které mezi sebou chemicky reagují. Hlavními plynnými složkami atmosféry je dusík o celkovém podílu 78,09 %, kyslík tvoří 20,95 % a přibližně 0,93 % připadá na ostatní plyny (oxid uhličitý, metan, helium, argon, oxid siřičitý a jiné). Produkce skleníkových plynů je představována zmiňovaným oxidem uhličitým (CO₂), metanem (CH₄) a oxidem dusným (N₂O). Tyto plyny vznikají například spalováním fosilních paliv a biomasy, skladováním odpadů nebo průmyslovou výrobou.

Těmito činnostmi je zapříčiněn skleníkový efekt Země, na který je možno nahlížet dvěma způsoby. Jednak pozitivně, jelikož bez skleníkového efektu by se Zemský povrch ochladil a průměrná teplota by dosahovala -18 stupňů Celsiovy stupnice. A negativně, ve smyslu globálního oteplování zapříčiněného lidskou činností.[15]

Změna klimatu je nejdůležitější ekologickou a svým způsobem i politickou a ekonomickou otázkou 21. století. Je třeba kvantifikovat dopady stavební výroby na životní prostředí (například pomocí již výše zmiňovaného hodnocení životního cyklu LCA) a následně výstupy srozumitelně prezentovat veřejnosti (enviromentální prohlášení o produktu EPD).

Enviromentální prohlášení o produktu je soubor měřitelných informací o vlivu produktu na životní prostředí v průběhu celého životního cyklu (např. spotřeba energií a vody, produkce odpadů, vliv na změnu klimatu, ozonové vrstvy apod.). Tyto informace se zjišťují metodou LCA podle norem ČSN ISO 14040-49. Dokument s těmito údaji musí být veřejně přístupný a údaje v něm obsažené musí být ověřitelné. [9]

V současné době je kladen stále větší důraz na energetickou a enviromentální certifikaci budov. Toto hodnocení budov vyžaduje kromě podrobných údajů o budově také údaje o všech použitých materiálech a jejich vlastnostech, kdy je zapotřebí znát nejen technické parametry materiálů, ale i jejich dopad na životní prostředí, spotřebu nerostných surovin a energie při jejich výrobě. Hodnocení jednotlivých výrobků se obvykle provádí pomocí extérních databází. V zahraničí existuje celá řada těchto databází. Nejznámější a nejrozsáhlejší z nich jsou uvedeny v následující tabulce. [12]

| Název databáze | Správce databáze | Odkaz |
|-----------------------|---|--|
| Ecoinvent | Swiss Centre for Life Cycle Inventories | www.ecoinvent.org |
| Environdec | Environdec | www.environdec.com |
| INIES | Centre Scientifique et Technique du Batiment | www.inies.fr |
| IBO Baustoffdatenbank | Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie | www.baubook.at |
| ICE | University of Bath | www.bath.ac.uk |
| IBU | Institut Bauen und Umwelt e.V. | www.bau-umwelt.de |

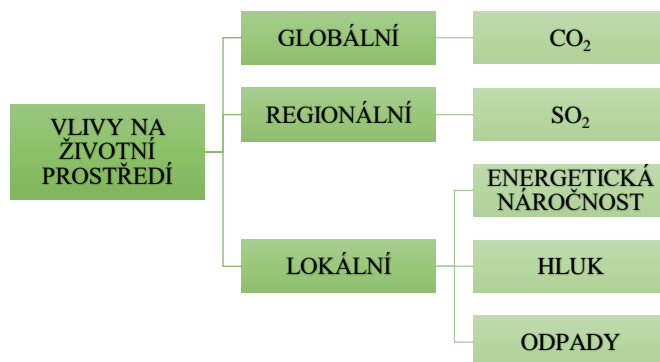
Tabulka 1- Přehled zahraničních databází
(zdroj: [11])

Tyto databáze poskytují pro produkty velmi dobře zdokumentované procesní údaje a pomáhají provádět rozhodnutí o jejich vlivu na životní prostředí. Je nutné si ale uvědomit, že data z různých databází nelze vzájemně porovnávat, neboť v jednotlivých databázích jsou data stanovena podle různých metodik, pochází z různých zdrojů a liší se okrajovými podmínkami systému, i když jsou založena na principech LCA. V České republice zatím nejsou dostupná data vztahující se k environmentálním profilům stavebních materiálů a konstrukcí, která by byla lokalizována pro podmínky ČR. Touto problematikou se zabývají specialisté na ČVUT v Praze a vytvářejí webový katalog stavebních produktů Envimat.cz. Jedná se o online pomůcku pro hodnocení a porovnávání jednotlivých stavebních konstrukcí a materiálu dle environmentálních a fyzikálních vlastností.

Pro výpočet environmentálních profilů využívá katalog prozatím nejrozsáhlejší mezinárodní dostupnou databázi zabývající se touto problematikou, a to Švýcarský Ecoinvent. Snahou a cílem českých autorů je však ve spolupráci s místními výrobci a dodavateli postupně doplnit data, které odpovídají českým podmínkám. Environmentálními parametry hodnocení vytvořeného katalogu materiálů jsou: [11]

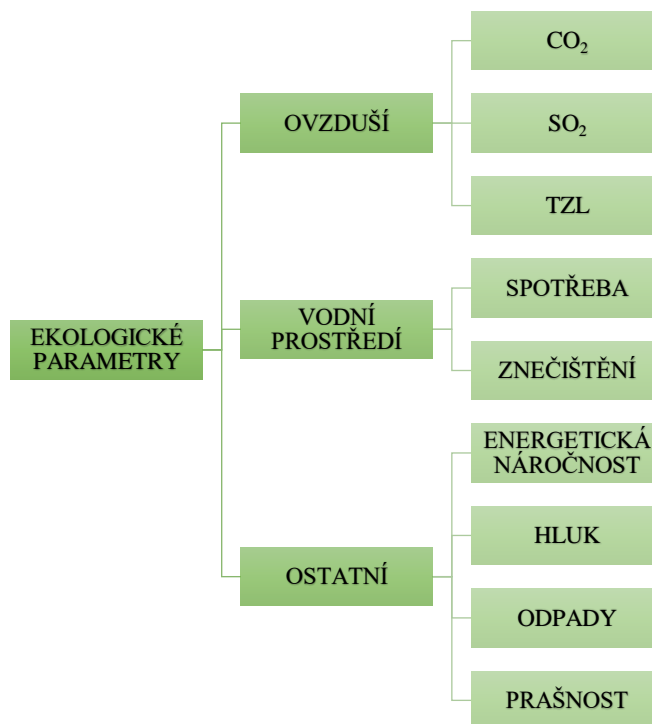
- spotřeba primární energie – PEI [MJ] (Svázaná energie),
- potenciál globálního oteplování – GWP [kg CO₂, ekv.] (Svázané emise CO₂, ekv.)
- potenciál okyselení prostředí – AP [g SO₂, ekv.] (svázané emise SO₂, ekv.),
- potenciál ničení ozonové vrstvy – ODP [g CFC₂, ekv.],
- potenciál eutrofizace prostředí – EP [g PO₄³⁻ ekv.].

Práce se zaměřuje na níže uvedené ekologické parametry, které se podle Hrazdila v publikaci Ekologie stavební výroby rozdělují do tří skupin: globální, regionální a lokální vlivy. Mezi globální vlivy se řadí zejména příspěvek ke skleníkovému efektu v atmosféře, v regionálních vlivech se nejvýrazněji projevuje kyselý déšť a v lokálních vlivech hodnotí hluk, odpady a energetickou náročnost. [16]



Obrázek 2 - Struktura rozdělení vlivů životního prostředí (zdroj: vlastní)

Toto rozdělení na obrázku č. 2 je řešeno z pohledu lokalizace a efektu. Z pohledu autora práce ovšem chybí v tomto rozdělení tuhé znečišťující látky v ovzduší, lokální prašnost a voda. Prašnost by byla s největší pravděpodobností v lokálních vlivech, znečištění vody by zasahovalo do všech vlivů. Proto níže, v znázornění na obrázku č. 3 je nové rozdělení a stanovení řešených vlivů stavební výroby na životní prostředí.



Obrázek 3 - Struktura rozdělení řešených ekologických vlivů
(Zdroj: vlastní)

V rámci kategorie ovzduší bude řešena tvorba emisí oxidu uhličitého, oxidu siřičitého a tuhých znečišťujících látek. Ve vodním prostředí převážně spotřeba vody a v ostatních vlivech je zařazena energetická náročnost, prašnost, odpady a tvorba hluku.

2.5.1 Ekologické parametry ovzduší

Znečištění ovzduší ovlivňuje lidské zdraví, vegetaci, celé ekosystémy i materiály. V České republice patří mezi základní znečišťující látky oxidy dusíku, oxid siřičitý a tuhé znečišťující látky. Údaje o emisích těchto látek jsou evidovány v databázi Registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO). Zpřísnění právních předpisů a opatření na ochranu ovzduší vedly v průběhu devadesátých let dvacátého století k zásadnímu poklesu emisí všech základních znečišťujících látek, a to o 50 % NO₂ a téměř až o 90 % TZL a SO₂. Na přelomu století došlo k zastavení klesajícího trendu a koncentrace uvedených znečišťujících látek v ovzduší nyní spíše stagnují, nebo dokonce mírně vzrůstají. Koncentraci škodlivin v ovzduší reguluje zákon č. 309/1991 Sb., o ochraně

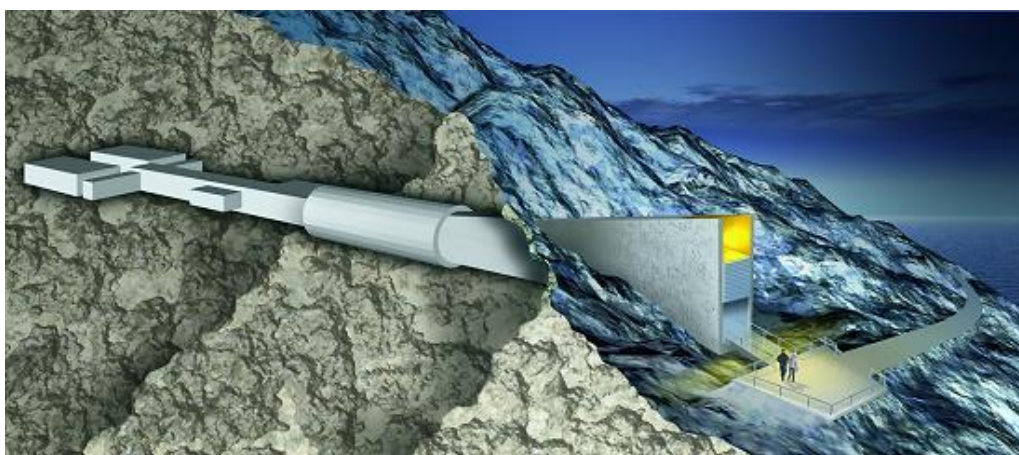
ovzduší před znečišťujícími látkami, který rozděluje stanovené limity pro znečištění ovzduší do několika kategorií.

Pro ochranu ovzduší jsou vyhlášeny limity:

- emisní, tj. nejvyšší přípustné množství znečišťující látky vypouštěné do ovzduší ze zdroje znečišťování,
- imisní, tj. nejvýše přípustná hmotnostní koncentrace znečišťující látky obsažená v ovzduší,
- depoziční, tj. nejvýše přípustné množství znečišťující látky usazené po dopadu na jednotku plochy zemského povrchu za jednotku času. [17]

Globální oteplování

Globální oteplování způsobuje různé děje v přírodě, které se dějí v důsledku změny klimatu a celkového oteplování zemského povrchu. Případ důsledku globálního oteplování je možné vidět na Špicberkách, kde se nachází globální uložiště semen rostlin. Semena mají v případě katastrofy poskytnout lidstvu možnost vypěstovat si znovu potravu. Vysoké teploty způsobují tání okolního ledu a voda se dostává nebezpečně blízko k chráněnému obsahu trezoru. Trezor se nachází ve 130 m n. m. v pískovcovém masivu věčně zmrzlé půdy za polárním kruhem. Právě okolní věčně zmrzlá půda a nadmořská výška měly zásoby chránit pro budoucí generace, a to bez nutnosti lidského dohledu. S tím se počítalo už během výstavby a při otevření skladu v roce 2008. Když ale došlo v roce 2016 k zatopení přístupu tunelu do trezoru, norská vláda rozhodla o modernizaci komplexu. Zároveň jsou v současné době prostory neustále sledovány. [18]



Obrázek 4 - Špicberské globální uložiště semen
(Zdroj: [19])

Hlavní příčinou globálního oteplování je výskyt oxidu uhličitého CO₂. Emise CO₂ ekv. (GWP – Global Warming Potential) zahrnuje emise látek přispívající ke vzniku skleníkovému efektu. Ekvivalent 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. Jeho produkci také vnímáme jako pojem uhlíková stopa.

Uhlíková stopa je měřítkem dopadu lidské činnosti na životní prostředí, zejména na klimatické změny. Tato stopa je (obdobně jako ekologická stopa) nepřímým ukazatelem spotřeby energií, výrobků a služeb. Měří množství skleníkových plynů, které odpovídají určité aktivitě či výrobku. Je ji možné stanovit na různých úrovních – národní, městské, individuální, či na úrovni podniku a výrobku. [20]

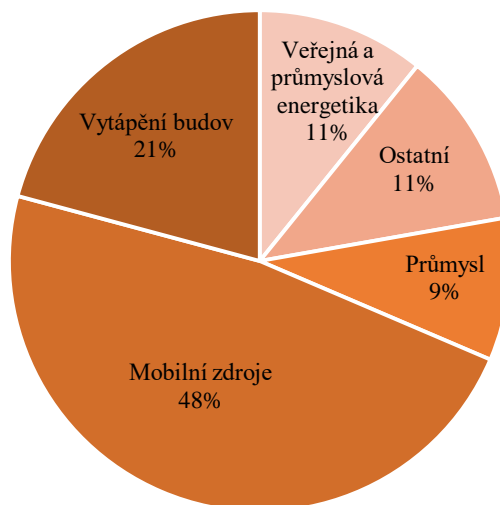
Acidifikace prostředí

Acidifikace je proces okyselování půdního nebo vodního prostředí. Svázané emise SO₂ ekv. (AP – Acidification Potential), způsobují okyselování (acidifikaci) prostředí. Jako ekvivalent se sice používá SO₂, ale údaj zahrnuje i jiné plyny, především oxid dusíku a amoniak, které se také podílejí na acidifikaci. Plyny reagují a váží se v atmosféře na vodu a dopadají na Zemi ve formě kyselých dešťů, které přispívají k poškození vodních, lesních a půdních ekosystémů. Udává se v gramech nebo v kilogramech SO₂ ekvivalentních [kg SO₂, ekv.]. [12]

Oxid siřičitý vzniká spalováním fosilních paliv obsahující síru, tavením nerostných surovin obsahujících síru a při dalších průmyslových procesech. Zdrojem emisí oxidu siřičitého může být také vytápění domácností. V posledních 10-20 letech dochází k poklesu emisí ve velké části evropského regionu v důsledku změn druhů a množství používaných paliv. Kvůli kyselým dešťům patří české lesy stále k nejvíce „nemocným“ v Evropě. V současnosti Česká republika vykazuje téměř dvojnásobné emise síry na jednoho obyvatele, než jsou průměrné hodnoty Evropské unie. Emise oxidu siřičitého byly velkým problémem tepelných elektráren v Severních Čechách. Předpokládá se, že mají na svědomí rozsáhlou devastaci lesů v Jizerských a Krušných Horách. [21]

Tuhé znečišťující látky-emise TZL

Mezi další nejvýznamnější faktory znečištění ovzduší patří nejjemnější, okem nepostřehnutelné částice TZL. Jejich míra a doba výskytu v ovzduší nepříznivě ovlivňuje lidské zdraví i stav životního prostředí a způsobují výskyt smogu. Tuhé znečišťující látky jsou drobné částice menší než 10 μm schopné volného pohybu v atmosféře. Přirozeně se částice do atmosféry uvolňují při vulkanické činnosti, požárech, erozi nebo z mořské vody. Mezi antropogenní zdroje patří především spalováním fosilních paliv. [22]



Graf 1 - Podíl zdrojů na emisích TZL
(Zdroj: ČHMÚ)

V grafu je zobrazen podíl jednotlivých zdrojů na emisích tuhých znečišťujících látek. Nejvíce emisí produkují mobilní zdroje, a to téměř z 50 %. Mobilní zdroje zahrnují emise ze silniční, železniční, letecké i vodní dopravy.

2.5.2 Ekologické parametry vodního prostředí

Znečištění vody je jeden z největších problémů současného světa. Omezuje totiž přístup určité části lidské populace k pitné vodě. Největší znečištění jsou v průmyslových oblastech, ale také v oblastech se zemědělstvím, z důvodů používání pesticidů a jiných chemických přípravků, které znečišťují vodu.

Základní druhy vody, které se vyskytují v obytných budovách jsou: voda pitná, užitková, odpadová a srážková. Spotřeba vody, zejména pitné, vyžaduje zvláštní opatření vzhledem ke stoupajícímu objemu spotřeby a zhoršování čistoty povrchových i podzemních vod. V bytech a v občanských stavbách se používá pouze pitná voda prakticky ke všem účelům. Spotřeba vody neustále roste, mělo by se na ni hledět nejen při provozu budovy, ale i při samotné výstavbě. Podle statistik z ekologické organizace Arnika v USA každý člověk spotřebuje za den 300 litrů vody, průměr pro EU je 150 litrů a spotřeba vody v ČR na obyvatele a den je asi 100 litrů, v Praze 115 litrů, v zemích třetího světa jsou na deseti litrech. V ČR i v celé východní Evropě se podařilo snížit spotřebu vody od počátku 90. let asi o 40 %, a to také vlivem zdražení vodného. Navzdory různým úsporným technologiím a stále rostoucí ceně za vodu se zhruba v roce 2000 pokles zastavil a spotřeba stagnuje.

Odběr vody souvisí s životním prostředím, neboť přibližně stejné množství vody odtéká kanalizací, ale již znečištěné splašky, saponáty, odpady apod. [1][23]

Za vodu z veřejných vodovodů se platí vodné (odběr pitné vody) a stočné (vypouštění odpadních vod). Cena stočného většinou činí zhruba polovinu z celkové ceny vody. Objem odpadních vod, který spotřebitel platí ve stočném, se stanoví z objemu vody, který do domácnosti přiteká. Vodné a stočné platíme prodejci vody, tedy provozovateli vodovodů a kanalizací v daném regionu. Cena vodného zahrnuje dodanou vodu, náklady na její dodání a zisk dodavatele. Stočné je úplatou za službu spojenou s odváděním, čištěním, nebo jiným zneškodňováním odpadních vod.

2.5.3 Ostatní ekologické parametry

Energetická náročnost

Zdroje energie můžeme z pohledu dopadů na životní prostředí rozdělit na dva základní druhy: obnovitelné a neobnovitelné. Energii fosilních paliv, tedy neobnovitelnou, získáváme jejich spalováním. Nejčastěji je spalujeme ve velkých spalovacích zařízeních (elektrárny, teplárny), kde se energie uložená v palivu přeměňuje na elektřinu a teplo. Další možností je přímá spotřeba paliv pro vytápění domácností. Spalováním fosilních paliv v energetice vznikají emise znečišťujících látek – oxid siřičitý, tuhé znečišťující látky neboli prашné částice a také oxid uhličitý.

V nedaleké budoucnosti dojde k vyčerpání fosilních paliv, tedy neobnovitelných zdrojů energie. Proto dochází k častějšímu využívání obnovitelných zdrojů energie, které obecně vnímáme jako čisté a šetrné k životnímu prostředí. Evropská unie stanovila celoevropský závazek, že od roku 2020 bude 20 % elektřiny, která se v EU spotřebuje, vyrobeno právě z obnovitelných zdrojů energie (OZE). ČR prozatím splnila závazek 8% podílu OZE na hrubé spotřebě elektřiny, ke kterému se zavázala v přístupové smlouvě k EU, a očekává splnění 13% podílu v roce 2020. [9]

Téměř veškerou energii, kterou spotřebováváme, je nutné získávat z přírodních zdrojů. To se odráží ve vyšších nárocích na množství vytěžených surovin. Přeměna energie na elektřinu a teplo produkuje množství znečišťujících látek, které jsou vypouštěny do ovzduší, proto je energetická náročnost zařazena do negativních vlivů na životní prostředí.

Stanovení energetické náročnosti budovy představuje celkové množství dodaných energií potřebných nejen pro vytápění, ale i větrání, chlazení, klimatizaci, přípravu teplé vody a osvětlení. Informace o energetické náročnosti budovy nebo její ucelené části představuje dokument, průkaz energetické náročnosti budovy (Penb). Hraniční hodnoty stanovuje vyhláška 78/2013 Sb. Z hlediska ochrany životního prostředí není informace

o spotřebě energie měřené na vstupu do budovy dostačující. Důležitější je množství primární energie, která se váže na výrobu, dopravu a zabudování stavebního materiálu. Množství vázané primární energie (PEI – primary energy input), někdy označováno jako šedá energie, udává celkovou spotřebu přírodních zdrojů energie během životního cyklu výrobku. Obvykle se udává v MJ/kg. Proto v roce 2013 došlo k rozšíření zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření s energií, a to o hodnocení budovy z pohledu potřeby neobnovitelné primární energie. [24]

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydávaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. xxx/2012 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: _____
 PSC, místo: _____
 Typ budovy: _____
 Plocha obálky budovy: _____ m²
 Objemový faktor tvaru A/V: _____ m³/m²
 Celková energeticky vztažená plocha: _____ m²

FOTO

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

| Opatření pro | Stanovena |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Vnější stěny: | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Okna a dveře: | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Střechu: | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Podlahu: | <input type="checkbox"/> |
| Vytápění: | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Chlazení/klimatizaci: | <input type="checkbox"/> |
| Větrání: | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Přípravu teplé vody: | <input type="checkbox"/> |
| Osvětlení: | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Jiné: | <input type="checkbox"/> |

Pouze opatření je v průběhu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je průběžně sledováno.

PODÍL ENERGOISITELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu MWh/rok

Energetická síť - XX,X
 Hněv a en. prostředí - XX,X
 Zemní plyn - XX,X

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

| Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy) | Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--------|-----------------|-------|-----------|---|-----------------|---|-------------|---|-------------------|---|-----------------------|---|--|-----|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok) | Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr><td>Mimořádně úsporná A</td><td>Dop. A</td></tr> <tr><td>Velmi úsporná B</td><td>XXX B</td></tr> <tr><td>Úsporná C</td><td>C</td></tr> <tr><td>Mírně úsporná D</td><td>D</td></tr> <tr><td>Neúsporná E</td><td>E</td></tr> <tr><td>Velmi neúsporná F</td><td>F</td></tr> <tr><td>Mimořádně neúsporná G</td><td>G</td></tr> </table> | Mimořádně úsporná A | Dop. A | Velmi úsporná B | XXX B | Úsporná C | C | Mírně úsporná D | D | Neúsporná E | E | Velmi neúsporná F | F | Mimořádně neúsporná G | G | <table border="1"> <tr><td>XXX</td><td>Dop. XXX</td></tr> <tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr> <tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr> <tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr> <tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr> <tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr> <tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr> </table> | XXX | Dop. XXX | XXX | XXX | XXX | XXX | XXX | XXX | XXX | XXX | XXX | XXX | XXX | XXX |
| Mimořádně úsporná A | Dop. A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Velmi úsporná B | XXX B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Úsporná C | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mírně úsporná D | D | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Neúsporná E | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Velmi neúsporná F | F | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mimořádně neúsporná G | G | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XXX | Dop. XXX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XXX | XXX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XXX | XXX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XXX | XXX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XXX | XXX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XXX | XXX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XXX | XXX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hodnoty pro celou budovu MWh/rok | XXX,X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

| Obálka budovy | Vytápění | Chlazení | Větrání | Úprava vnitřní | Teplá voda | Osvětlení |
|---|---|----------|---------|----------------|------------|-----------|
| U _{ext} W/(m ² ·K) | Dílní dodané energie | | | | | |
| Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok) | Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok) | | | | | |
| A | Dop. | Dop. | Dop. | Dop. | XX | XX Dop. |
| B | XXX | XX | XX | Dop. | XX | XX |
| C | Dop. | XX | XX | Dop. | XX | XX |
| D | Dop. | XX | XX | Dop. | XX | XX |
| E | XX | XX | XX | Dop. | XX | XX |
| F | XX | XX | XX | Dop. | XX | XX |
| G | XX | XX | XX | Dop. | XX | XX |
| Hodnoty pro celou budovu MWh/rok | XX,X | XX,X | XX,X | XX,X | XX,X | XX,X |

Zpracovatel: _____ Osvědčení č.: _____
 Kontakt: _____ Vyhотовeno dne: _____
 Podpis: _____

Obrázek 5 - Průkaz energetické náročnosti budovy (zdroj: [25])

Hlučnost

Hluk je nežádoucí a zdraví škodlivý zvuk. Působení hluku na lidský organismus je individuální a odpovídá zejména charakteru a hodnotě příslušné hlukové zátěže. Obvykle uváděná akceptovatelná hladina hluku ve dne je 35–40 dB a v noci 25–35 dB.

Hlučné pracovní prostředí se nejčastěji projevuje u dělnických profesí (stavby, výroba, továrny). Pomine-li se pracovní prostředí, velkým zdrojem hluku je především dopravní frekvence, tedy hladina hluku způsobená dopravními prostředky.

Odpady

Dnešní problém se vznikajícím odpadem není zanedbatelný. Nadměrné produkování odpadu souvisí se současným životním stylem a všeobecným plýtváním. Odpady proto mají vliv na všechny složky životního prostředí. Za znečištěním ovzduší, vody a půdy stojí především nesprávné nakládání s odpady. S odpady jsou spojeny i skládky, které mění vzhled krajiny a spalování odpadů, které zase přispívá ke změně klimatu.

Z každoročně vznikajících odpadů jsou stavební a demoliční odpady skupinou s největším zastoupením. Stavební a demoliční odpady vznikají při výstavbě, údržbě a rekonstrukci staveb, při různých stavebních úpravách dokončených staveb a při odstraňování staveb. Nesmí se ovšem zapomenout na odpady vznikající při samotné výrobě materiálů. Nejvýznamnější část stavebních odpadů tvoří odpady s nízkým environmentálním rizikem, jako jsou neznečištěné zeminy, beton, cihly nebo železo. Vedle toho ale při stavební a demoliční činnosti vznikají také odpady, které mohou významně ohrozit životní prostředí. Jedná se o stavební materiály, při jejichž výrobě byly použity nebezpečné látky (např. ftaláty jako změkčovaadlo, azbest), nebo které s nebezpečnou látkou během životnosti stavby přišly do kontaktu (např. nádrž na topný olej, zaolejované podlahy ve výrobnách).

Lokální prašnost

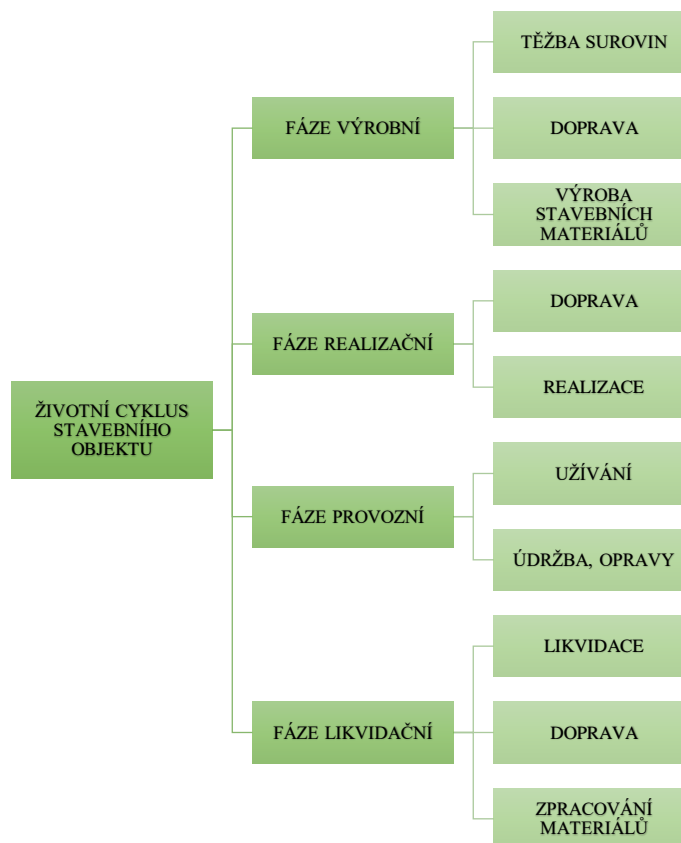
Provádění staveb zatěžuje blízké okolí staveniště jak hlukem a odpady, tak především i prašností. Prašnost se projevuje jak primárně při manipulaci se sypkými látkami, tak sekundárně při skladování sypkých látek. Dalším zdrojem pozemní prašnosti je provádění hrubé stavby a doprava stavebních hmot na staveniště. [1]

Opatření ke snížení prašnosti:

- vyloučení mokrých procesů (montáž stavby z dílců, skládané příčky),
- zásobování stavby balenými materiály (pytlové maltové směsi),
- omezení velikosti staveniště na minimální rozlohu,
- urychlení stavebních procesů a zkrácení doby výstavby,
- pravidelné čištění komunikací v okolí staveniště a čištění aut.

3 ŽIVOTNÍ CYKLUS STAVEBNÍHO OBJEKTU

Každé stavební dílo, nehlédě na jeho účel nebo velikost, prochází životním cyklem. Životní cyklus stavební výroby lze definovat jako časové období od těžby surovin pro výrobu stavebních materiálů, přes fázi realizační, provozní, až po poslední fázi cyklu, fázi likvidační. Následující obrázek zobrazuje jednotlivé fáze životního cyklu a činnosti spojené s danými jednotlivými fázemi.



Obrázek 6 - Struktura rozdělení fází životního cyklu stavebního objektu
(Zdroj: vlastní)

3.1 ŽIVOTNOST STAVEBNÍHO OBJEKTU

Každý stavební objekt, stejně jako jakýkoliv jiný výrobek, má svoji životnost. Životnost stavebního objektu je časové období, po které je daný výrobek či stavební objekt schopen plnit svoji funkci a jeho stav dovoluje majiteli mít užitek z této věci. Životnost by se dala definovat jako doba, po kterou by objekt měl vyhovovat požadavkům na provoz v předpokládaných podmínkách. Už od počátku, tedy od návrhu objektu, je ovlivněna životnost jednotlivých konstrukcí samostatným materiálem, který je na stavbu objektu použit. Životnost objektu lze prodloužit tím, že se vyberou kvalitní materiály, které

procházejí kontrolami a mají požadovanou kvalitu. Následujícím krokem, který by se neměl zanedbat, je výstavba daného objektu. V této fázi je nutné dodržovat stavební normy a zásady, které souvisí s druhem výstavby, dále předepsané technologické postupy a také je důležité nezapomenout na neovlivnitelné faktory, a to například na klimatické jevy a podobně. Poslední částí je údržba objektu, která by měla být běžně u objektu prováděna. Pokud není u objektu prováděna pravidelná údržba (stavba je ponechána svému osudu), vede to k růstu poruch a v souvislosti s tím i k nárůstu nákladů.

Předpokládaná životnost

Životností se myslí předpokládaná doba trvání stavby. Životnost je možné rozdělit podle druhu stavby a dále dle konstrukčního řešení. Podle zákona č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku, uvádí předpokládanou životnost při běžné údržbě, viz tabulka č. 2. [26]

| Druh stavby | Specifikace | Předpokládaná životnost v letech |
|-----------------------------------|--|----------------------------------|
| budovy, haly, RD, rekreační domky | zděné, betonové nebo ocelové svislé nosné konstrukce | 100 |
| | ostatní druhy konstrukcí | |
| zahrádkářské, rekreační chaty | zděné, betonové nebo ocelové svislé nosné konstrukce | 80 |
| | dřevěné, montované | 60 |
| | ostatní | 50 |
| inženýrské, speciální stavby | | 50-100 |
| vedlejší stavby, garáže | zděné | 80 |
| | dřevěné, montované | 60 |
| | ostatní | 30-40 |
| studny | kopané, vrtané | 100 |
| | ostatní | 50 |

Tabulka 2 - Předpokládaná životnost staveb
(Zdroj: vlastní)

3.2 NÁKLADY SPOJENÉ S EKOLOGICKOU ZÁTĚŽÍ

Podle Puchýře a kol.: *Náklady jako ekonomická kategorie vzniká v souvislosti s realizací nějaké produkce nebo činnosti vyvolané podnětem, buď podnětem buď ze strany nabídky, nebo ze strany poptávky. Celý proces produkce nebo činnosti je směřován tak, aby přinesl při daných ekonomických zdrojích maximální ekonomický prospěch tzn. dosáhly co nejnižších náklad.*[27]

V podnikání a účetnictví náklady představují hodnotové vyjádření spotřeby všech výrobních faktorů za určité sledované období a jsou jedním z hlavních činitelů ovlivňujících tvorbu cen. Práce se zaměřuje na náklady spojené se zátěží na ekologii a jejich cenovou tvorbou.

Vliv ekologických aspektů na cenu obvyklou

Cena je jedním z nejvýznamnějších marketingových nástrojů. Mezi základní typy cen patří pořizovací cena, která představuje cenu pořízeného majetku s náklady související s jeho pořízením a cena pořízení charakterizována jako cena pořízeného majetku bez nákladů souvisejících s jeho pořízením.

Cena obvyklá je cena, za kterou je možné stejnou nebo porovnatelnou věc v daném místě a čase na volném trhu prodat nebo koupit. Její charakteristika je obsažena v zákoně č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku. Znění je následující: *Obvyklou cenou se pro účely tohoto zákona rozumí cena, která by byla dosažena při prodeji stejného, popřípadě obdobného majetku nebo při poskytování stejné nebo obdobné služby v obvyklém obchodním styku v tuzemsku ke dni ocenění.* [26]

Pokud objekt v podobě rodinného domu bude rozebrán na jednotlivé konstrukce a materiály, bude možné ve výrobní fázi, stanovit výši emisí a primární energii jednotlivých dílčích částí objektu a jejich teoretické ocenění. V rámci realizace, užívání a demolice objektu se stanoví náklady spojené s ekologií a to následující: energetická náročnost, spotřeba vody a nakládání s odpady. Hlučnost a lokální prašnost jsou další faktory ovlivňující životní prostředí, ale prozatím nejsou stanoveny žádné poplatky zabývající se touto problematikou.

4 STAVEBNÍ VÝROBA

Stavební výroba se dělí na dva základní typy – finální stavební výrobu a dílčí stavební výrobu. Dílčí stavební výroba představuje části stavebních děl. Finální stavební výrobou se rozumí hotová stavební díla, která se člení podle účelu na [28]:

- pozemní stavitelství (např. budovy pro bydlení, administrativní budovy a haly),
- průmyslové stavitelství (např. haly pro výrobu),
- inženýrské stavitelství (např. dopravní stavby, podzemní stavby),
- vodní stavitelství (např. jezy, přehrady).

Největší negativní vliv na životní prostředí mají dopravní stavby a samotná doprava. Dopravu dělíme na silniční, železniční, leteckou a vodní. Největší dopady v souvislosti s objemem má silniční doprava – hluk, exhalace, nehody, přímé znečištění prostředí povrchových a podzemních vod, bariérový efekt.

Při budování dálniční a silniční sítě a místních komunikací má pro ochranu životního prostředí mimořádný význam rozhodnutí o vedení trasy. Volbě liniové trasy musí předcházet podrobný rozbor území, kterým by měla plánovaná trasa vést. Na základě tohoto průzkumu je možné stanovit lokality, které jsou z různých hledisek (ekologických nebo sociálních) nevhodné a naopak ty, které vedení trasy nepoškodí. Také hluk patří mezi výrazně negativní vlivy dopravy. Významná opatření zabráňující šíření akustického hluku jsou protihlukové stěny a valy.

Provoz dopravních prostředků je významným zdrojem emisí (především oxidů uhlíku) a dalších škodlivin (např. prachové částice, olovo, benzen). Hlavním zdrojem prachových částic jsou naftové motory. Prachové částice jsou tvořeny směsí organických a neorganických látek velikosti 0,2 až $0,5 \cdot 10^{-3}$ mm (40 % uhlík, 25 % nespálený olej, 14 % sírany, 7 % nespálené palivo, 13 % ostatní). Druhým nejvýznamnějším zdrojem prachových částic je u silniční dopravy obrus pneumatik a krytu vozovek. Škodliviny z dopravy kontaminují také okolní prostředí. Znečišťující látky se dostávají do ovzduší, půdy i vod, především poškozují vegetaci podél cest. Proto by nemělo být bráno na lehkou váhu varování před konzumací ovoce ze stromů lemujících velké dopravní tepny. Faktem například je, že se množství škodlivin v jednotlivých druzích ovoce výrazně liší. Nejvíce olova se ukládá v peckovicích, především v třešních, méně už v jablkách či hruškách. Dále nepříznivě na půdu, vodní zdroje i samotnou konstrukci stavby působí užití chemických posypových látek (NaCl , MgCl_2 , CaCl_2), kdy vegetace může být ovlivněna až do vzdálenosti 50 m. Zvláště nebezpečné pro půdu a vodu jsou havárie kamionové dopravy, především při transportu chemicky nebezpečných a toxických látek nebo nebezpečného odpadu. [16] [9]

Práce je zaměřena na budovu pro bydlení, kdy se zatížení životního prostředí projevuje ve větší či menší míře ve všech fázích životního cyklu budovy. Výroba stavebních hmot působí svou těžbou surovin a spotřebou energie, vlastní výstavba zabírá půdu a okolí staveniště obtěžuje hlukem a prašností, v provozní fázi má největší podíl na znečišťování ovzduší vytápění budov. Nejčastější negativní dopady těžby jsou: nevratné narušení horninového prostředí a hydrogeologických poměrů, zničení původní krajiny a ztráta zemědělsky využitelné půdy. V ČR můžeme vidět následky těžby v severočeské hnědouhelné pánvi nebo na Sokolovsku, kde vlivem povrchové těžby uhlí vznikla na dotčených místech téměř měsíční krajina (Obrázek č.X). Na Ostravsko-Karvinsku, kde se těží černé uhlí, nevznikají sice těžební jámy, ale tvoří se obří výsypky hlušiny (umělé kopce z nepotřebného materiálu zvané hlady). Kromě vytváření těchto nepřirozených krajinných prvků zde také dochází k postupným propadům poddolovaných území.



Obrázek 7- Měsíční krajina, lom Družba
(Zdroj: [29])

5 PŘÍPADOVÁ STUDIE

V rámci případové studie se práce zaměřuje na vyhodnocení problematiky vybraných měrných ekologických parametrů ve stavebnictví a jejich vliv na cenu obvyklou. Zapotřebí bude položkový rozpočet, energetický průkaz budovy a technická zpráva, která byla dodána k projektové dokumentaci.

Práce se zaměřuje na všechny fáze životního cyklu stavební výroby. A i když je životnost objektu stanovena na dobu 100 let, není možné odhadnout cenový vývoj v této oblasti a zároveň ekologickou politiku, která se neustále zpřísňuje. Bude se proto sledovat spotřeba energií od roku 2019, a to na budoucích 10 let, tedy až do roku 2028.

Ve výrobní fázi se práce zaměřuje na vyčíslení emisí oxidu uhličitého, oxidu siřičitého a měrné primární energie. V realizační a provozní fázi je možné stanovit náklady, ovlivňující životní prostředí, spojené se spotřebou vody, elektrické energie a nakládání s odpady vznikajících jak na stavbě, tak v domácnostech. Ekologické aspekty v rámci likvidační fáze jsou řešeny pouze teoreticky.

5.1 SEZNÁMENÍ S PROJEKTOVOU DOKUMENTACÍ

Pro vyhodnocení je nutné mít veškeré dostupné informace o navrženém objektu, které budou převzaty z technické zprávy a položkového rozpočtu projektu. Rodinný dům je umístěn na parcele č. 765, 764/2 v katastrálním území Perná u Valašského Meziříčí. Pro představu realizovaného objektu je přikládán obrázek.



Obrázek 8 - Rodinný dům
(Zdroj: [30])

Rodinný dům je navržen pro čtyřčlennou rodinu. Jedná se o nepodsklepenou dvojpodlažní stavbu o celkové užité ploše cca 200 m². Hlavní vstup do objektu je řešen v prvním nadzemním podlaží. Byt se skládá ze zádveří, při kterém se nachází spojovací chodba, dětského pokoje, koupelny s WC, obývacího pokoje spojeného s kuchyní, samostatného WC, spíží a ložnice. Přízemí a druhé nadzemní podlaží spojuje jednoramenné schodiště. V druhém podlaží domu se nachází chodba, koupelna s WC, dětský pokoj a půda.

Základní konstrukční a materiálové řešení je převzato z Technické zprávy a rozpočtu, který byl poskytnut k projektové dokumentaci. Objekt je založen na železobetonových základových pásech (beton C16/20), na tyto základové pásy jsou uloženy prefabrikované betonové tvárnice. Svislá nosná konstrukce je tvořena pálenými cihlami Porotherm 44 EKO+ Profi Dryfix, vnitřní nosné zdivo je z tvárnic Porotherm 24 a příčky z tvárnic Porotherm 14. Strop nad přízemím je systémový strop Porotherm. Střecha objektu je navržena jako šikmá sedlová, jako střešní krytina je použita pálená střešní krytina uložená na latě. [31]

5.2 Vliv ekologických aspektů na cenu obvyklou

5.2.1 Znečištění ovzduší

V rámci stanovení vlivu ekologických aspektů ovzduší na cenu obvyklou, se práce bude zabývat produkcí emisí CO₂, emisí SO₂ a TZL a jejich teoretické vyčíslení. K tvorbě emisí dochází ve větší či menší míře ve všech fázích životního cyklu stavby. Největší produkci emisí zaznamenáváme ve výrobní fázi, a to při těžbě surovin a výrobě materiálů. Další značný vliv na znečištění ovzduší má tepelný zdroj v domácnosti, ve fázi užívání stavby. Z technické zprávy není znám přesný typ zdroje tepla, ale jedná se o kotel na tuhá paliva, což je z pohledu ekologie ten nejhůře možný zdroj vytápění domu. Kotle na tuhá paliva jsou nejvýraznějším znečišťovatelem ovzduší, tuhými znečišťujícími látkami. Podle zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší budou muset od roku 2022 kotle na tuhá paliva o jmenovitém tepelném příkonu do 300 kW splňovat parametry 3. emisní třídy. Zákon nově zavádí také pravidelné kontroly kotlů, které budou probíhat jednou za dva roky a bude je provádět odborně způsobilá osoba. Je lepší volit plynové kotle, které produkují minimální emise, bez obsahu SO₂ a tuhých znečišťujících látek. Ovšem zde jsou vyšší investiční náklady, neboť je nutné zavést plynovou přípojku a cena zemního plynu je vyšší.

Jak už bylo zmíněno, jedna z negativních externalit, která vzniká v oborech průmyslu, je vypouštění skleníkových plynů, což způsobuje globální oteplování. V prosinci roku 1997 byl přijat Kjótský protokol, který stanovuje snižování emisí všech zemí světa, do které byla později zapojena i Evropská unie. Aby byla schopna splnit tento závazek, vytvořila trh s emisemi skleníkových plynů. Obecně se nazývá Evropský systém

emisního obchodování. V prostředí trhu se určí celkové množství vypouštěných skleníkových plynů v podobě tzv. povolenek. Pod jednou povolenkou si představme jednu tunu skleníkového plynu, kterou máme právo vypustit.

Cena jedné emisní povolenky se nyní pohybuje na částce 26,89 eur za tunu CO₂ (k datu 16.04.2019, převzato z markets.businessinsider.com). Tato hodnota je nejvyšší od července roku 2008. Za růstem cen stojí očekávání, že odchod Británie z Evropské unie bude odložen. V minulém roce byla průměrná hodnota emisní povolenky 15,56 eur/t CO₂. Kurz eura k 16.04.2019 je přibližně u ČSOB 25,66 Kč. Cena jedné emisní povolenky je tedy 689,99 Kč/t.

Emisní povolenky se vážou pouze na produkci CO₂ při výrobě materiálů, Česká republika se ovšem snaží usměrňovat i další produkce znečišťujících látek do ovzduší. Tyto poplatky jsou zakotveny v Zákoně č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. Poplatek se vypočte jako součin základu poplatku, sazby a koeficientu úrovně emisí, stanoveného podle dosahované emisní koncentrace dané znečišťující látky v celém poplatkovém období. Základem poplatku je množství emisí. Vývoj sazeb poplatků za TZL a SO₂ a koeficienty úrovně emisí jsou uvedeny v příloze č. 9 Zákona o ochraně ovzduší. Od poplatku za znečišťování se osvobozuje provozovatel, pokud výše poplatků za poplatkové období činí méně než 50 000 Kč.

Jelikož nebylo možné stanovit úroveň emisí v celém poplatkovém období, budu proto uvažovat, že provozovatel nedosáhne menší částky než 50 000 Kč, tedy nebude osvobozen od poplatku. Koeficienty úrovně emisí podle dosahovaných emisních koncentrací jsou zvoleny průměrné, tedy 0,6.

Následující tabulka č. 3 ukazuje cenové sazby za produkci vybraných znečišťujících látek ovzduší.

| Název nástroje | Předmět zpoplatnění | Sazba za jednotku | Koeficient |
|--------------------------------|---------------------|-------------------|------------|
| Emisní povolenka | CO ₂ | 689,99 Kč/t | / |
| Poplatek za znečištění ovzduší | SO ₂ | 3 500 Kč/t | 0,6 |
| Poplatek za znečištění ovzduší | TZL | 10 500 Kč/t | 0,6 |

Tabulka 3 - Ceny emisních poplatků
(Zdroj: vlastní)

K jednotlivým materiálům je možné přiřadit velikost vlivu na životní prostředí v podobě velikosti vyprodukované uhlíkové stopy a oxidu siřičitého při jejich výrobě. Hodnoty velikosti CO₂, SO₂ jsou známy z katalogu materiálů Envimat.cz, nevztahují se ovšem k žádnému konkrétnímu výrobcí a jsou pouze orientační. TZL katalog Envimat.cz

nestanovuje, proto není možné stanovit jejich velikost. Pokud by ovšem byly zjištěny velikosti hodnot TZL, cena by se stanovila obdobně jako u SO₂.

Ne u všech položek v rozpočtu lze stanovit velikosti zkoumaných emisí, neboť je katalog nezahrnuje. Proto byly vybrány čtyři materiály, které jsou z pohledu znečištění ovzduší a svým objemem nejmarkantnější. Jedná se o beton, tepelné izolace, tvárnice a ocel. Samozřejmě i při výrobě ostatních materiálů dochází k produkci škodlivin, tyto materiály ale nejsou předmětem zkoumání. Po vypočtení velikosti CO₂ a SO₂, je možné stanovit podíl z celkové ceny stavebního materiálů, který pravděpodobně museli výrobci zaplatit za únik škodlivých emisí.

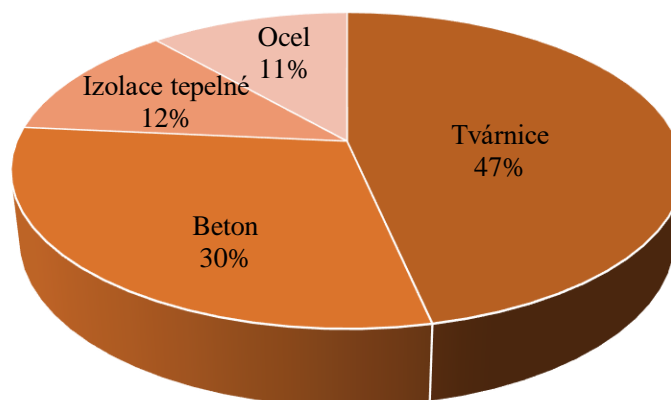
Výpočet velikosti CO₂

Největším producentem ekvivalentu CO₂ na 1 kg výroby materiálu jsou ocelové výrobky s hodnotou 4,47 kg ekv. CO₂ na výrobu 1 kg oceli (v katalogu Envimatu má označení ECO – 080). Což je pochopitelné, jelikož při oxidaci kyslíkem je odstraňován zejména uhlík, který přechází do plynné formy. Beton, který většinou tvoří největší materiálovou náročnost stavby, ovšem ne v daném objektu, má průměrnou hodnotu 0,1 kg ekv. CO₂. Hmotnosti jednotlivých materiálů jsou vždy vztaženy na danou měrnou jednotku a byly převzaty od výrobců, kteří je uvádějí na webových stránkách. Všechny řešené materiály a jejich zatřídění jsou uvedené v příloze č.1.

| Materiál | Produkce CO₂ [kg] | Podíl [%] |
|-----------------|---|----------------------|
| Tvárnice | 20 257,34 | 46,61 |
| Beton | 12 972,47 | 29,85 |
| Izolace tepelné | 5 255,64 | 12,09 |
| Ocel | 4 971,57 | 11,4 |
| Celkem | 43 457,02 kg | 100 % |

Tabulka 4 - Produkce CO₂ a jeho procentuální zastoupení
(Zdroj: vlastní)

V tabulce č. 4 jsou seřazeny dle procentuálního podílu (z celkového vyprodukovaného ekvivalentu CO₂) vybrané materiály, u kterých je známá výše uhlíkové stopy. Celková produkce CO₂ vybraných materiálů je cca **43,46 tun CO₂**.



Graf 2 - Procentuální podíl z celkové produkce CO₂
(Zdroj: vlastní)

V grafu jsou znázorněny procentuální podíly uhlíkové stopy jednotlivých materiálů. Nejvíce procent tvoří tvárnice s 47 %. Důvodem je velké množství použitého materiálu. A i když má ocel největší uhlíkovou stopu na jednotku produkce tohoto materiálu, nemá velké procento zastoupení, protože ji bylo použito nejmenší množství.

Ocenění CO₂

Jednotková cena emisní povolenky, jak už bylo zmíněno, je 689,99 Kč. Po vynásobení produkce CO₂ cenou emisní povolenky, se dostane cena, kterou výrobci zaplatí při výrobě materiálů za produkci CO₂.

| Materiál | Produkce CO ₂ [t] | Cena 1 tuny CO ₂ [Kč] | Celková cena CO ₂ [Kč] |
|-----------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Tvárnice | 20,26 | 689,99 | 13 977,28 |
| Beton | 12,97 | | 8 950,65 |
| Izolace tepelné | 5,26 | | 3 625,94 |
| Ocel | 4,97 | | 3 429,98 |
| Celkem | 43,46 tun | | 29 983,84 Kč |

Tabulka 5 - Ocenění CO₂ u jednotlivých materiálů
(Zdroj: vlastní)

V následující tabulce č. 6 je možné vidět procentuální podíl jak celkové ceny materiálů použitých při stavbě objektu a produkce uhlíkové stopy s nimi spojené. Tak podíly z cen jednotlivých materiálů oceněné produkce CO₂ na daný materiál.

| Materiál | Cena materiálu [Kč] | Celková cena CO₂ [Kč] | Podíl [%] |
|-----------------|----------------------------|---|------------------|
| Tvárnice | 333 722,90 | 13 977,28 | 4,19 |
| Beton | 218 324,08 | 8 950,65 | 4,10 |
| Izolace tepelné | 121 580,70 | 3 625,94 | 2,98 |
| Ocel | 67 751,34 | 3 429,98 | 5,06 |
| | | | |
| Celkem | 741 379,01 Kč | 29 983,85Kč | 4,04 % |

Tabulka 6 - Porovnání ceny CO₂ s cenami materiálů
(Zdroj: vlastní)

Celková cena produkce CO₂, která vznikla při výrobě tvárnice, betonu, izolací a oceli, v roce 2019 dosáhla po ocenění emisními povolenkami částky přibližně **29 984 Kč**, to dělá přibližně **4,04 %** z celkové ceny vybraných materiálů.

Výpočet velikostí SO₂

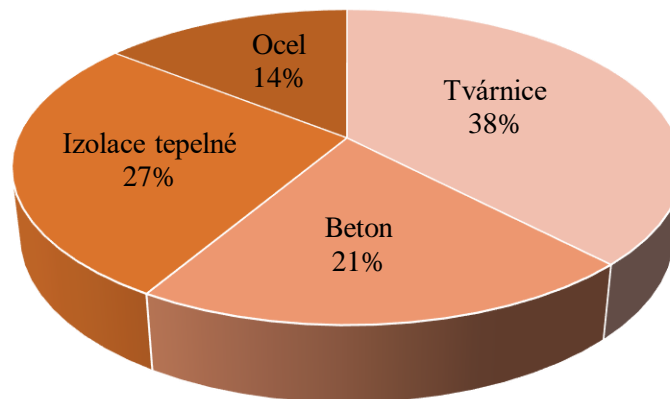
Největším producentem ekvivalentu SO₂ na 1 kg výroby materiálu je obdobně jak u produkce CO₂ ocel s hodnotou 23,623 g CO₂ ekv./kg. Následně tepelná izolace s hodnotou 14,9 g CO₂ ekv./kg (označení v katalogu ECO – 114).

| Materiál | Produkce SO₂ [g] | Podíl [%] |
|-----------------|------------------------------------|------------------|
| Tvárnice | 45 025,64 | 37,81 |
| Izolace tepelné | 32 279,27 | 27,11 |
| Beton | 24 687,13 | 20,73 |
| Ocel | 17 097,51 | 14,36 |
| Celkem | 119 089,55 g | 100,00 % |

Tabulka 7 - Produkce SO₂ a jeho procentuální podíl
(Zdroj: vlastní)

Ve výše uvedené tabulce č.7 jsou seřazené vybrané materiály dle procentuálního podílu z celkového vyprodukovaného ekvivalentu SO₂. Celková produkce SO₂ vybraných materiálů je cca **0,1191 tun SO₂**.

V níže uvedeném grafu jsou znázorněny procentuální podíly produkce SO₂ jednotlivých materiálů. Nejvíce procent stejně jako u produkce CO₂, tvoří tvárnice. Pokud se srovnají procentuální podíly produkce emisí CO₂ a SO₂, tepelné izolace produkují větší množství SO₂ a mají větší procentuální podíl (27,11 %) z celkové produkce SO₂ než beton.



Graf 3 - Procentuální podíl z celkové produkce SO₂
(Zdroj: vlastní)

Ocenění SO₂

| Materiál | Produkce SO ₂ [t] | Sazba poplatku | Koeficient | Celková cena SO ₂ [Kč] |
|-----------------|------------------------------|----------------|------------|-----------------------------------|
| Tvárnice | 0,0450 | 3 500 | 0,6 | 94,55 |
| Izolace tepelné | 0,0323 | | | 51,84 |
| Beton | 0,0247 | | | 67,79 |
| Ocel | 0,0171 | | | 35,90 |
| Celkem | 0,1191 tun | | | 250,09 Kč |

Tabulka 8 - Ocenění SO₂
(Zdroj: vlastní)

Celková částka v ceně se pohybuje ve výši **250,09 Kč**. Tato částka za produkci SO₂ je zcela zanedbatelná v porovnání s celkovou cenou materiálů **741 379Kč**.

5.2.2 Vodní prostředí

Voda je potřebná v celém životním cyklu stavby. Největší spotřebu vody je možné sledovat v provozní fázi životního cyklu objektu při samotném užívání stavby. Značná spotřeba i znečištění vody vzniká při realizaci stavby. Proto pro tyto dvě fáze budou stanoveny teoretické náklady na spotřebu a znečištění vody. Ve fázi výrobní a likvidační dochází také k ovlivňování vodního prostředí, ale není zde stanovena žádná zjednodušená metodika pro spotřebu vody, a proto tyto dvě fáze nebudou vyčísleny, mělo by ale být bráno v úvahu, že i zde dochází k ovlivňování životního prostředí.

Náklady na vodné v realizační fázi

Voda se na staveništi využívá k výrobním, sociálně hygienickým účelům a v oblasti protipožární ochrany. Práce v této části kapitoly stanovuje nakládání s vodou při realizaci stavebního objektu. Spotřebu vody je možné vyčíst z limitky materiálů. Spotřeba se váže na určité materiály, následující tabulka č. 9 zobrazuje spotřebu vody. Detailní spotřebu vody lze vidět v celkové limitce materiálu v příloze č.2.

| Název | Množství vody [m ³] |
|------------------------|---------------------------------|
| Základy | 3,20 |
| Svislé konstrukce | 2,46 |
| Vodorovné konstrukce | 2,48 |
| Komunikace | 8,95 |
| Úpravy povrchů vnitřní | 1,70 |
| Úpravy povrchů vnější | 0,34 |
| Podlahy | 0,19 |
| Dokončovací konstrukce | 0,41 |
| Tesařské konstrukce | 7,86 |
| Obklady | 0,08 |
| Malby | 0,19 |
| Celkem | 27,86 m³ |

Tabulka 9 - Spotřeba vody v rámci realizace stavby
(Zdroj: vlastní)

Spotřeba vody z limitky materiálů je tedy **27,86 m³**. Při současné ceně vody 48,30 Kč, se částka vyšplhá na **1 345,90 Kč**, která se zaplatí na vodném při výstavbě domu.

Jak bylo zmíněno v úvodu případové studie, bude sledována spotřeba energií od roku 2019, a to na budoucích 10 let, tedy až do 2028. V domě žije čtyřčlenná rodina. Průměrná spotřeba vody za rok dle vyhlášky č. 120/2011 Sb. je 35 m³ na jednoho obyvatele domu, dále se ke spotřebě připočítává 1 m³ na spotřebu spojenou s očištěním okolí rodinného domu. Roční spotřeba vody na jednoho obyvatele dělá tedy 36 m³, pro čtyřčlennou rodinu 144 m³ za rok. Při výpočtu se bude uvažovat, že roční spotřeba v následujících deseti letech bude obdobná.

Náklady na vodné a stočné v provozní fázi

Náklady na vodu se vypočítají ze dvou položek, ty jsou označovány jako vodné a stočné. Platbě za odebranou vodu a její distribuci (dodávku) se říká vodné, cena se vztahuje na 1 m³ odebrané pitné vody. Platba za odvedení odpadní vody a její čištění je stočné, cena stočného je stanovena za 1 m³ odpadní vody vypuštěné do veřejné kanalizace.

Cena vodného a stočného se určuje vždy jednou za rok (k 1. lednu) a je stejná pro všechny zákazníky (odběratele) v daném regionu (v takzvané tarifní oblasti). Na stránkách českého statistického úřadu je možné najít vývoj ceny ve Zlínském kraji, kde se stavba nachází. Z těchto údajů bylo možné vypočítat procento zvýšení cen vodného i stočného. Nárůst cen vodného je oproti roku 2018 o 5,8 %, nárůst stočného o 4,3 %.

| Rok | Jednotková cena [Kč] | | Spotřeba [m ³] | Cena [Kč] | | Cena celkem [Kč] |
|---------------|----------------------|--------|----------------------------|------------------|------------------|----------------------|
| | Vodné | Stočné | | Vodné | Stočné | |
| 2019 | 48,30 | 36,57 | 144,00 | 6 955,20 | 5 266,08 | 12 221,28 |
| 2020 | 51,10 | 38,14 | 144,00 | 7 358,60 | 5 492,52 | 12 851,12 |
| 2021 | 54,07 | 39,78 | 144,00 | 7 785,40 | 5 728,70 | 13 514,10 |
| 2022 | 57,20 | 41,49 | 144,00 | 8 236,95 | 5 975,03 | 14 211,99 |
| 2023 | 60,52 | 43,28 | 144,00 | 8 714,70 | 6 231,96 | 14 946,66 |
| 2024 | 64,03 | 45,14 | 144,00 | 9 220,15 | 6 499,93 | 15 720,08 |
| 2025 | 67,74 | 47,08 | 144,00 | 9 754,92 | 6 779,43 | 16 534,35 |
| 2026 | 71,67 | 49,10 | 144,00 | 10 320,70 | 7 070,95 | 17 391,65 |
| 2027 | 75,83 | 51,22 | 144,00 | 10 919,30 | 7 375,00 | 18 294,30 |
| 2028 | 80,23 | 53,42 | 144,00 | 11 552,62 | 7 692,12 | 19 244,75 |
| Celkem | | | | 90 818,55 | 64 111,73 | 154 930,28 Kč |

Tabulka 10 - Náklady na vodné a stočné
(Zdroj: vlastní)

Celkové náklady vodného a stočného v rámci užívání stavby od roku 2019 do roku 2028 postupně rostou, neboť podmínky čištění a spotřeby vod se neustále zprísňují, proto neustále rostou jednotkové ceny vody. Celkové budoucí náklady v následujících deseti letech tedy dosáhnou výše 154 930,28 Kč. Z pohledu ekologie, mají ovšem větší vliv náklady stočného, což celkově dělá **64 111,73 Kč** za 10 let.

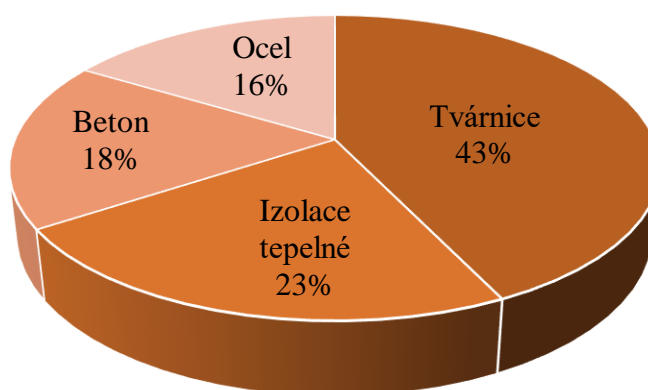
5.2.3 Ostatní řešené vlivy

Energetická náročnost ve výrobní fázi

V rámci výrobní fáze je možné stanovit spotřebu svázané primární energie při výrobě materiálů. Tato energie ovšem udává pouze teoretickou spotřebu přírodních zdrojů energie, proto se u ní nestanovuje cena. Jednotkovou hodnotu svázané primární energie udává katalog Envimat. Níže uvedená tabulka č. 11 udává spotřebu primární energie vybraných materiálů. Celková spotřeba energie, ke které došlo při výrobě materiálů je **461 314 MJ**.

| Materiál | Spotřeba primární energie [MJ] | Podíl [%] |
|-----------------|--------------------------------|-----------------|
| Tvárnice | 197 550,96 | 42,82 |
| Izolace tepelné | 105 777,62 | 22,93 |
| Beton | 82 415,24 | 17,87 |
| Ocel | 75 570,44 | 16,38 |
| Celkem | 461 314,25 MJ | 100,00 % |

Tabulka 11 - Spotřeba primární energie a její procentuální podíl
(Zdroj: vlastní)



Graf 4 - Procentuální podíl z celkové spotřeby primární energie
(Zdroj: vlastní)

Největších hodnot svázané energie dosahuje tepelná izolace XPS s hodnotou 96,51 MJ/kg, (v katalogu má označení ECO-115). Následuje ocel s hodnotou 65,81 MJ/kg. Největší procentuální podíl spotřeby primární energie mají tvárnice, neboť jsou objemově největší, jednotkovou energii 2,57 MJ. Druhé největší objemové zastoupení má beton, ten má ale jednotkovou spotřebu energie pouze 0,57 MJ/kg, proto je zastoupen pouze z 18 %. Je možné proto říci, že z pohledu hodnocení jsou nejvíce energeticky náročné izolace, poté ocel a následuje tvárnice a beton.

Energetická náročnost v realizační fázi

V této fázi je možné stanovit teoretickou spotřebu elektrické energie při samotné realizaci rodinného domu. Elektrická energie se na staveništi využívá k pohonu stavebních strojů a osvětlení.

Cena 1 kWh pro rok 2019 se liší dle jednotlivých krajů a dodavatelů. Průměrná cena elektřiny je v současné době (v roce 2019) zhruba 4,28 Kč/kWh. V tabulce je přehled stavebního nářadí, jejich množství, předpokládanou dobu jejich použití při realizaci stavby a příkon dle výrobců.

| Stavební stroj | Doba provozu za den [h] | Celkový počet dní v provozu | Příkon [kW] | Množství [ks] | Celkový odběr [kWh] |
|--|-------------------------|-----------------------------|-------------|--------------------------|---------------------|
| Svářečka | 2 | 100 | 4 | 1 | 800 |
| Vrtačka | 1 | 180 | 0,7 | 3 | 378 |
| Míchačka | 6 | 10 | 3 | 1 | 180 |
| Vibrátor | 4 | 2 | 0,8 | 1 | 6,4 |
| Okružní pila | 1 | 180 | 4 | 1 | 720 |
| Sbíječka | 6 | 7 | 1,5 | 2 | 126 |
| Uhlové brusky | 2 | 12 | 2,35 | 2 | 113 |
| Vibrační lať | 5 | 1 | 2 | 1 | 10 |
| Omítačka | 5 | 4 | 5,5 | 1 | 110 |
| Osvětlovaný prostor | Doba provozu za den [h] | Celkový počet dní v provozu | Příkon [kW] | Plocha [m ²] | Celkový odběr [kWh] |
| V budovaném objektu | 5 | 180 | 0,013 | 200 | 2 340 |
| Celková předpokládaná spotřeba elektrické energie | | | | | 4 783 kWh |

Tabulka 12 - Skladba ceny a spotřeba energie v rámci realizace objektu
(Zdroj: vlastní)

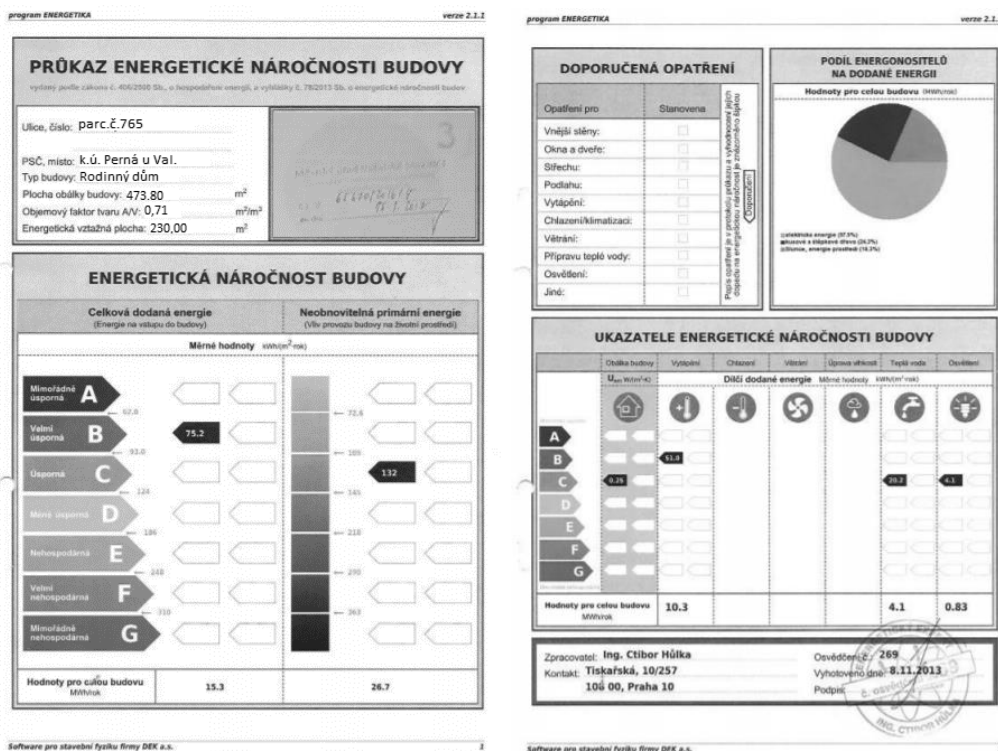
Celková předpokládaná spotřeba elektrické energie na staveništi je 4 783 kWh, po vynásobení stanovenou cenou elektřiny 4,28 Kč/kWh se celkové náklady dostanou na částku **20 472 Kč**.

Energetická náročnost v provozní fázi

Spotřeba energie v rámci užívání stavby tvoří významnou část celkové spotřeby energie. Tuto spotřebu stanovuje průkaz energetické náročnosti budovy, který udává celkovou dodanou energii (v případě rodinného domu se jedná o dodanou energii na vytápění, přípravu teplé vody, osvětlení).

Z průkazu, který je viděn na obrázku č. 9, je získána hodnota spotřeby celkové dodané energie pro celou budovu 15,3 MWh/rok. Pro osvětlení a ohřev vody to dělá **4,93 MWh/rok**, tato hodnota je spotřeba energie budovy za celý jeden rok a bude

se uvažovat stejná po celou dobu deseti let. Dále z průkazu je možné vyčíst vliv budovy na životní prostředí, což udává hodnota neobnovitelné primární energie 26,7 MWh/rok. Na tuto hodnotu primární energie by měl být společností kladen větší důraz, protože právě ona udává vliv na životní prostředí. Platí se ovšem pouze za dodanou energii na vstupu do budovy.



Obrázek 9 - průkaz energetické náročnosti rodinného domu
(Zdroj: [31])

Náklady na elektrickou energii jsou zpracovány podobně jako náklady na spotřebu vody. Jednotková cena pro rok 2019 je 4 280 Kč/MWh. Z cen minulých let je stanoveno procento průměrného ročního navýšení ceny o 4,5 %.

| Rok | Jednotková cena za MWh [Kč] | Spotřeba [MWh] | Celkem [Kč] |
|------|-----------------------------|----------------|-------------|
| 2019 | 4 280,00 | 4,93 | 21 100,4 |
| 2020 | 4 472,60 | 4,93 | 22 049,9 |
| 2021 | 4 673,87 | 4,93 | 23 042,1 |
| 2022 | 4 884,19 | 4,93 | 24 079,0 |
| 2023 | 5 103,98 | 4,93 | 25 162,6 |
| 2024 | 5 333,66 | 4,93 | 26 294,9 |

| Rok | Jednotková cena za MWh [Kč] | Spotřeba [MWh] | Celkem [Kč] |
|---------------|-----------------------------|----------------|---------------------|
| 2025 | 5 573,67 | 4,93 | 27 478,2 |
| 2026 | 5 824,49 | 4,93 | 28 714,7 |
| 2027 | 6 086,59 | 4,93 | 30 006,9 |
| 2028 | 6 360,49 | 4,93 | 31 357,2 |
| Celkem | | | 259 286,1 Kč |

Tabulka 13 - Náklady na elektrickou energii
(Zdroj: vlastní)

Celkové náklady za elektrickou energii se od roku 2019 až do konce roku 2028 budou tvořit částku **259 286 Kč**.

Odpad

Odpady vznikají buď při výrobní sféře nebo společenské sféře. Ve výrobní sféře budou charakterizovány odpady vznikající v realizační a likvidační fázi, tyto náklady budou řešeny pouze teoreticky. Společenskou sférou jsou myšleny komunální odpady, vznikající v provozní fázi budovy. Náklady domácnosti na zpracování komunálního odpadu stanoveny po dobu deseti let.

Nakládání s odpady spočívá hlavně v třídění odpadů dle kategorií a mělo by být prováděno v souladu se Zákonem o odpadech 185/2001 Sb. Odpady zařazujeme podle šestimístního katalogového čísla. První dvojčíslí označuje skupinu, druhé podskupinu a třetí dvojčíslí druh odpadu. V rámci realizační a likvidační fáze, odpady, vznikající při zřizování, údržbě, rekonstrukcích a odstraňování staveb jsou nazývané v Katalogu odpadů jako „stavební a demoliční odpady“, skupina 17. Do skupiny 20 jsou řazeny komunální odpady vznikající při nevýrobní činnosti (jednotkové ceny za uložení odpadu na skládku jsou uvedeny v tabulce č. 17). V následující tabulce č. 14 jsou uvedeny vznikající stavební a demoliční odpady dle katalogu. V tabulce č. 15 komunální odpad.

| 17 | Stavební a demoliční odpady |
|----------|--|
| 17 01 00 | Beton, cihly, tašky a keramika |
| 17 02 00 | Dřevo, sklo, plasty |
| 17 03 00 | Asfaltové směsi, dehet a výrobky z dehtu |
| 17 04 00 | Kovy (včetně jejich slitin) |
| 17 05 00 | Zemina |
| 17 06 00 | Stavební materiály na bázi sádry |
| 17 08 00 | Jiné stavební a demoliční odpady |

Tabulka 14 - Stavební a demoliční odpady skupiny 17
(Zdroj: vlastní)

| | |
|-----------|--|
| 20 | Komunální odpady včetně složek odděleného sběru |
| 20 01 00 | Složky z odděleného sběru |
| 20 02 00 | Odpady ze zahrad a parků |
| 20 03 00 | Ostatní komunální odpad |

Tabulka 15 - Komunální odpady skupiny 20
(Zdroj: vlastní)

Odpady je možné uložit na skládku v blízkosti Valašského Meziříčí. V níže uvedené tabulce je kód, název, kategorie, množstevní jednotka a cena bez DPH uloženého odpadu. Kategorie je rozdělena na ostatní a nebezpečný odpad. Za ukládání odpadů na skládky jsme povinni zaplatit poplatek, který vybírá provozovatel skládky.

Odpad ve fázi realizační a likvidační řeší práce jen informativně, proto je zde pouze uvedeno, jaká částka se zaplatí za daný odpad na jeho měrnou jednotku. Na skládku je možné uložit stavební a demoliční odpady uvedené v níže uvedené tabulce č.16, ve které je uvedena i jednotková cena za uložení odpadu.

| Kód odpadu | Název odpadu | Kat. | m.j. | Kč/m.j. bez DPH |
|------------|---|------|------|-----------------|
| 17 01 07 | Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků | O | kg | 1,20 |
| 17 03 01 | Asfaltové směsi obsahující dehet | N | kg | 11,50 |
| 17 03 02 | Asfaltové směsi neuvedené pod číslem 17 03 01 | O | kg | 2,50 |
| 17 06 03 | Jiné izolační materiály, které obsahují nebezpečné látky | N | kg | 11,40 |
| 17 06 04 | Izolační materiály neuvedené pod číslem 17 06 03 | O | kg | 2,50 |
| 17 09 03 | Jiné stavební a demoliční odpady obsahující nebezpečné látky | N | kg | 11,50 |

Tabulka 16 - Cena za uložení jednotky odpadu skupiny 17 na skládce
(Zdroj: Technické služby Zlín)

Z tabulky č. 16 je možné vidět, nejvyšší cena se zaplatí za uložení nebezpečného odpadu, a to za uložení stavebního a demoličního odpadu, který obsahuje nebezpečné látky. V rámci realizační a likvidační fáze by se vznikající odpady měly ihned třídit na dále využitelné a nepoužitelné. Pro tyto účely je nejvhodnější ukládat odpad do sběrných kontejnerů na staveništi, podle způsobu likvidace.

| Kód odpadu | Název odpadu | Kat. | m.j. | Kč/m.j. bez DPH |
|------------|---|------|------|-----------------|
| 20 01 01 | Papír a lepenka | O | kg | 0,00 |
| 20 01 02 | Sklo | O | kg | 0,00 |
| 20 01 08 | Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní | O | kg | 2,50 |
| 20 01 11 | Textilní materiály | O | kg | 4,70 |
| 20 01 13 | Rozpouštědla | N | kg | 7,10 |
| 20 01 19 | Pesticidy | N | kg | 15,50 |
| 20 01 21 | Zářivky a jiný odpad obsahující rtuť | N | ks | 0,00 |
| 20 01 21 | Teploměry | N | ks | 14,80 |
| 20 01 25 | Olej a tuk | O | kg | 4,50 |
| 20 01 27 | Barvy, tiskářské barvy, lepidla | N | kg | 10,50 |
| 20 01 31 | Nepoužité cytostatika (léky) | N | kg | 12,20 |
| 20 01 39 | Plasty od občanů | O | kg | 0,00 |
| 20 01 39 | Polystyren | O | kg | 20,00 |
| 20 01 40 | Kovy | O | kg | 0,00 |
| 20 02 01 | Biologicky rozložitelný odpad | O | kg | 2,80 |
| 20 03 07 | Objemný odpad | O | kg | 2,00 |

Tabulka 17 - Cena za uložení jednotky odpadu skupiny 20 na skládce
(Zdroj: Technické služby Zlín)

V rámci užívání stavby se platí poplatky za komunální odpad. Poplatky slouží k financování samotného nakládání s odpady, zároveň mají ale i regulační funkci. Část poplatku za skladování si nechávají obce, na jejichž území je skládka umístěna a část putuje do Státního fondu životního prostředí ČR.

Poplatky za svoz komunálního odpadu

Poplatek za svoz komunálního odpadu je účtován ročně a záleží, v jakém městě člověk bydlí. Poplatek za svoz si stanovují obce samy místní vyhláškou. Nejvyšší teoretická sazba dle zákona ovšem činí 1 000 Kč za osobu na jeden kalendářní rok. Sazba poplatku ve Valašském Meziříčí činí 490 Kč. Výše poplatku se posledních 5 let nezměnila, bude proto uvažováno i v následujících deseti letech výši poplatku 490 Kč. Sazba poplatku v roce 2019 činí 490 Kč a je tvořena:

- z částky 240 Kč za kalendářní rok,
- z částky 250 Kč za kalendářní rok, tato částka je stanovena podle skutečných nákladů města předchozího roku na sběr a svoz netříděného komunálního odpadu za poplatníka a kalendářní rok.

Tato cena je za jednoho poplatníka, v domě ovšem žije čtyřčlenná rodina. Zaplatí tedy za jeden kalendářní rok **1 960 Kč** za provoz systému shromažďování, sběru, přepravy, třídění a odstraňování komunálního odpadu. Za deset let se vyšplhají náklady na svoz odpadu na částku **19 600 Kč**.

6 VYHODNOCENÍ EKOLOGICKÉ ZÁTĚŽE

Analýza ekologické zátěže stavební produkce a její vliv na cenu obvyklou má široký rozsah. Tuto problematiku zobrazuje následující tabulka, kde jsou znázorněny řešené vybrané ekologické aspekty stavební výroby a teoretické ocenění daných aspektů ve všech fázích životního cyklu.

| | Poplatky a úhrady | Cena jednotková | Náklady |
|------------------------------|---|-------------------------|--------------|
| CO₂ | Emisní povolenky | 689,99 Kč/t | 29 983,84 Kč |
| SO₂ | Poplatek za znečištění ovzduší | 0,6*3 500 Kč/t | 250,09 Kč |
| TZL | Poplatek za znečištění ovzduší | 0,6*10 500 Kč/t | |
| Vodní prostředí | Vodné (realizační, provozní fáze-10 let) | 48,30 Kč/m ³ | 92 164,43 Kč |
| | Stočné (provozní fáze-10 let) | 36,57 Kč/m ³ | 64 111,73 Kč |
| Energetická náročnost | Poplatek za elektřinu (realizační a provozní fáze-10 let) | 4 280 Kč/MWh | 279 758 Kč |
| Hluk | | | |
| Odpad | Poplatky za svoz komunálního odpadu | 490 Kč | 19 600 Kč |
| Lokální prašnost | | | |

Tabulka 18 - Ekologické aspekty a jejich vliv na cenu obvyklou
(Zdroj: vlastní)

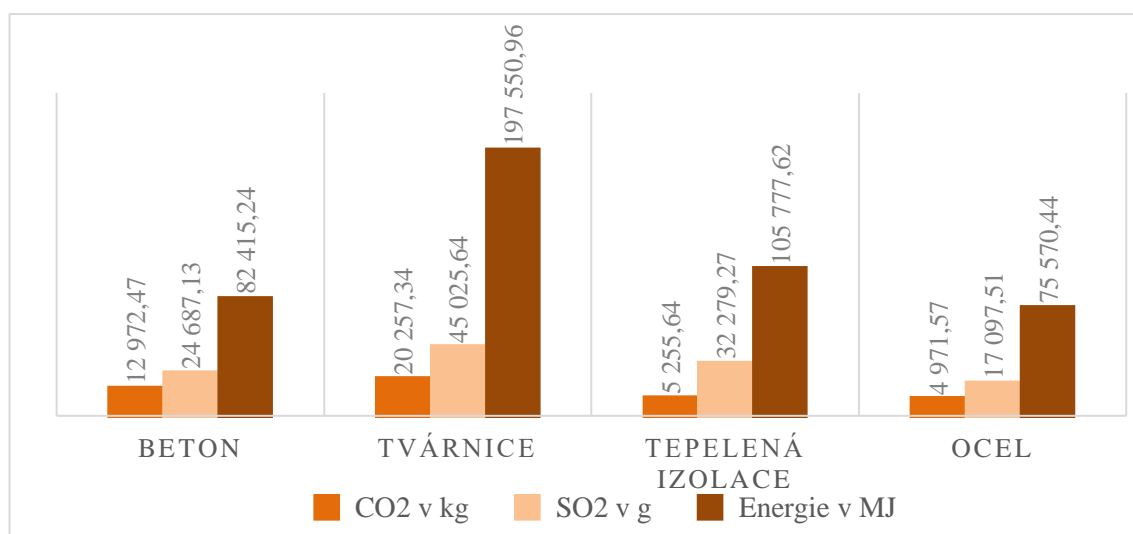
Stanovená cena produkce oxidu uhličitého a siřičitého je pouze na produkci emisí v rámci výrobní fáze, dle vybraných materiálů. Množství tuhých znečišťujících látek nebylo možné stanovit, a proto jak už bylo výše zmíněno, není možné tuto produkci vyčíslit. Náklady v rámci realizace a užívání stavby byly stanoveny na dobu deseti let. V rámci vlivu na vodní prostředí, by se mělo dívat spíše na náklady stočného, tedy 64 111 Kč. Pokud porovnáme náklady na spotřebu vody v rámci realizační fáze 1 345,9 Kč a fáze užívání 92 164,43 Kč, je částka, která se zaplatí při realizaci stavby zanedbatelná v porovnání s tím, kolik vody se spotřebuje při samotném provozu domu za dobu deseti let. Energie byla stanovena jak při realizační fázi, tak při užívání stavby, a to do výši nákladů 279 758 Kč. Odpad je řešen ve fázi užívání a to poplatky, které za dobu deseti let dělají částku 19 600 Kč.

Na ekologické vlivy jako je hluchnost a lokální prašnost zatím nejsou stanoveny žádné poplatky. Tyto nepříznivé vlivy na životní prostředí se ovšem snaží vláda redukovat zákony, vyhláškami a nařízeními jako:

- nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací,
- vyhláška č. 561/2006 Sb., o stanovení seznamu aglomerací pro účely hodnocení a snižování hluku,
- zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů,
- Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.

Analýza vlivu stavebních materiálů na životní prostředí

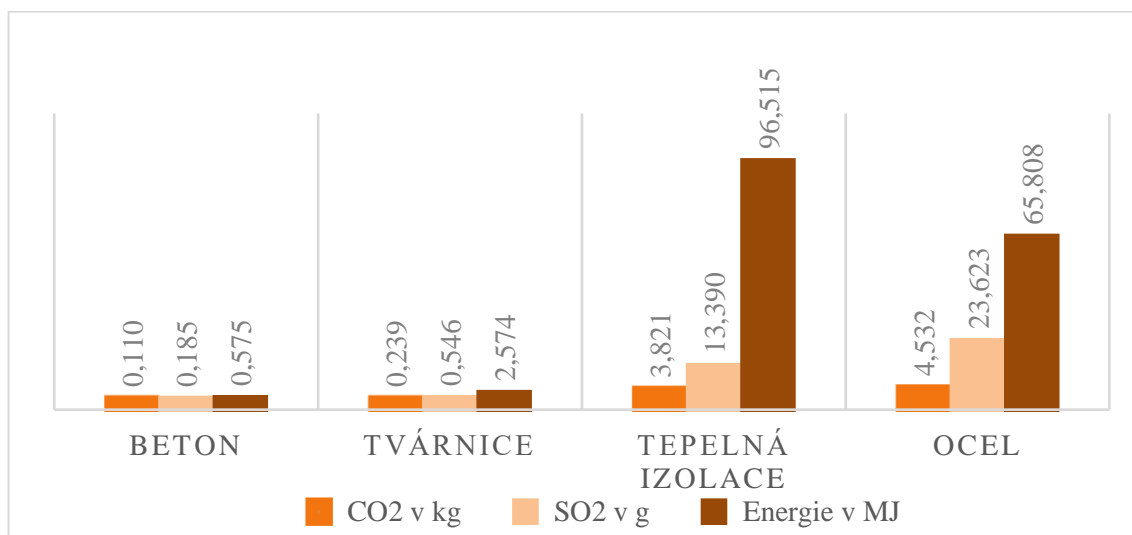
Porovnání celkové produkce CO₂, SO₂ a množství primární energie produkované při výrobě vybraných materiálů ze stavebního objektu ukazuje následující graf č. 5. Každý měrný faktor je uveden v jiných jednotkách, podle toho, v jakých měrných jednotkách je uváděn v katalogu Envimat. Proto není možné všechny tři řešené parametry navzájem porovnat. Uhlíková stopa je uváděna v kilogramech, oxid siřičitý v gramech a měrná energie je uváděna v MJ.



Graf 5 - Celkové produkce vybraných ekologických aspektů
(Zdroj: vlastní)

Nejvyšších hodnot celkové uhlíkové stopy, produkci emisí oxidu siřičitého i vázané měrné primární energie dosahují tvárnice, jelikož jsou v objektu objemově nejvíce zastoupeny. Nejmenších hodnot dosahuje ocel z důvodu nejmenšího množství vybraných materiálů.

Následující graf č. 6 porovnává ekologické aspekty materiálů na jednotku jejich hmotnosti. Nejvyšší produkcí CO₂ a SO₂ je ocel, nejvyšší hodnoty primární energie na jednotku hmotnosti ovšem váže tepelná izolace, přesněji izolace XPS. Beton i tvárnice dosahují minimálních hodnot.



Graf 6 - Produkce vybraných aspektů na jednotku hmotnosti materiálů
(Zdroj: vlastní)

Dalším výrazným producentem znečišťujících látek je doprava, která se vztahuje na všechny fáze životního cyklu stavební výroby. Produkce emisí je možné stanovit na základě spotřeby automobilu dle kalkulačky v katalogu Envimat.cz, tato kalkulačka stanovuje ovšem jen emise CO₂. Aplikace je založena na spotřebě jednotlivých automobilů a na počtu ujetých kilometrů. Jelikož není znám ani jeden údaj, není možné stanovit velikost produkce CO₂. Pokud by údaje o automobilech a ujetých trasách byly známé, zjistilo by se, kolik CO₂ unikne do ovzduší, tato produkce ovšem není řešena emisními povolenkami, jak bylo při výrobě materiálů.

Stát ale v rámci ochrany životního prostředí zavedl jiné poplatky spojené s dopravou, jako:

- Silniční daň – Zákon č.16/1993 Sb., *Zákon České národní rady o dani silniční,*
- Mýtné – Nařízení vlády č. 484/2006 Sb., *o výši časových poplatků a o výši sazeb mýtného za užívání určených pozemních komunikací,*
- Poplatek za užívání dálnic – zákon č. 13/1197 Sb., *o pozemních komunikacích.*

7 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo analyzovat ekologické aspekty stavební výroby, identifikovat jejich zdroje a možné stanovení ceny v procesu všech fází objektu. Na téma ekologie a vliv člověka na životní prostředí se v posledních letech klade velký důraz, jelikož je patrná existence globálního oteplování a skleníkového efektu v důsledku lidské činnosti. V teoretické části se práce nejprve zabývá definicí základních pojmů dané problematiky, přiblížení vztahu a ovlivňování ekologie stavebním průmyslem. Praktická část se věnuje jednotlivým ekologickým aspektům a jejich teoretickým vyčíslením. Budova, považována za jednotku produkce stavebnictví, zatěžuje životní prostředí nejen v části realizace nebo provozu, ale již v části výroby stavebních materiálů a po uplynutí doby její životnosti i její likvidací.

Výrobní fáze zahrnuje těžbu a samotnou výrobu stavebních materiálů, při které vznikají škodlivé látky, které jsou vypouštěny do ovzduší. V této části práce se stanovila velikost produkce a cena uhlíkové stopy vybraných materiálů (tvárnice, beton, izolace a ocel) řešeného objektu. Bylo vyprodukováno 43,46 tun emisí CO₂, po ocenění emisními povolenkami bylo zjištěno, že za produkci CO₂ výrobci zaplatí na povolenkách přibližně 29 984 Kč. Tato částka je pravděpodobně zahrnutá v ceně materiálu, který platí konečný spotřebitel. Je to pouze 4,04 % z celkové ceny řešených materiálů. Jelikož cena za produkci uhlíkové stopy není vysoká, a i kdyby ceny emisních povolenek rapidně stouply, nemělo by to pořád zásadní vliv na společnost, neboť by to byla stále pouze malá částka v porovnání s celkovou cenou materiálů. Další emise, které vznikají, jsou emise oxidu siřičitého a tuhé znečišťující látky. Emisí SO₂ je teoreticky (na základě katalogu Envimat) vyprodukováno ve výrobní fázi asi 0,12 tun. Tuhé znečišťující látky a jejich produkci se nepodařilo stanovit, neboť zatím není žádný katalog, který by produkci těchto látek stanovoval dle materiálů. Produkci oxidu siřičitého se Česká republika snaží usměrňovat emisním poplatkem, který je zakotven v zákoně o ochraně ovzduší. Částka, kterou výrobci pravděpodobně zaplatí za produkci SO₂ je 250,09 Kč, což je cena, která je zcela zanedbatelná v porovnání s celkovou cenou materiálů 741 379 Kč. Aspekt, který by neměl být ve výrobní fázi opomíjen je tvorba primární svázané energie. Tato energie ovšem udává pouze teoretickou spotřebu přírodních zdrojů energie, proto se u ní nestanovuje cena. Jednotkovou hodnotu svázané primární energie udává katalog Envimat. Celková spotřeba energie, ke které došlo při výrobě materiálů je 461 314 MJ.

Spotřeba vody na stavbě byla určena pomocí limitky materiálů. Na realizaci stavby řešeného rodinného domu se spotřebuje malé množství vody a to přibližně 28 m³. Za spotřebu vody se platí vodné, při současné ceně vodného se částka za vodu na stavbě vyšplhala na 1 346 Kč. Na stavbě vznikají stavební odpady, které by měly být řádně třízeny. Stavební odpady jsou v práci řešeny pouze teoreticky a to, určením odpadů, které

v rámci výstavby vzniknou a uvedením jednotkové ceny za uložení odpadu na nejbližší skládce. Nezbytný energetický zdroj ve fázi výstavby je elektrická energie, právě tvorba elektrické energie působí negativně na životní prostředí. Výše ceny spotřebované předpokládané energie v rámci realizace stavby domu je 20 472 Kč. Tento náklad byl určen podle příkonů pracovních náradí a následným oceněním průměrnou cenou elektřiny. S celou realizační fází, i všech ostatních fází životního cyklu objektu, se spojuje doprava. Jak nákladní automobily, které přepravují stavební materiál (případně odpady), tak stavební stroje, znečišťují a ovlivňují okolní prostředí lokální prašností a hlučností. Závažnější problém, který doprava způsobuje, je ovšem produkce škodlivých emisí do ovzduší. Lokální prašnost a hlučnost omezuje vláda pouze nařízenými a vyhláškami, ale doprava je usměrňována různými poplatky, které jsou uvedeny v kapitole výše.

Provozní fáze zatěžuje ze všech fází životní prostředí nejvíce, neboť doba užívání stavby je dlouhá. I když je životnost objektu 100 let, spotřebu energií práce stanovuje pro období deseti let, neboť není možné stanovit vývoj cen v budoucích letech. V případové studii (v rámci užívání stavby) je řešena spotřeba vody, elektrické energie, komunální odpady a je zmíněno, jak může výběr tepelného zdroje domácnosti ovlivnit okolní prostředí. Celkové náklady na vodné a stočné se za dobu deseti let mohou vyšplhat, při vývoji cen, na částku 154 930,28 Kč. Z pohledu ekologie, mají ovšem větší vliv náklady stočného, což celkově dělá 64 111,73 Kč, protože právě vypouštěné znečištěné vody do kanalizací negativně ovlivňují vodní prostředí. Spotřeba celkové dodané energie v rodinném domě za jeden rok je 4,93 MWh/rok, tuto hodnotu udává energetický průkaz budovy. Celkové náklady za elektrickou energii se od roku 2019 až do konce roku 2028 vyšplhaly na částku 259 286 Kč. S využíváním energie v domácnostech souvisí i produkce nebezpečných odpadů, které díky svému složení nelze jen tak vyhodit do popelnice. Jsou to zejména použité baterie, elektrické akumulátory, výbojky, žárovky a elektrické spotřebiče. Tyto odpady by se měly svážet na skládku. Jednotkové ceny za uložení odpadu na skládce jsou uvedeny v tabulce č. 17. Domácnost ovšem produkuje i komunální odpady, za jejichž svoz musí platit poplatky. Náklady za svoz odpadu se vyšplhají za dobu deseti let na částku 19 600 Kč. Poplatky za svoz odpadu stanovuje vyhláška, kterou vytváří obec, ve které je poplatník trvalé bydliště.

Likvidační fáze nastane po uplynutí životnosti stavby, tedy za dobu 100 let. Jelikož je tato doba v daleké budoucnosti, je tato fáze řešená spíše teoreticky. V rámci likvidace stavby vzniká velké objemové množství demoličního odpadu. Tyto odpady a jejich nakládání jsou popsány v kapitole 5.2.3 Ostatní řešené vlivy v části Odpady. Je důležité si ovšem uvědomit, co se děje s odpady na skládkách a jak skládky negativně působí na životní prostředí. Ne všechny stavební odpady musí totiž skončit na skládce, je možná jejich recyklace a znovupoužití na stavbách, což je ekologicky šetrnější.

Po celkovém vyhodnocení práce nejsou výsledky zcela uspokojivé. Ne u všech vybraných ekologických aspektů se totiž podařilo stanovit jejich cenu a stanovené ceny, popřípadě náklady, na zatížení životního prostředí stavební výrobou, jsou velice nízké. Z toho vyplývá, že stavebníci nemají motivaci pro realizaci ekologičtějších objektů a domácnosti, i přes každoroční růst cen energií nesnižují svoji spotřebu. Existují různé regulace, emise a normy zavádějící nová pravidla, která učí firmy i domácnosti, jak nakládat se svými zdroji, odpady a činnostmi, které vykonávají. I kdyby se tyto podmínky na ochranu životního prostředí zpřísnily, nemělo by to zásadní vliv. Tyto nové, přísnější normy by ve skutečnosti byly nesplnitelné, a ne zcela účinné, neboť společnost si vždy najde způsob, jak tyto opatření obejít. Mimo normy, kterými by se měly firmy řídit, ještě také ale existuje „moderní zákazník“. Tedy osoba, která sleduje současné trendy a stále více se zajímá o produkty a služby, které odpovídají příznivým ekologickým parametrům a nemají negativní vliv na zdraví a životní prostředí. Stavební firmy v rámci toho zavádějí tzv. ekologické stavební materiály, které na trhu už existují asi 40 let, ale ve velmi malé míře, až teprve v posledních letech se dostávají tyto materiály do popředí, díky zájmu zákazníků o ekologii. V současné době se také dostává do popředí trend nízkoenergetických či pasivních domů, zde je ovšem kladen spíše důraz na ekonomickou úspornost v rámci užívání stavby. Měli bychom se ovšem zabývat i ekologickými aspekty stavebního díla. Pokud by se daly kvantifikovat jednotlivé dopady stavební výroby na životní prostředí, může se s těmito dopady dále pracovat, hodnotit je, porovnávat, snižovat jejich důsledky a vyvíjet šetrnější technologie výroby a zpracování. Vzhledem k vyspělosti společnosti, je naší povinností radikálně snižovat znečišťování životního prostředí a tím ho zachovat ve stavu, odpovídajícím vhodným podmínkám pro život.

POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE

- [1] PYTLÍK, P. *Ekologie ve stavebnictví*. 1997. ISBN 80-85380-38-2
- [2] *Co je Životní prostředí – slovník* www.PRÍRODA.cz [online]. Dostupné z: <https://www.priroda.cz/slovník.php?detail=8>
- [3] EnviWeb.cz - zpravodajství. *EnviWeb.cz* [online]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/eslovník/269>
- [4] *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/>
- [5] *ELUC* [online]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/159>
- [6] *Ekologická stopa, o.p.s.* [online]. Dostupné z: <https://ci2.co.cz/cs/ekologicka-stopa>
- [7] *Ekologická stopa* [online]. Dostupné z: <http://www.ekostopa.sk/>
- [8] *Co trvale udržitelný rozvoj je – Enviwiki* [online]. Dostupné z: https://www.enviwiki.cz/wiki/Co_trvale_udr%C5%BEiteln%C3%BD_rozvoj_je
- [9] *Stavebnictví – Vítejte na Zemi* [online]. Dostupné z: <http://www.vitejtenazemi.cz>
- [10] LUPÍŠEK, A, J HODKOVÁ, Š MANČÍK, L VOCHOC a T ŽĎÁRA. *Hodnocení životního cyklu a udržitelná výstavba budov*. 2012.
- [11] *Envimat.cz* [online]. Dostupné z: <http://envimat.cz>
- [12] *Envimat – vliv stavebních konstrukcí a materiálů na životní prostředí. TZB-info* [online]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/hruba-stavba/8519-envimat-vliv-stavebnich-konstrukci-a-materialu-na-zivotni-prostredi>
- [13] PONCAROVÁ, J. *Vyplatí se stavba nízkoenergetického domu? Nazeleno.cz* [online]. leden 2012. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/stavba/nizkoenergeticke-domy/vyplati-se-stavba-nizkoenergetickeho-domu.aspx>
- [14] *Co je pasivní dům? - Pasivnidomy.cz* [online]. Dostupné z: <https://www.pasivnidomy.cz/co-je-pasivni-dum/t2>
- [15] *Atmosféra – Klimatologie a hydrogeografie pro učitele* [online]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps14/fyz_geogr/web/pages/02-atmosfera.html
- [16] HRAZDIL, V. *Ekologie stavební výroby – Enviromentální požadavky na výstavbu*. 2009
- [17] *Limity znečišťování ovzduší. EPRAVO.CZ* [online]. Dostupné z: <https://www.epravo.cz>

- [18] Poslední záchrana lidstva v ohrožení. Norská vláda musí zmodernizovat úložiště semen na Špicberkách. *Aktuálně.cz* [online]. 2017. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz>
- [19] STANOVSKY, M. Severské listy – Genetická banka u ledu. *severskelisty.cz* [online]. Dostupné z: <https://www.severskelisty.cz/priroda/prir0160.php>
- [20] *Co je uhliková stopa* [online]. Dostupné z: <https://ci2.co.cz/cs/co-je-uhlikova-stopa>
- [21] Česko je dál velmocí kyselých dešťů, přežily z totality. *Aktuálně.cz* [online]. 2009. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz>
- [22] GERŠL, M, J MAREČEK, M ŠOTNAR a E KRČÁLOVÁ. Zjištění hodnot koncentrací znečišťujících látek (tzl) u vybraných zařízení a podklady k návrhu závěrů. 2018, 82.
- [23] *Češi vodou šetří, narozdíl od Američanů – Ekologické bydlení* [online]. Dostupné z: <http://www.ekobydleni.eu/>
- [24] Dřevěné konstrukce a přírodní izolační materiály. *TZB-info* [online]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/drevostavby/6791-drevene-konstrukce-a-prirodni-izolacni-materialy>
- [25] Průkaz energetické náročnosti budovy a energetický audit. *TZB-info* [online]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/10584-prukaz-energeticke-narocnosti-budovy-a-energeticky-audit>
- [26] *Zákon č. 151/1997 Sb., Zákon o oceňování majetku*
- [27] PUCHÝŘ B, MARKOVÁ L a TICHÁ A. *Ceny ve stavebnictví*. 1993
- [28] PUCHÝŘ, B, L MARKOVÁ, A TICHÁ a D HRABINCOVÁ. *Základy podnikové ekonomiky (Modul 1)*
- [29] *Lom Družba na Sokolovsku vypadá jako měsíční krajina* [online]. Dostupné z: <https://regiony.rozhlas.cz/lom-druzba-na-sokolovsku-vypada-jako-mesicni-krajina-je-uchvatna-podivana-7434575>
- [30] *Coarchitects* [online]. Dostupné z: <http://www.coarchitects.cz/>
- [31] COARCHITECTS. *Dokumentace novostavby rodinného domu*. 2016

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

| | |
|-----------------|---------------------------|
| CO ₂ | Oxid uhličitý |
| ČR | Česká republika |
| ČSN | Česká technická norma |
| EU | Evropská unie |
| g | Gramy |
| Kč | Česká koruna |
| kg | Kilogramy |
| kW | Kilowatt |
| kWh | Kilowatthodina |
| m ² | Metr čtvereční |
| m ³ | Metr krychlový |
| MJ | Megajoule |
| m.j. | Měrná jednotka |
| MWh | Megawattohodina |
| N | nebezpečný |
| O | ostatní |
| OZE | Obnovitelný zdroj energie |
| SO ₂ | Oxid siřičitý |
| TZL | Tuhé znečišťující látky |
| XPS | Extrudovaný polystyren |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| Tabulka 1 - Přehled zahraničních databází | 18 |
| Tabulka 2 - Předpokládaná životnost staveb..... | 28 |
| Tabulka 3 - Ceny emisních poplatků..... | 34 |
| Tabulka 4 - Produkce CO ₂ a jeho procentuální zastoupení | 35 |
| Tabulka 5 - Ocenění CO ₂ u jednotlivých materiálů | 36 |
| Tabulka 6 - Porovnání ceny CO ₂ s cenami materiálů | 37 |
| Tabulka 7 - Produkce SO ₂ a jeho procentuální podíl | 37 |
| Tabulka 8 - Ocenění SO ₂ | 38 |
| Tabulka 9 - Spotřeba vody v rámci realizace stavby..... | 39 |
| Tabulka 10 - Náklady na vodné a stočné..... | 40 |
| Tabulka 11 - Spotřeba primární energie a její procentuální podíl..... | 41 |
| Tabulka 12 - Skladba ceny a spotřeba energie v rámci realizace objektu | 42 |
| Tabulka 13 - Náklady na elektrickou energii..... | 44 |
| Tabulka 14 - Stavební a demoliční odpady skupiny 17 | 44 |
| Tabulka 15 - Komunální odpady skupiny 20 | 45 |
| Tabulka 16 - Cena za uložení jednotky odpadu skupiny 17 na skládce | 45 |
| Tabulka 17 - Cena za uložení jednotky odpadu skupiny 20 na skládce | 46 |
| Tabulka 18 - Ekologické aspekty a jejich vliv na cenu obvyklou..... | 47 |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obrázek 1 - Životní cyklus výrobku..... | 16 |
| Obrázek 2 - Struktura rozdělení vlivů životního prostředí | 19 |
| Obrázek 3 - Struktura rozdělení řešených ekologických vlivů | 20 |
| Obrázek 4 - Špicberské globální uložení semen..... | 21 |
| Obrázek 5 - Průkaz energetické náročnosti budovy | 25 |
| Obrázek 6 - Struktura rozdělení fází životního cyklu stavebního objektu | 27 |
| Obrázek 7 - Rodinný dům..... | 32 |
| Obrázek 8 - Průkaz energetické náročnosti rodinného domu | 43 |

SEZNAM GRAFŮ

| | |
|--|----|
| Graf 1 - Podíl zdrojů na emisích TZL | 23 |
| Graf 2 - Procentuální podíl z celkové produkce CO ₂ | 36 |
| Graf 3 - Procentuální podíl z celkové produkce SO ₂ | 38 |
| Graf 4 - Procentuální podíl z celkové spotřeby primární energie..... | 41 |
| Graf 5 - Celkové produkce vybraných ekologických aspektů..... | 48 |
| Graf 6 - Produkce vybraných aspektů na jednotku hmotnosti materiálů | 49 |

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Celková limitka vody materiálů rodinného domu

Příloha 2 – Položkový rozpočet, včetně stanovení CO₂, SO₂ a primární energie