



White Book pro Policy Makers:

Whole Life Carbon of buildings in the Czech Republic

Obsah

O tomto dokumentu	5
2 Úvod	5
2.1 O projektu INDICATE	7
3 Slovníček	10
4 Politické souvislosti WLC budov	11
4.1 Evropský kontext	11
4.1.1 WLC a EPBD IV	11
4.2 Národní kontext	15
4.2.1 Výchozí stav v ČR	16
4.2.2 Národní implementace a iniciativy v oblasti WLC	18
4.3 WLC princip a k čemu vede	21
4.4 Limitní hodnoty WLC pro ČR	22
5 WLC v praxi ČR krok za krokem	22
5.1 Výběr případových studií budov	23
5.1.1 Nově zpracované případové studie WLC budov	23
5.1.2 Sběr existujících případových studií WLC budov	26
5.1.1 Porovnatelnost a kvalita dat z případových studií	26
5.2 Podkladní LCA databáze	26
5.3 Klasifikační systém	29
5.4 Zapojení zúčastněných stran	32
5.4.1 Státní instituce	33
5.4.2 Stavební praxe	34
5.4.3 Další zainteresované strany	34
5.4.4 Cíle zapojení zúčastněných stran	34
5.5 Parametry a export výkazu výměr	35
5.5.1 Výkaz výměr na základě excelové tabulky	35
5.5.2 Výkaz výměr založený na BIM	38
5.6 Posouzení celoživotní uhlíkové stopy (WLC)	39
5.6.1 Metoda LCA	39
5.6.2 Okrajové podmínky WLC	40
5.6.3 Proces posuzování WLC	41
5.6.4 Analyzování výsledků WLC	42
5.6.5 Okrajové podmínky výpočtu – zkušenosti ze zahraničí	51

6	Výsledky případových studií.....	54
6.1	Rodinné domy	54
6.1.1	Základní případové studie.....	54
6.1.2	Všechny varianty řešení.....	57
6.2	Bytové domy.....	59
6.2.1	Základní případové studie.....	59
6.2.2	Všechny varianty	62
6.3	Administrativní budovy.....	64
6.3.1	Základní případové studie.....	64
6.3.2	Všechny varianty řešení.....	68
6.4	Budovy pro vzdělávání	70
6.5	Logistické haly	72
6.6	Shromážděné případové studie	74
6.7	Kompletní výsledky.....	77
6.7.1	Novostavby.....	77
6.8	Rekonstrukce.....	78
6.9	Stanovení referenčních hodnot – benchmarků.....	87
6.9.1	Rodinné domy	87
6.9.2	Bytové domy.....	88
6.9.3	Administrativní budovy.....	89
6.9.4	Budovy pro vzdělávání.....	90
6.9.5	Logistické haly	91
6.9.6	Kompletní výsledky.....	91
6.9.7	Porovnání s hodnotami EU	92
7	Identifikace bariér a cesty k jejich překonání	95
7.1	Bariéry implementace WLC	95
7.1.1	Komplexní nedostatek dat pro dekarbonizaci stavebního sektoru.....	95
7.1.2	Nedostatečná dostupnost a rozšířenost nástrojů pro WLC a závazný metodický postup hodnocení	96
7.1.3	Rozmělnění záměru EU směrnic při jejich implementaci.....	97
7.1.4	Znalostní bariéry	97
7.1.5	Strategické a organizační bariéry.....	98
7.2	Další související bariéry	99
7.2.1	Bariéry spojené s technologiemi a materiály	99

7.2.2	Bariéry ve financování a ekonomické podpoře.....	99
7.2.3	Legislativní a správní bariéry	99
7.2.4	Vzdělávání a osvěta	100
8	Poučení	100
8.1	Výzvy, řešení projektu INDICATE	100
8.2	Zapojení stakeholderů	101
9	Východiska, doporučení a další kroky	101
9.1	Strategie postupu zavádění GWP do praxe a její komunikace s odbornou veřejností 103	
9.2	Nastavení metodického rámce pro hodnocení uhlíkové stopy budov v ČR	104
9.3	Národní LCA databáze a podpora EPD	104
9.4	Případové studie, statistický vzorek a nastavení národních benchmarků.....	105
9.5	Nastavení parametrů pro výpočetní nástroje LCA budov	105
9.6	Příprava legislativního rámce – zákony, vyhlášky, doplnění do PENB	106
9.7	Školení odborné veřejnosti v oblasti hodnocení GWP.....	106
10	Shrnutí.....	107

*

O tomto dokumentu

Cílem tohoto dokumentu je poskytnout užitečné informace o současném stavu posuzování celoživotní uhlíkové stopy budov (Whole Life Carbon – WLC) v kontextu vystavěného prostředí České republiky, shrnout dosavadní vývoj metody pro její vyhodnocování, poskytnout první ucelený soubor výsledných hodnot potenciálu globálního oteplování (GWP) pro hlavní typologie, materiálová a konstrukční řešení budov v ČR a shrnout doporučení a navrhované další kroky.

Tento dokument je vhodné číst společně s dokumentem **EU Policy Brief on Whole Life Carbon**, který vypracovala organizace BPIE.

1 Úvod

V roce 2016 aliance Šance pro budovy ve spolupráci s ČVUT UCEEB vyčíslila produkci emisí CO₂ související s provozem českého fondu budov na celkových 36,9 Mt CO₂, což představuje 34,6 % národních emisí. Z toho množství 23,2 Mt CO₂ pocházelo z provozu rezidenčních budov (21,8 % národních emisí) a 13,7 Mt CO₂ z provozu nerezidenčních budov (12,8 %). Tyto údaje se však týkají pouze provozních emisí a nezahrnují zabudované emise ze stavebních materiálů, které jsou také součástí celoživotního uhlíku staveb, tzv. Whole life carbon (WLC). Zaměření se na WLC budov, jakožto hodnotícího kritéria popisujícího komplexní pohled na celý životní cyklus, by mělo být prioritou ve směřování a hodnocení snižování emisí v oblasti stavebnictví České republiky.¹

Očekává se, že průmyslové politiky, jako je akční plán pro oběhové hospodářství, systém EU pro obchodování s emisemi (ETS) a revidované nařízení CPR postupně sníží dopady uhlíkové stopy materiálů a stavebních výrobků na straně nabídky. Aktualizovaná směrnice EPBD vyžaduje, aby se emise skleníkových plynů během životního cyklu vypočítávaly a zveřejňovaly prostřednictvím EPC (Energetické služby se zárukou), což se bude týkat strany poptávky. To si vyžádá vypracování politiky, roadmapy a nástrojů a podle plánu se má vztahovat na všechny budovy až v roce 2030.

V prostředí České republiky je zkušenost s hodnocením uhlíkové stopy budov především na akademické úrovni a u konzultačních firem a velkých společností, které řeší certifikaci budov. Posouzení GWP je obsaženo v metodikách pro certifikaci komplexní kvality budov (např. SBTToolCZ, LEED, BREEAM a další). V běžné stavební praxi však není rozšířeno a mezi laickou, ani odbornou veřejností, nejsou podrobné metodické postupy známy. V současné době i v souvislosti se zaváděním pravidel EU Taxonomie a CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive) o nefinančním reportování, resp. ESG (Environmental, Social, Governance) o zodpovědném a udržitelném přístupu k investování se požadavek na hodnocení GWP začíná objevovat u velkých investičních projektů, které jsou plánovány s delším časovým výhledem a kde se zároveň řeší s bankami tzv. „zelené financování“. Ze strany státu jsou již první pokusy zakomponovat hodnocení GWP a dalších environmentálních dopadů do dotačních titulů (např. environmentální bonus ve stávající NZÚ) i do veřejných

¹ Česká rada pro šetrné budovy. (n.d.). *Roadmap*. Retrieved May 4, 2024, from https://www.czgbc.org/download/Roadmap_CZ_final.pdf

zakázek (program Dostupné bydlení prostřednictvím SBToolCZ). Ani v těchto případech však nejsou nastavena žádná národní pravidla hodnocení. Neexistuje národní databáze LCA pro stavební materiály (i když se její vytvoření plánuje), ani národní kalkulační nástroj pro WLC budov.

Řešení globálního problému emisí CO₂ ve stavebnictví vyžaduje přehodnocení toho, co a jak stavíme. Zaprvé, musíme stanovit priority našich požadavků pro práci na již vystavěných budovách, renovace stávajících budov může být neúčinnějším opatřením, které lze přijmout, abychom se vyhnuli nutnosti budovat další uhlíkově náročné betonové a ocelové konstrukce. Zadruhé, kde je nová výstavba nevyhnutelná, musí být průmyslu poskytnuty správné podmínky, které umožní rozvoj nových, úspornějších a inovativních přístupů. Zavedení strategií pro výstavbu budov s nižší uhlíkovou stopou vyžaduje změny v našich systémech plánování a regulace. Zároveň vyžaduje robustní údaje o výchozím stavu a také příklady dobré praxe, které podpoří tvorbu politik a stanovování cílů.

"Vysoce kvalitní údaje o celkových emisích uhlíku spojených s naším zastavěným prostředím mají zásadní význam pro podporu tvorby politik a dekarbonizaci našeho stavebního fondu. SEAI si uvědomuje důležitost shromažďování standardizovaných údajů prostřednictvím vývoje národní metodiky pro hodnocení těchto emisí a s potěšením podporuje projekt INDICATE." Joe Durkan, Head of Technical National Retrofit at the Sustainable Energy Authority of Ireland.

Současný stav implementace WLC a LCA ve stavebnictví České republiky je charakterizován několika faktory: mezerami ve znalostech zainteresovaných stran, omezenou dostupností LCA dat o stavebních výrobcích a budovách, nedostatečnými tržní pobídkami a nízkou institucionální kapacitou a podporou. V ČR chybí komplexní strategie dekarbonizace speciálně přizpůsobená stavebnímu sektoru a odpovědnost za stavební předpisy je roztržena mezi více ministerstev, což vyžaduje potřebu perfektní koordinace.

Provozovatelé národních dotačních programů na renovace budov prokazují ochotu podporovat monitorování uhlíkové stopy, v bankovním a realitním sektoru existuje aktivní postoj k implementaci požadavků EU taxonomie a směrnice EPBD. Nedávné schválení revize směrnice EPBD Parlamentem EU zahrnuje požadavek na výpočet a vykazování uhlíkové stopy budov v souladu s normami ČSN EN 15978² a EU Level(s)³. Tento požadavek se od roku 2028 vztahuje na nové budovy s plochou větší než 1000 m² a od roku 2030 na všechny nové budovy⁴. Tato změna brzy odhalí nedostatečné povědomí o WLC mezi zúčastněnými stranami v odvětví stavebnictví v ČR.

² ČSN EN 15978 (730902) (2012) Udržitelnost staveb – Posuzování environmentálních vlastností budov – Výpočtová metoda

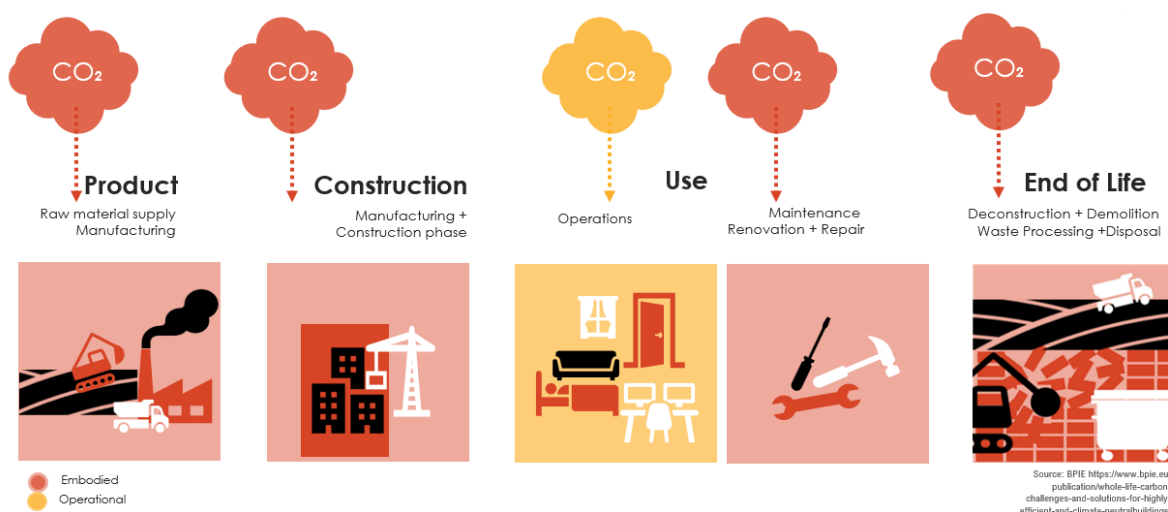
³ Evropská komise (2020) Level(s) Evropský rámec pro udržitelné budovy. https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels_en

⁴ Evropská unie (2023) Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2023/1791 ze dne 13. září 2023 o energetické účinnosti a o změně nařízení (EU) 2023/955 (přepracované znění); Evropská unie: Brusel, Belgie.

1.1 O projektu INDICATE

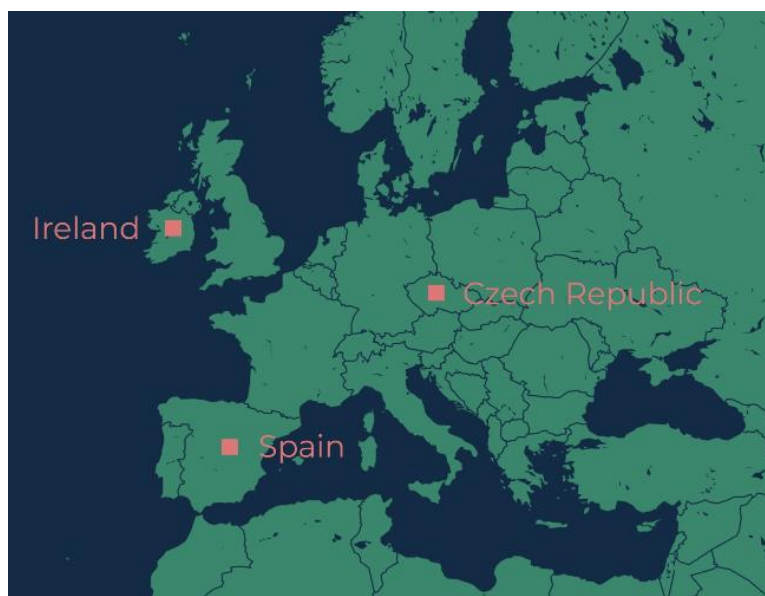
Iniciativa projektu INDICATE (The National Building LCA Data Accelerator) se snaží propojit vládu, průmysl a akademickou sféru, aby společně řešily jednu z klíčových překážek dekarbonizace zastavěného prostředí v České republice: nedostatek spolehlivých a komplexních dat o GWP celého životního cyklu budov. Jejím cílem je urychlit vývoj politik tím, že zajistí důležité výchozí údaje o budovách, což následně umožní tvůrcům politik stanovit limity uhlíkové stopy budov v celém jejich životním cyklu.

INDICATE je akcelerační program, který nabízí spolufinancování na podporu úsilí o získání tolik potřebných dat o GWP na úrovni budov v Evropě po celou dobu jejich životnosti. Tato data je třeba získat nyní, pokud mají být průmyslová a politická opatření v oblasti dekarbonizace budov v souladu s cílem 1,5°C stanoveným v Pařížské dohodě COP21 z roku 2015, jak je zobrazeno na Obrázek 1.



Obrázek 1

Na vedení projektu INDICATE spolupracují společnost Smith Innovation jako provozovatel, BPIE, KU Leuven a World Green Building Council, které poskytují politickou a technickou podporu, a nadace Laudes Foundation jako finanční partner. Do projektu jsou dále zapojeny tři pilotní země – Česká republika, Španělsko a Irsko, jak je zobrazeno na Obrázek 2.



Obrázek 2

Laudes Foundation je filantropická nadace založená v roce 2020, která působí na pomezí výzkumu, politiky a předkomerční průmyslové praxe.

Smith Innovaton pomáhá filantropickým nadacím, místním samosprávám i společnostem a organizacím ve stavebnictví převzít vedoucí úlohu při přechodu k udržitelné budoucnosti.

Světová rada pro šetrné budovy (WorldGBC) je největší a nejvlivnější lokálně-regionálně-globální akční síť, která vede transformaci k udržitelnému a dekarbonizovanému prostředí budov.

BPIE (Buildings Performance Institute Europe) je předním nezávislým odborným centrem v oblasti energetické náročnosti budov, které poskytuje politické analýzy, poradenství a podporu pro rozhodování ve veřejném, soukromém a neziskovém sektoru.

V České republice je projekt realizován v konsorciu Univerzitního centra energeticky efektivních budov (ČVUT UCEEB, koordinátor projektu), České rady pro šetrné budovy (CZGBC) a Šance pro budovy (ŠPB).

S cílem urychlit proces výpočtu WLC se projekt INDICATE zaměřil na řešení zmíněných překážek zkoumáním skutečných případových studií LCA budov v ČR. Tyto studie mohou jako základ pro stanovení referenčních hodnot pro WLC v rámci fondu budov v České republice. Jedním ze zásadních cílů projektu bylo také využít a ověřit jednotnou metodiku výpočtu, akceptovatelnou stavební praxí, která by mohla připravit půdu pro výhledové referenční hodnoty WLC a vést tak zúčastněné strany ke snižování GWP a zajištění konzistentních výsledků pro jejich projekty, jak je zobrazeno na Obrázek 3.

HLAVNÍ CÍLE

INDICATE

Zpracovat 50 nových případových studií na výpočet uhlíkové stopy budov různých typologií a materiálových řešení a položit tak základ pro budoucí benchmarky dle směrnice EPBD IV. Postupovat dle **jednotné metodiky**.

Shromáždit **existující studie** ze stavební praxe

Nastavení **komunikace s ministerstvy** – kulaté stoly, bilaterální jednání, Policy brief, position paper

Workshopy, semináře a komunikace s cílovými skupinami ohledně metodiky výpočtu a možností implementace WLC do praxe

White book - Report k metodice výpočtu

Obrázek 3 Hlavní cíle mezinárodního projektu INDICATE v rámci ČR.

V průběhu projektu se ukázalo, že v budoucnu bude pravděpodobně nutné zjednodušit výpočtové postupy alespoň pro nízko-investiční projekty. Detailní WLC je časově náročné a vyžaduje specifické kapacity v oboru. Zároveň vede k neúnosné finanční zátěži stavební praxe. Na druhou stranu jsou detailní studie nepostradatelné pro definování možných zjednodušujících postupů, a to především z důvodu potřeby zjistit procentuální dopady jednotlivých konstrukčních celků či technických zařízení vůči dopadům celé budovy.

Prvním zásadním krokem by mělo být vytvoření dekarbonizační strategie pro české stavebnictví, na jejímž základě by byly jasně stanoveny požadované hodnoty GWP budov tak, aby jejich naplňování vedlo ke skutečnému snižování uhlíkové stopy stavebního sektoru v průběhu budoucích let až do roku 2050

Národní projekt INDICATE ve své podstatě navazuje na předchozí projekt ČVUT UCEEB, podpořený Evropskou klimatickou nadací (ECF), který se zaměřil na vytvoření prvního draftu metodiky pro stanovení uhlíkové stopy (Life Cycle Assessment) budov. Ten byl v rámci projektu průběžně konzultován s cílovými skupinami ze stavebního sektoru a byly realizovány ověřovací případové studie. Projekt INDICATE dále rozvíjí tuto práci a zahrnuje širší okruh zainteresovaných stran.

Výsledky projektu INDICATE zahrnují zpracování a analýzu 56 nových případových studií WLC reálných projektů budov i desítek stávajících případových studií poskytnutých partnery projektu. Tyto studie umožňují definovat prvotní referenční limitní hodnoty potenciálu globálního oteplování (GWP), tj. celoživotní uhlíkové stopy pro fond budov České republiky. Dalšími důležitými výsledky projektu jsou doporučení k jednotnému zpracování výkazu výměr – položkového rozpočtu, či informačního modelu budovy (BIM) pro účely LCA, podrobný postup zpracování WLC dle podkladů běžných v české stavební praxi, upozornění na možná rizika výpočetních postupů, ukázkou možných detailních výstupů případových studií a možných následných analýz a využití výsledků k související optimalizaci projektu, vedoucí

k nízkouhlíkovému řešení, a návrh dalších kroků nutných pro úspěšnou implementaci WLC do české praxe.

2 Slovníček

LCA – Life Cycle Assessment – Posuzování dopadů životního cyklu

shromažďování a vyhodnocování vstupů, výstupů a možných environmentálních dopadů produktového systému během jeho životního cyklu.⁵

LCI – Life Cycle Inventory – Inventarizační analýza životního cyklu

fáze posuzování životního cyklu zahrnující shromažďování a kvantifikaci vstupů a výstupů produktu během jeho životního cyklu.⁵

LCI databáze (data)

databáze shromažďující LCI data o různých produktech; v praxi je většinou třeba LCI data dále upravit na LCIA data.

LCIA – Life Cycle Impact Assessment – Posuzování dopadů životního cyklu.

fáze LCA, kdy se hodnotí potenciální environmentální dopad elementárních toků získaných v LCI.

LCIA databáze (data)

databáze shromažďující environmentální data o produktech vyjádřena jejich potenciálním dopadem na životní prostředí; výhodou LCIA dat oproti LCI datům je jednoduchost použití, nevýhodou je omezená šíře environmentálních indikátorů

EPD – Environmental Product Declaration – Environmentální prohlášení o produktu

dokument, který informuje o dopadu výrobku na životní prostředí; environmentální značení typu III; v kontextu LCA budov jsou tato data považována za nejkvalitnější

Indikátory

kvantifikovatelná hodnota související s environmentálními dopady/aspekty

GWP

Global Warming Potential – Potenciál globálního oteplování neboli uhlíková stopa, který udává emise skleníkových plynů v celém životním cyklu budovy, přepočtené na ekvivalentní emise CO₂, ekv. Nazývá se též WLC – Whole Life Carbon. V rámci projektu INDICATE se uvažuje s indikátorem GWP dle ČSN EN 15804+A1.

Varianty

Varianty návrhu budovy, které jsou v rámci LCA porovnávány

Dataset

Soubor environmentálních dat o dílčím materiálu nebo produktu

⁵ Český normalizační institut ČSN EN ISO 14040 Environmentální Management – Posuzování Životního Cyklu – Zásady a Osnova; Praha, 2006

Fáze životního cyklu

Jednotlivé etapy životního cyklu budovy, jsou definovány normou ČSN EN 15804+A1⁶, ČSN EN 15804+A2⁷ a ČSN EN 15978⁸

Moduly

Části fází životního cyklu budovy

Fáze LCA

Etapy procesu vypracování LCA analýzy

Model budovy pro LCA

Kompletní soubor dat potřebných pro LCA popisujících budovu z hmotného i nehmotného hlediska (výkres, výkaz výměr, spotřeba energie...)

Energeticky vztažná plocha

vnější půdorysná podlahová plocha všech prostorů s upravovaným vnitřním prostředím v celé budově vymezená vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy.

Cut-off pravidla

pravidla, v rámci, kterých je možné některé součásti budovy do hodnocení nezahrnout, přestože jsou součástí hodnoceného celku, obvyklým důvodem je zanedbatelný dopad některých prvků nebo/a nedostupná data o prvcích

3 Politické souvislosti WLC budov

3.1 Evropský kontext

3.1.1 WLC a EPBD IV

Politiky a opatření v oblasti dekarbonizace stavebního sektoru se dosud soustředily hlavně na zvyšování energetické účinnosti a snižování emisí v provozní fázi budov. Avšak, zabudovaný uhlík z těžby, výroby, dopravy a nakládání se stavebními materiály na konci jejich životnosti představuje zanedbatelnou část celkových emisí budov (v celosvětovém měřítku je odhadováno 10 % emisí). Celoživotní uhlík (WLC), který zahrnuje součet provozních a zabudovaných emisí během životního cyklu budovy, se stává důležitým ukazatelem pro komplexní hodnocení a naplnění národních dekarbonizačních cílů. Na návrh Evropské rady a

⁶ ČSN EN 15804+A1 Udržitelnost staveb – Environmentální prohlášení o produktu – Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů (2014)

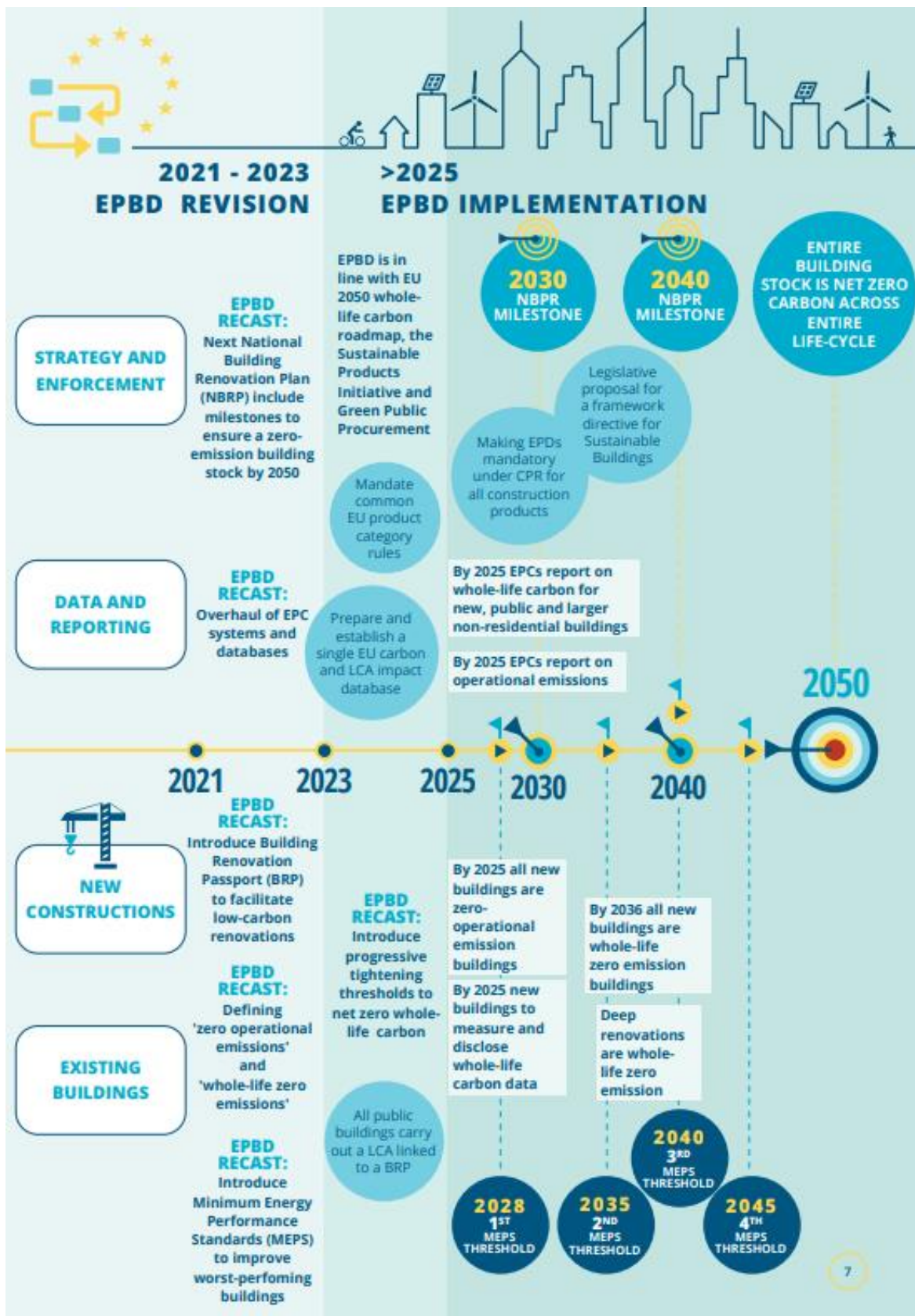
⁷ ČSN EN 15804+A2, Udržitelnost staveb – Environmentální prohlášení o produktu – Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů (2020)

⁸ ČSN EN 15978 Udržitelnost staveb – Posuzování environmentálních vlastností budov – Výpočtová metoda (2012)

Komise se pravidla týkající se WLC stala součástí směrnice EPBD⁹, která si klade za cíl snížit celkové emise skleníkových plynů v odvětví. WLC tak bude hrát klíčovou roli ve snižování emisí, což reflektuje rostoucí potřebu komplexního přístupu k dekarbonizaci stavebního sektoru.

Současná aktualizovaná směrnice EPBD IV (Energy Performance of Buildings Directive) o energetické náročnosti budov přináší ambiciózní cíle související s naplněním závazku dekarbonizace sektoru budov do roku 2050. Jedním z velmi významných nástrojů naplnění této strategie je zavedení hodnocení uhlíkové stopy budov (dále jen GWP, Global Warming Potential, potenciál globálního oteplování) z pohledu jejich celého životního cyklu (s využitím metodiky LCA, Life Cycle Assessment), jak je zobrazeno na Obrázek 4. Toto hodnocení bude mít do budoucna klíčovou roli v transformaci celého stavebního sektoru se zásadním dopadem do jeho ekonomické výkonnosti.

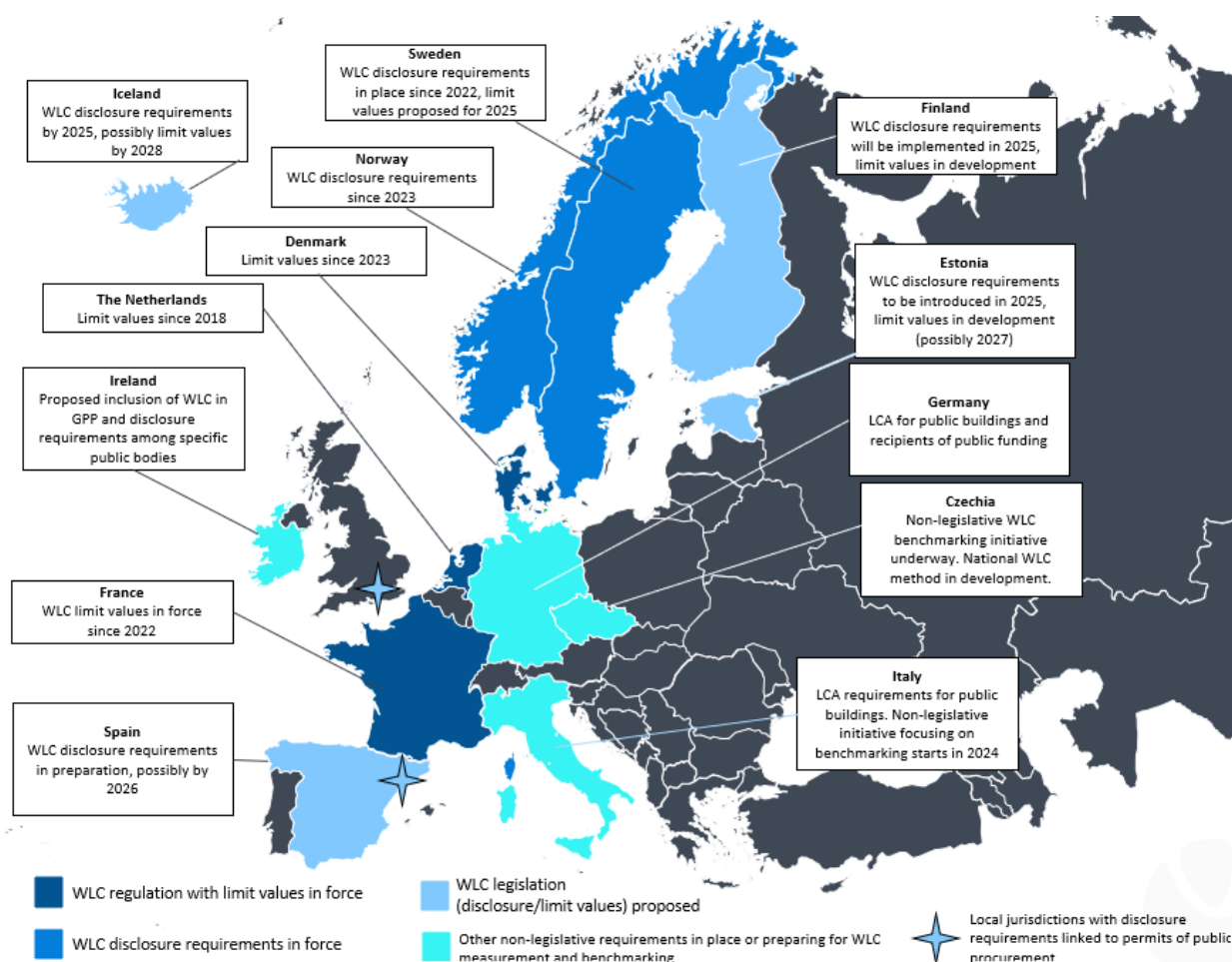
⁹ European Parliament, & Council of the European Union. (2024). Directive (EU) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 on the energy performance of buildings (recast) (Text with EEA relevance). Official Journal of the European Union, L 1275, 8.5.2024. Retrieved May 4, 2024, from <http://data.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj>



Obrázek 4 Postupné kroky zavádění požadavků na GWP dle EPBD IV (Zdroj: BPIE, <https://build-up.ec.europa.eu/en/resources-and-tools/publications/roadmap-climate-proof-buildings-and-construction-how-embed-whole>).

Dalším bodem směrnice po poslední revizi je také nařízení, že každý členský stát vytvoří národní plány renovace budov (NBRP) do prosince 2026, které se budou zabývat tématy, jako je školení kvalifikovanějších pracovníků a financování renovací, a vytvoří národní pasy pro renovace budov, které budou vlastníky budov provázet procesem renovace. Konkrétní návrhy na přepracování směrnice včetně iniciativ strategie Renovation Wave podporující hloubkovou energetickou renovaci jsou sepsány v dokumentu Snižování emisí během životního cyklu budov zpracovaného Institutem cirkulární ekonomiky.

Směrnice EPBD IV ponechává velkou míru flexibility a rozhodování na členských státech, což představuje příležitost pro české politiky, aby využili národní projekty a programy, stejně jako mezinárodní osvědčené postupy k vytvoření pevného a do budoucna odolného přístupu k cirkulární ekonomice a udržitelnosti budov v České republice. Přehled předpisů a iniciativ v EU ukazuje Obrázek 5.¹⁰



Obrázek 5 Přehled předpisů a iniciativ v oblasti WLC v členských státech EU (BPIE EU Policy brief).

WLC a EU Taxonomie

Taxonomie EU pro stavební a realitní činnosti se rychle stává zásadním rámcem pro získávání zelených úvěrů a je důležitá pro větší stavební firmy a developery, zvláště s ohledem na povinné nefinanční výkaznictví podle směrnice EU o podávání zpráv o udržitelnosti podniků (CSRD). Nový akt v přenesené pravomoci v oblasti Taxonomie, účinný od ledna 2024, zdůrazňuje přechod na cirkulární ekonomiku a zahrnuje rozšířená technická kritéria pro

výpočet celoživotního uhlíku (WLC) pro všechny stavební projekty. V červnu roku 2024 publikovala Česká rada pro šetrné budovy dokument dodatečného výkladu technických screeningových kritérií, který cílí mimo jiné na zamezení různému výkladu kritérií s rozdílnými požadavky a finančními dopady a zajištění provázanosti s legislativou.¹⁰

Požadavky EU Taxonomie je třeba harmonizovat s revidovanou směrnicí EPBD a ostatními regulacemi EU, aby bylo zajištěno jednotné vykazování WLC.¹¹ Kromě přepracovaného znění směrnice EPBD je v současné době v legislativním procesu nebo se připravuje řada dalších iniciativ EU souvisejících se zabudovaným uhlíkem a cirkulární ekonomikou v odvětví stavebnictví. Mezi nimi jsou revidovaná nařízení o stavebních výrobcích (CPR); aktualizace environmentálních prohlášení o produktu (EPD) pro stavební výrobky; aktualizace pravidel pro zadávání veřejných zakázek a kritérií pro zelené veřejné zakázky (GPP) pro budovy; a přijetí Level(s) jako rámce pro posuzování udržitelnosti a cirkularity budov.¹²

3.2 Národní kontext

Stavebnictví v České republice se potýká s výzvou splnění klimatických závazků, zejména snížení emisí skleníkových plynů. Klíčovou roli zde hraje koncept celoživotního uhlíku (WLC), který zahrnuje všechny emise vzniklé během životního cyklu budov, od výroby materiálů až po demolici. Česká republika nemá vytvořený žádný zastřešující strategický dokument, dílčí podoblasti jsou zakotveny v řadě jiných strategických materiálů.¹²

Mezi tyto strategické dokumenty patří: Státní politika životního prostředí České republiky 2030¹³, Politika klimatu v České republice¹⁴, Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu¹⁵, Státní energetická koncepce (SEK)¹⁶, Akční plán Cirkulární Česko

¹⁰ "Společný výklad technických screeningových kritérií EU Taxonomie." Česká rada pro šetrné budovy. Dostupné z: https://www.czgbc.org/download/EU_Taxonomie_FINAL.pdf.

¹¹ Institut cirkulární ekonomiky, Andrea Veselá, Benjamin Hague (2023) Snižování emisí během životního cyklu budov v Česku – Úloha cirkulární ekonomiky a renovací budov při snižování zabudovaného uhlíku (Návrh pracovního dokumentu) https://docs.google.com/document/d/16kPc27aX3Dc73DJP1r7eYitcg_v0uzGsu1J-rkf1J_U/edit#heading=h.4d34og8

¹² DoubleDecker Project Team. (2023). *Deliverable D2.3 ČR_V6*. Retrieved May 4, 2024, from https://database.crafted.eu/storage/app/media/DoubleDecker/cs/DELIVERABLE%20D2.3%20%4%8CR_V6.pdf

¹³ Ministerstvo životního prostředí ČR. (2022). *Státní politika životního prostředí České republiky 2030 s výhledem do 2050*. Odbor politiky životního prostředí. [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/statni_politika_zivotniho_prostredi/\\$FILE/OPZPUR-statni_politika_zp_2030_s_vyhledem_2050-20220615.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/statni_politika_zivotniho_prostredi/$FILE/OPZPUR-statni_politika_zp_2030_s_vyhledem_2050-20220615.pdf)

¹⁴ Ministerstvo životního prostředí ČR. (2017). *Politika ochrany klimatu 2017-2030*. Retrieved May 4, 2024, from https://www.mzp.cz/cz/politika_ochrany_klimatu_2017

¹⁵ Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. (n.d.). Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu. Retrieved May 4, 2024, from <https://www.mpo.cz/cz/energetika/strategie-a-koncepcni-dokumenty/vnitrostatni-plan-ceske-republiky-v-oblasti-energetiky-a-klimatu--252016/>

¹⁶ Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. (n.d.). Východiska aktualizace státní energetické koncepce ČR a souvisejících strategických dokumentů. Retrieved May 4, 2024, from <https://www.mpo.cz/cz/energetika/strategie-a-koncepcni-dokumenty/vychodiska-aktualizace-statni-energeticke-koncepcce-cr-a-souvisejicich-strategickych-dokumentu--273672/>

2040 pro období 2022–2027¹⁷. Specificky budovám se věnuje Dlouhodobá strategie renovací budov¹⁸.

Z posledního uskutečněného Sčítání lidu v roce 2021 vyplývá, že se celkový počet obydlených domů čítající přes 1,9 milionu skládal z více než 1,7 milionu rodinných domů. Necelých 208 tisíc pak tvoří bytové domy a více než 35 tisíc jsou ostatní budovy.^{19,20}

Pro nerezidenční budovy není v ČR lepších údajů než Šetření budov 1-99 z roku 2018. Celkový počet nerezidenčních budov v ČR je přibližně 613 tisíc. Pouze u 4 % z nich je známý údaj o podlahové ploše.²¹

Emise související s provozem rezidenčních a nerezidenčních budov vyčíslila Šance pro budovy v roce 2020. Výsledkem byl výpočet založený na datech z roku 2016 ukazující na produkci 36,9 Mt CO₂ z fondu budov. Celková podlahová plocha budov byla v roce 2016 599,49 mil m², a průměrná emisní intenzita za celý fond budov byla 61,6 kg CO₂/(m²rok). V tomtéž roce byly národní emise 106,6 Mt CO₂, což znamená, že podíl provozování fondu budov na celkových národních emisích byl přibližně 34,6 %. Podíl rezidenčních budov na národních emisích byl přibližně 21,8 % a podíl nerezidenčních budov 12,8 %. Novější data bohužel nejsou dostupná, stejně jako data pro indikátor GWP.

S daty k zabudovaným emisím je situace ještě horší. V současné době v České republice neexistuje regulace ani jejich měření. První povinnosti v oblasti měření GWP budov včetně zabudovaných emisí má přinést aktuální revize EPBD IV.²² Z výše uvedeného je zřejmé, že poptávka po hodnocení GWP budov významně stoupne a do určité míry bude vytvořen nový segment trhu v oblasti GWP, podobně, jako se tomu stalo např. u energetických specialistů při zavádění požadavku na průkaz energetické náročnosti budov (PENB). Hodnocení GWP je také možno vnímat jako novou odbornost ve stavebním sektoru a s ní spojenou transformaci pracovních příležitostí.

3.2.1 Výchozí stav v ČR

Česká republika bohužel není v současné době na plošné zavedení hodnocení uhlíkové stopy budov připravena. V metodické rovině je možno se opřít o stávající mezinárodní a evropské normy, metodické materiály a legislativu (např. Level(s)), nicméně v této podobě se jedná pouze o obecný rámec. V praxi chybí shoda na tom, do jaké podrobnosti LCA budov provádět,

¹⁷ Ministerstvo životního prostředí ČR. (2023). Akční plán pro cirkulární ekonomiku do roku 2027. Retrieved May 4, 2024, from [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_20230621_Cirkularnimu-Cesku-jsme-o-krok-bliz-Vlada-schvalila-prvni-Akni-plan-pro-cirkularni-ekonomiku-do-roku-2027/\\$FILE/AP_C%C4%8C_2040.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_20230621_Cirkularnimu-Cesku-jsme-o-krok-bliz-Vlada-schvalila-prvni-Akni-plan-pro-cirkularni-ekonomiku-do-roku-2027/$FILE/AP_C%C4%8C_2040.pdf)

¹⁸ Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. (2020). Dlouhodobá strategie renovací. Retrieved May 4, 2024, from https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/energeticka-ucinnost/strategicke-dokumenty/2020/6/_20_III_dlouhodob_strategie_renovaci_20200520_schvalene.pdf

¹⁹ Český statistický úřad. (n.d.). Druh domu. Retrieved May 4, 2024, from <https://www.czso.cz/csu/scitani2021/druh-domu>

²⁰ Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. (2020). Dlouhodobá strategie renovací. Retrieved May 4, 2024, from https://www.mpo.gov.cz/assets/cz/energetika/energeticka-ucinnost/strategicke-dokumenty/2020/6/_20_III_dlouhodob_strategie_renovaci_20200520_schvalene.pdf

²¹ Průzkum fondu nerezidenčních budov v České republice a možnosti úspor v nich; 2016; <http://sanceprobudovy.cz/wpcontent/uploads/2018/04/pruzkum-nerezidencnich-budov-v-cr.pdf>

²² Česká rada pro šetrné budovy. (n.d.). Roadmap. Retrieved May 4, 2024, from https://www.czgbc.org/download/Roadmap_CZ_final.pdf

jaké scénáře a okrajové podmínky používat atd., tj. chybí harmonizace na národní úrovni. V aktuální obecné rovině, bez kodifikace jednotné metodiky, není možné posuzování GWP do běžné stavební praxe implementovat, tj. s ohledem na komplikovanost výpočetních postupů, časovou náročnost jejich zpracování i absenci vstupních dat a jejich nejistoty.

Posuzování WLC budov se dnes v ČR odehrává na velmi omezeném poli případových studií, především na akademické úrovni v rámci národních a mezinárodních výzkumných projektů, případně v úzkém okruhu stavebníků, kteří chtějí být leadery v udržitelném stavebnictví či prokazují ESG reporting a certifikují budovy či velké investiční projekty pro mezinárodní trh nástroji jako např. LEED a BREEAM, a také u veřejných budov, které prokazují soulad s DNSH a EU Taxonomy například pomocí českého certifikačního nástroje SBToolCZ.

V běžné stavení praxi toto hodnocení není rozšířené a chybí nejen dostatečné odborné kapacity na jeho zpracování ale i jednotný metodický rámec, nástroje pro hodnocení a jednotná a transparentní datová základna. Běžná stavební praxe v současné době nevytváří dostatečnou poptávku po LCA, a proto toto hodnocení není obecně známé mezi laiky ani stavebníky. Současný stav hodnocení GWP budovy v ČR je možno shrnout následovně:

- **Chybějící strategie dekarbonizace stavebnictví:** Národní strategie dekarbonizace stavebnictví je zásadním krokem k plánování budoucích požadavků na limitní hodnoty GWP budov v ČR. Bez této strategie není možné stanovit, jakých úspor je nutné v oblasti uhlíkové stopy stavebního sektoru dosáhnout.
- **Chybějící environmentální databáze stavebních materiálů a výrobků:** V ČR chybí dostatečně rozsáhlá databáze LCA dat pro stavební materiály a výrobky reprezentativní pro český trh, která by umožňovala transparentní hodnocení GWP v běžné praxi. K dispozici je databáze CENIA, která shromažďuje specifické datasety EPD výrobků z českého trhu. Nicméně tato databáze aktuálně pokrývá cca 15 produktových skupin a obsahuje něco přes 200 EPD, což nemůže pokrýt LCA celé budovy. Předpokladem však je, že se tato databáze bude postupně rozšiřovat. Zahraniční databáze výrobků nelze pro hodnocení GWP použít bez úprav, neboť LCA data konkrétních výrobků (specifická data) nebo obecné zahraniční databáze (generická data) vycházejí z energetických mixů konkrétní země a reflektují konkrétní technologické postupy, nároky na dopravu atd. Přitom energetický mix ČR je jeden z nejhorších v rámci EU, a tedy využití zahraniční databáze by směřovalo k zavádějícím výsledkům.
- **Absence transparentní metodiky pro vykazování GWP:** Pro praktickou implementaci výpočtu GWP je třeba zpracovat a legislativně zakotvit metodiku, která bude nejen v souladu s platnými standardy, ale která bude zároveň umožňovat přehledný, kontrolovatelný a transparentní způsob výpočtu s jasně danými postupy, vstupními daty a jasně interpretovatelnými výsledky. V současnosti, kdy jsou výpočtové postupy popsány jen jako obecný metodický rámec mají výstupy velký rozptyl a značnou nejistotu. Při neodborné analýze tak mohou být výsledky interpretovány zcela zavádějícím a manipulativním způsobem.
- **Absence dostupného výpočetního nástroje:** Nutnou podmínkou pro úspěšnou implementaci výpočtů GWP do české praxe je dostupnost výpočetního nástroje pro LCA budov. Ten v ČR doposud není k dispozici, proto se pro LCA aktuálně využívají především drahé komerční zahraniční nástroje (One Click LCA, SIMA Pro...), které výrazně navyšují náklady projektu a postrádají dostatečnou reprezentativnost pro ČR. Zároveň tyto nástroje nemají vazbu na národní standardy a lokální projekční zvyklosti,

což opět komplikuje a významně prodražuje praktickou implementaci GWP v podmínkách ČR.

- **Chybějící dopovídající statistický soubor pro nastavení limitních hodnot GWP:** V ČR chybí dostatečné množství případových studií LCA budov, které by poskytovaly reprezentativní statistický vzorek pro potenciální vytvoření zjednodušených nástrojů hodnocení LCA a GWP a nastavení trajektorie požadavků, tj. limitních hodnot GWP budov.
- **Energetická náročnost budov jako důležitý nástroj k uhlíkové neutralitě:** Předběžné výsledky výzkumných studií ukazují, že energetická náročnost provozní fáze budovy je v rámci hodnocení stále klíčovým bodem optimalizace snižování uhlíkové stopy v ČR. Z hlediska výrobní fáze a konce životního cyklu se jako klíčové ukazují materiály, které se ve stavbách používají ve velkých objemech a hmotnostech, případně materiály s vysokými energetickými nároky na zpracování.
- **Chybějící edukace a odborníci v praxi:** chybí dostatečná kapacita odborníků umožňující naplnění požadovaného rozsahu hodnocení LCA a GWP v rámci výstavby nových budov a v budoucnu i rekonstrukcí.

Text této kapitoly je převzat z pozičního dokumentu ČVUT UCEEB a CPD k Implementaci hodnocení uhlíkové stopy budov (GWP) v podmínkách ČR (<https://www.pasivnidomy.cz/gwp-pozicni-dokument/f10056>).

3.2.2 Národní implementace a iniciativy v oblasti WLC

Dosavadní úsilí o dekarbonizaci budov v České republice se zaměřuje především na provozní emise a energetickou účinnost. V reakci na blížící se zavedení povinného vykazování o udržitelnosti v EU, kdy budou muset developerské i stavební firmy sledovat své emise skleníkových plynů v rozsahu svých hodnotových řetězců, tzv. Upstream a Downstream Scope 3, roste povědomí o potřebě udržitelných stavebních postupů. Zvyšující se důležitost je dále umocněna hrozícím nedostatkem základních stavebních materiálů v tuzemsku i vyhlídkami na povinné požadavky na zelené veřejné zakázky²³

3.2.2.1 Politické iniciativy

Česká republika se v rámci EU zavázala ke zdvojnásobení míry renovací budov do roku 2030 a k dosažení klimatické neutrality do roku 2050. Podpora výzkumu a vývoje nových, ekologicky šetrnějších stavebních materiálů a technologií je klíčová pro dosažení těchto cílů. Zároveň se připravují legislativní úpravy, které umožní bezpečné používání recyklovaných materiálů.

V souladu s požadavky platné směrnice EPBD III vypracovalo české Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO) Dlouhodobou strategii renovace budov (LTBR, 2020), jejímž cílem je dekarbonizace fondu budov do roku 2050, s milníky pro roky 2030 a 2040. Strategie měla sloužit jako vodítko pro realizaci národních cílů v oblasti energetické účinnosti, jak je

²³ Institut cirkulární ekonomiky, Andrea Veselá, Benjamin Hague (2023) Snižování emisí během životního cyklu budov v Česku – Úloha cirkulární ekonomiky a renovací budov při snižování zabudovaného uhlíku (Návrh pracovního dokumentu) https://docs.google.com/document/d/16kPc27aX3Dc73DJP1r7eYitcg_v0uzGsu1J-rkf1J_U/edit#heading=h.4d34og8

stanoveno v aktuálním Národním energetickém a klimatickém plánu (NEKP, listopad 2019). Komisi pak měly být předloženy aktualizované NEKP do konce června 2023 jako reakce na zvýšené energetické a klimatické ambice balíčku EU *Fit for 55*, které měly obsahovat snahu o urychlení energetické renovace budov s cílem alespoň zdvojnásobit míru renovací. Mimoto mělo být zahrnuto skutečné a očekávané snížení emisí skleníkových plynů dosažené v různých odvětvích díky opatřením v oblasti cirkulární ekonomiky, a to s využitím dostupných modelovacích nástrojů. Konečný aktualizovaný NEKP má být předložen do června 2024.

Dle revidované směrnice EPBD budou muset členské státy do prosince 2025 předložit Komisi první návrh svého rozšířeného NBRP (aktualizujícího dřívější LTBR), který bude obsahovat aktualizaci cílů do roku 2050 a plán dosažení energetické účinnosti a dalších milníků v příštích 10 letech, včetně výpočtu WLC pro nové budovy jako nepovinného ukazatele. Finalizovaný první NBRP má být dokončen do prosince 2026 a aktualizován každých pět let.

Renovace jsou sice tématem návrhu NEKP, ale cíle WLC a GWP nejsou v současné době zahrnuty jako součást opatření nebo strategií směřujících ke snížení emisí²⁴.

3.2.2.1.1 Legislativa

Komise a WLC: Evropská komise představila první kroky k začlenění WLC (Whole Life Carbon) do legislativy. Požaduje, aby se celoživotní uhlík nových budov nad 2 000 m² počítal od roku 2027 v souladu s EU Level(s).

Stanovisko EEB a ECOS: EEB (Evropská federace pro životní prostředí) a ECOS (Evropská organizace pro standardizaci) požadují ambiciózní politiky a cíle v oblasti WLC. Dále zdůrazňují potřebu komplexní environmentální politiky pro dekarbonizaci sektoru budov.

Finální dohoda mezi Evropským parlamentem a Evropskou radou na revizi směrnice EPBD: Tato dohoda obsahuje nová ustanovení o WLC. Požaduje výpočet a zveřejňování GWP (Global Warming Potential) pro všechny nové budovy s užitnou podlahovou plochou větší než 1000 m² od ledna 2028 a pro všechny nové budovy od ledna 2030. Dále stanovuje národní cíle pro mezní hodnoty celkového kumulativního GWP všech nových budov od roku 2030, s ohledem na různá klimatická pásma a typologie budov.

Směrnice EPBD 4 a flexibilita: Z finální podoby směrnice EPBD 4 vyplývá, že revidovaná směrnice ponechává velkou míru flexibility a rozhodování na členských státech. To představuje příležitost pro české politiky, aby využili níže zmíněné národní projekty a programy, stejně jako mezinárodní osvědčené postupy. Cílem je vytvořit pevný a do budoucna odolný přístup k cirkulární ekonomice a udržitelnosti budov v České republice.

Společný rámec EU Level(s): Tento rámec definuje scénáře, výběr dat a výpočty v souladu s normou EN 15978. Zahrnuje také specifické stavební výrobky podle revidovaného nařízení o stavebních výrobcích.

Dekarbonizace budov v České republice: Současné úsilí o dekarbonizaci budov v České republice se stále zaměřuje na provozní emise a energetickou účinnost. Toto zaměření odráží

²⁴ Institut cirkulární ekonomiky, Andrea Veselá, Benjamin Hague (2023) Snižování emisí během životního cyklu budov v Česku – Úloha cirkulární ekonomiky a renovací budov při snižování zabudovaného uhlíku (Návrh pracovního dokumentu) https://docs.google.com/document/d/16kPc27aX3Dc73DJP1r7eYitcg_v0uzGsu1J-rkf1J_U/edit#heading=h.4d34og8

vysokou emisní náročnost národního energetického mixu. Nicméně v reakci na hrozící nedostatek základních stavebních materiálů v tuzemsku a na vyhlídky na povinné požadavky na zelené veřejné zakázky, stejně jako na zavedení povinného vykazování udržitelnosti v EU, roste povědomí o potřebě cirkulárních stavebních postupů. Ministerstvo životního prostředí připravuje veřejnou zakázku na vytvoření metodiky pro stanovování WLC, jehož definici by zahrnuli do příslušné legislativy v rámci transpozice EPBD. Její součástí by mělo být i vytvoření národní LCA databáze stavebních materiálů, a to jak s generickými, tak specifickými daty. Současně Ministerstvo pro místní rozvoj připravuje úpravy zákonů o veřejných zakázkách, které by měly reflektovat tyto navrhované změny.

3.2.2.1.2 Normy

V souvislosti s vykazováním WLC vznikly a vznikají CEN i ISO normy. Přijímání norem v ČR má na starosti TNK 149 Udržitelnost staveb.

Mezi nejvýznamnější pro oblast WLC budov patří následující:

ČSN EN 15978 Udržitelnost staveb – Posuzování environmentálních vlastností budov – Výpočtová metoda se zaměřuje na hodnocení environmentálního výkonu budov. Definuje metodiku pro provádění LCA budov v rámci jejich celého životního cyklu.

ČSN EN 15804+A1/A2 Udržitelnost staveb – Environmentální prohlášení o produktu – Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů je specifická pro hodnocení environmentálních dopadů stavebních výrobků. Stanovuje požadavky na vytváření environmentálních produktových deklamací (EPD) a zahrnuje metody LCA pro hodnocení těchto výrobků.

ČSN EN ISO 14067 Skleníkové plyny – Uhlíková stopa produktů – Požadavky a směrnice pro kvantifikaci se zabývá hodnocením uhlíkové stopy výrobků. Zahrnuje metody LCA pro výpočet uhlíkové stopy a poskytuje směrnice pro kvantifikaci a komunikaci výsledků.

ČSN EN ISO 14040 Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Zásady a osnova stanovuje základní principy a rámec pro provádění LCA. Poskytuje obecné směrnice pro provedení LCA a stanovuje požadavky na definici cílů a rozsahu, sběr a analýzu dat, vyhodnocení výsledků a informování o výsledcích LCA.

ČSN EN ISO 14044 Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Požadavky a směrnice je doplňkem normy ISO 14040. Tato norma se zabývá konkrétními požadavky a směrnice pro implementaci LCA. Obsahuje podrobné postupy a příklady pro každou fázi LCA, včetně definice cílů a rozsahu, analýzy životního cyklu, hodnocení a interpretace výsledků.

ČSN ISO 14025 Environmentální značky a prohlášení – Environmentální prohlášení typu III – Zásady a postupy se zaměřuje na vytváření Environmentálního prohlášení o produktu (EPD), které poskytují transparentní informace o environmentálních vlastnostech výrobků. LCA je klíčovým prvkem při tvorbě těchto prohlášení.

ČSN EN ISO 14046 Environmentální management – Vodní stopa – Zásady, požadavky a směrnice se soustředí na hodnocení vodního otisku výrobků, procesů nebo organizací. Využívá principy LCA pro hodnocení vodních dopadů v průběhu životního cyklu.

3.2.2.2 Iniciativy soukromého sektoru

Souběžně s výše uvedenými politickými iniciativami vznikla *Zero Carbon Roadmap* popisující bariéry a k nim náležící opatření k cestě dekarbonizace českého stavebnictví do roku 2050. *Zero Carbon Roadmap* sepsala Česká rada pro udržitelné budovy (CZGBC) v úzké spolupráci s Univerzitním centrem pro energeticky efektivní budovy (ČVUT UCEEB).

Na akademické půdě vyvíjí ČVUT UCEEB od poloviny roku 2022 ve spolupráci se stavební praxí národní metodiku pro posouzení WLC. Prvotně byl vývoj financován z programu ECF Buildings Programme, včetně přípravy prvních případových studií a metodiky referenčních hodnot. Navazující iniciativou je pak právě projekt INDICATE.²⁵ Současně je výpočet GWP jedním z kritérií národní certifikační metodiky pro posuzování udržitelnosti budov SBTToolCZ, která se využívá v praxi především k certifikaci veřejných budov. Veškeré tyto aktivity se provádějí v souladu s aktuálně platnou či očekávanou legislativou a normami.

Současně s uvedenými iniciativami se posunuje vývoj i v soukromé stavební praxi. V rámci spolupráce DEKsoft, ÚRS a ČVUT UCEEB vznikl plugin na výpočet LCA parametrů konstrukcí budov ENVIBIM. Zároveň se ÚRS připravuje na implementaci GWP dat stavebních materiálů do své rozpočtářské databáze. Úloha WLC budov při snižování uhlíkové stopy

3.3 WLC princip a k čemu vede

V posledních letech roste zájem o zmírňování vlivů člověka na životní prostředí, přičemž se klade důraz na přechod k udržitelnosti a uhlíkové neutralitě. Příkladem tohoto trendu jsou systémy certifikace ekologických budov, jako jsou LEED, BREEAM, DGNB a SBTToolCZ. Posouzení celoživotní uhlíkové stopy (Whole Life Carbon = WLC) je jedním z kritérií udržitelnosti, které se vyjadřuje pomocí potenciálu globálního oteplování (GWP) v kg CO₂ ekvivalentů, což je jeden z indikátorů posuzování životního cyklu (LCA – Life Cycle Assessment).

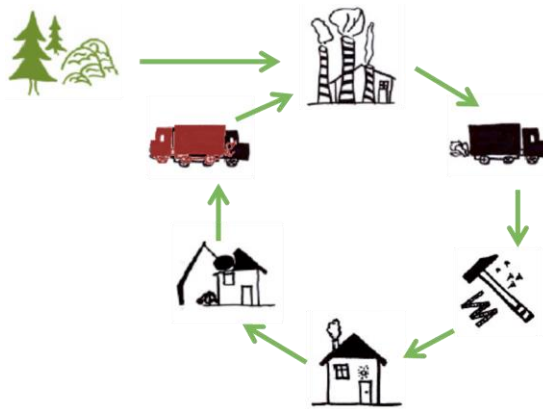
Posuzování životního cyklu (LCA) se stalo klíčovým při kvantifikaci a porovnávání vlivů stavebních materiálů a budov na životní prostředí, a v současné době je podporované evropskými normami, zejména ČSN EN 15804 + A2²⁶ a ČSN EN 15978²⁷.

Metodika LCA zahrnuje dopady na životní prostředí od získávání a těžby surovin až po samotnou výrobu výrobku, fázi jeho užívání a případné odstranění, opětovné použití nebo recyklaci, jak je zobrazeno na Obrázek 6. Posuzování dopadů výrobku na životní prostředí zahrnuje analýzu materiálových a energetických toků mezi daným systémem (budovou) a jeho okolím, konkrétně životním prostředím.

²⁵ Institut cirkulární ekonomiky, Andrea Veselá, Benjamin Hague (2023) Snižování emisí během životního cyklu budov v Česku – Úloha cirkulární ekonomiky a renovací budov při snižování zabudovaného uhlíku (Návrh pracovního dokumentu) https://docs.google.com/document/d/16kPc27aX3Dc73DJP1r7eYitcg_v0uzGsu1J-rkf1J_U/edit#heading=h.4d34og8

²⁶ ČSN EN 15804+A2 (2020) (730912) (2022) Udržitelnost staveb - Environmentální prohlášení o produktu - Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů

²⁷ ČSN EN 15978 (730902) (2012) Udržitelnost staveb - Posuzování environmentálních vlastností budov - Výpočtová metoda



Obrázek 6 Životní cyklus budovy.

Posuzování životního cyklu tak ve své podstatě směřuje k optimalizaci procesů výroby či výstavby, snižování energetické náročnosti, vývoji nových technologií a materiálů, čímž naplňují cíl snižování environmentálních dopadů včetně uhlíkové stopy.

3.4 Limitní hodnoty WLC pro ČR

Stanovení referenčních limitních hodnot – benchmarků WLC (v kg CO₂,ekv.) je nezbytné pro jejich využití v různých politických nástrojích, jako jsou dotační programy nebo zelené veřejné zakázky, ale především pro skutečné snížení uhlíkové stopy fondu budov v souladu se směrnicí EPBD a dalšími příslušnými legislativními předpisy, např. strategií dekarbonizace. Bez zavedení limitních hodnot nedojde ve stavebním sektoru k citelné změně emisí skleníkových plynů.

Limitní hodnoty je třeba stanovit zvolenou statistickou metodou (např. medián nebo percentil) založenou na kvalitním a dostatečně velkém statistickém vzorku, rozlišit je pro různé typologie budov a zakotvit je v právních předpisech.

Při vývoji limitních hodnot by měla být zvažena také analýza citlivosti případových studií s ohledem na kvalitu podkladových LCA dat - geografická, časová a technologická reprezentativnost dat, spolehlivost a konzistence.

Metoda posuzování a vývoj benchmarků představují klíčové prvky při zavádění regulací WLC. Sbíráni případových studií WLC z různých typologií budov v rámci národního stavebního fondu umožňuje stanovit benchmarky, které poskytují přehled o průměrných emisích WLC pro rodinné domy, bytové domy, kanceláře, školy a další.

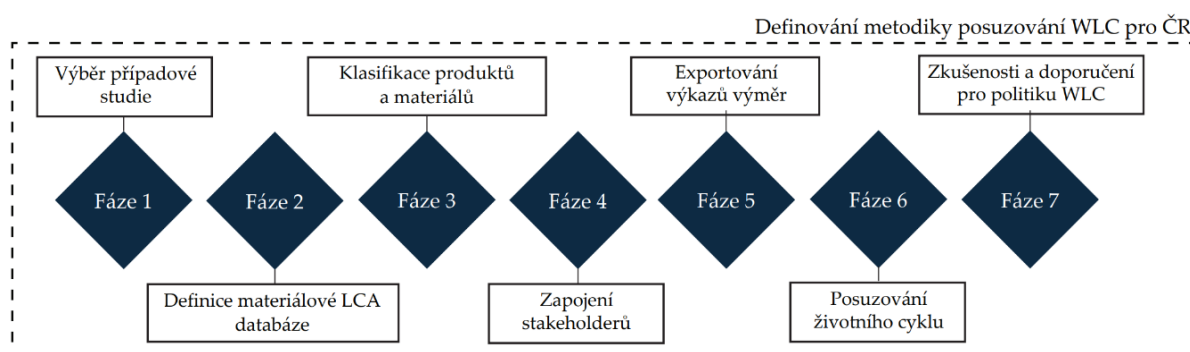
V předních zemích jsou data pro benchmarky obvykle shromažďována ve spolupráci s akademickými institucemi nebo soukromými subjekty, jako jsou národní rady pro zelené budovy. Většina zemí shromáždila mezi 60 a 70 případovými studii jako základ pro počáteční benchmarky WLC (např. Norsko, Švédsko) a pokračuje ve zlepšování reprezentativnosti a kvality těchto benchmarků na základě nových případů LCA budov (např. Dánsko: 260 případových studií).

4 WLC v praxi ČR krok za krokem

Budovy jsou složité „produkty“ a posuzování WLC u nich vyžaduje velké množství údajů, které nejsou vždy k dispozici. Při provádění posouzení je proto obvykle nutné přijmout určité

předpoklady - scénáře, a to většinou při výběru a zadávání relevantních dat do výpočetního nástroje a volbě vhodných environmentálních datasetů, což ovlivňuje výsledky. Vzhledem ke značným rozdílům ve skladbě zdrojů elektrické energie (emisního faktoru), primárních zdrojů energie a technologiích pro výrobu materiálů je nutné používat národní metodiku WLC, než se spoléhat na evropské nebo globální přístupy. Česká republika je stále silně závislá na uhlí a nemá dostatek obnovitelných zdrojů energie. V důsledku toho musí být environmentální data stavebních materiálů a provozních energií lokalizována, aby byly zajištěny konzistentní a reprezentativní výsledky.

V rámci projektu INDICATE proběhl sběr a vyhodnocování případových studií a komunikace se zainteresovanými skupinami v několika fázích, které zobrazuje následující Obrázek 7 a jsou popsány postupně v následujících kapitolách.



Obrázek 7 Proces přípravy WLC budov pro ČR.

4.1 Výběr případových studií budov

Pro správné nastavení metodiky WLC a získání výsledků využitelných pro nastavování referenčních, případně limitních hodnot, je nezbytné vhodně vybrat případové studie tak, aby byl soubor výsledků co nejreprezentativnější pro český fond budov. Zároveň je přínosné shromáždit co nejvíce studií za účelem možného statistického vyhodnocování a stanovování jakýchkoliv referenčních či limitních hodnot. Vhodný počet zpracovaných studií dle zahraničních zkušeností by měl činit cca 250.

Je proto potřeba, aby statistický vzorek zahrnoval budovy různých typologií, velikostí a materiálových řešení. Soubor je možné také rozšířit o varianty – změnou volby vstupních environmentálních datasetů (například pro tzv. hotspots, tj. materiály v analýze s největším GWP se zvolí datasety s nižším GWP) či změnou emisního faktoru elektřiny (potenciální vývoj EF v ČR či odběr zelené elektřiny). Tato problematika je podrobněji popsána v kapitole 6.6 Posouzení celoživotní uhlíkové stopy (WLC).

4.1.1 Nově zpracované případové studie WLC budov

Představovaný nově zpracovaný soubor případových studií budov obsahuje následující 3 nejčastější typologie budov:

- rodinné domy;
- bytové domy;
- administrativní budovy.

A dvě doplňující typologie:

- logistické haly;
- budovy pro vzdělávání.

Z hlediska materiálových řešení konstrukcí byla zvolena široká škála variant:






- monolitický železobeton;
- železobetonový skelet s vyzdívkou z pálených cihel, vápenopískových nebo pórobetonových tvárnic;
- zděný systém z pálených cihel, vápenopískových nebo pórobetonových tvárnic;
- dřevostavba 2by4 nebo CLT.

Na ČVUT UCEEB bylo celkem bylo zpracováno 56 nových případových studií, zahrnujících (Obrázek 8):

- 12 rodinných domů: 6 novostaveb a 6 energetických renovací;
- 16 bytových domů: 10 novostaveb, 1 komplexní renovace, 5 energetických renovací;
- 21 administrativních budov: 9 novostaveb, 2 komplexní renovace a 10 zjednodušených analýz;
- 5 logistických hal: novostavby
- 2 mateřské školy: novostavby
- Přehled případových studií, které byly zpracovány v rámci projektu INDICATE, je uveden na následujícím obrázku.

PŘEHLED STUDIÍ – AKTUÁLNÍ STAV

INDICATE

Typologie budovy		Posouzené		Přejaté	
		Novostavba	Renovace	Novostavba	Renovace
Rodinný dům		6	6	2	0
Bytový dům		10	6	9	0
Administrativní budova		19	2	4	2
Budovy terciárního vzdělávání		2	0	1	0
Logistické haly		5	0	32	0

Obrázek 8 Přehled případových studií budov pro ČR, zpracovaných v rámci projektu INDICATE.

Pro většinu uvedených případových studií byly dále vypracovány různé varianty:

- a) se změnou vstupních environmentálních datasetů pro zjištěné materiálové hotspoty, tj. materiály s nejvyšším GWP (standardní/ průměrná/ BAT = best available technology)
- b) se změnou emisního faktoru elektřiny - varianty EF, modelující budoucí dekarbonizační potenciál energetického mixu:
 - a. standardní emisní faktor z vyhlášky z vyhlášky č. 140/2021 Sb.o energetickém auditu ;
 - b. residuální emisní faktor pro ČR dle One Click LCA;
 - c. emisní faktor z MPO: Emisní faktor CO₂ z výroby elektřiny za léta 2010–2023,

4.1.2 Sběr existujících případových studií WLC budov

Dále bylo shromážděno 38 existujících případových studií od ČVUT UCEEB a partnerů, zpracovaných pro soukromé účely, zahrnující:

- 2 rodinné domy
- 9 bytových domů
- X administrativních budov
- 32 logistických hal
- 1 technologické centrum
- 1 nemocnici
- 1 sportovní centrum

4.1.1 Porovnatelnost a kvalita dat z případových studií

Nově zpracované případové studie jsou založeny na interních výpočtech dle jednotných metodických postupů, jejichž cílem bylo vypracovat celý soubor konzistentně a kvalitně. Základem byla databáze environmentálních dat (data extrahovaná z mezinárodního LCA software One Click LCA - OCLCA). Podkladem pro výpočty byly výkazy výměr, průkazy energetické náročnosti budovy (PENB) a projektová dokumentace nebo informační model budovy (BIM). Jednalo se většinou o detailní projekty budov (dwg či BIM), dále o projekty energetických renovací NZÚ a také zjednodušené modely (vytvořené na základě dwg výkresů v programu Rhinoceros).

O existujících případových studiích lze říci, že mají poměrně dobrou kvalitu dat díky znalosti výpočetních týmů, které je zpracovávali, avšak možnosti kontroly byly velice omezené, protože vstupní údaje nebyly dostupné, a tedy není výpočetní metodika příliš transparentní a pravděpodobně ani zcela jednotná a shodná s metodikou nově zpracovávaných studií, a to včetně použitých environmentálních datasetů. Proto je potřeba brát porovnání těchto dvou sad výsledků s rezervou.

Všechny projekty pocházejí z České republiky, nicméně LCA data využitá pro výpočty jsou často lokalizovaná generická nebo specifická data z EPD. Tato lokalizace je provedena interním algoritmem v software OCLCA, a to především na základě změny energetického mixu v datasetu, či lokálních obecných hodnot dopravních vzdáleností.

4.2 Podkladní LCA databáze

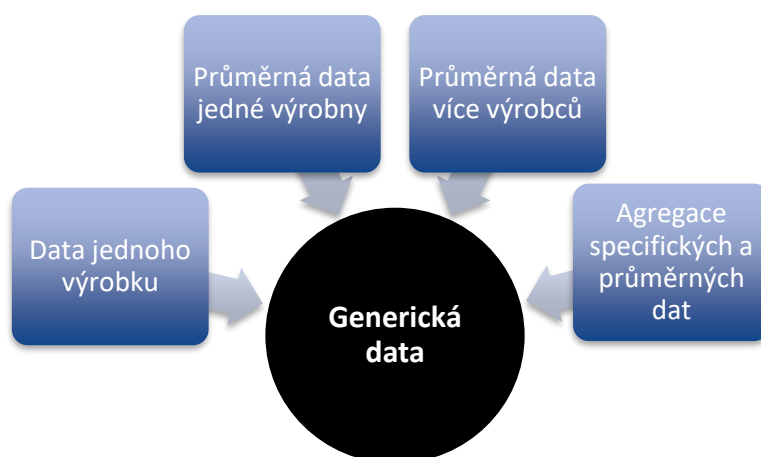
Databáze stavebních materiálů LCA hraje zásadní roli při provádění hodnocení WLC, protože shromažďuje soubory environmentálních dat pro výrobky využívané v lokální stavební praxi a zohledňuje místní energetický mix a primární zdroje energie pro výrobu materiálů. To zajišťuje přesné a reprezentativní výsledky pro daný kontext. Databáze musí být pečlivě spracovaná, organizovaná a aktualizovaná v průběhu času.

V České republice je k dispozici pouze velmi omezená národní environmentální databáze CENIA²⁸ se specifickými daty z Environmentálních prohlášení o produktu (EPD). Tato

²⁸ CENIA Databáze EPD v ČR. (n.d.) <https://www.cenia.cz/spolecenska-odpovednost/epd/databaze-epd/> (accessed on 3 April 2024)

databáze obsahuje něco přes 200 datových souborů, které zdaleka nepokrývají všechny skupiny výrobků potřebné pro hodnocení WLC celé budovy. Proto bylo v rámci projektu INDICATE nutné vytvořit jednotnou komplexní interní databázi založenou na dostupných datech, která umožnila detailní posouzení všech případových studií.

Databáze primárně obsahuje datasety z českých EPD^{29,30} nebo generické datasety software One Click LCA (OCLCA)³¹ vytvořené pro ČR. V případě jejich nedostupnosti byly vybrány datasety ze zemí se srovnatelným mixem elektrické energie, jako je Polsko a Itálie, dále datasety ze sousedních trhů s pravděpodobnou shodnou technologií výroby – Německo, či generické datasety pro EU. Veškeré datasety pro 200+ materiálůvých položek byly vybrány na základě jejich reprezentativnosti jako generických dat pro český trh. Důvodem je vhodnost využití generických datasetů v prvotních fázích návrhu budovy, dle Obrázek 9 a obrázků 10.

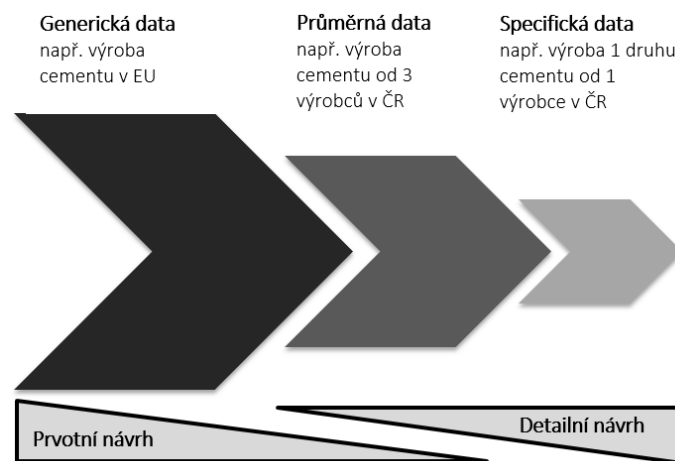


Obrázek 9 Různé druhy dat, která mohou reprezentovat generická data.

²⁹ ČSN EN 15804 (730912) Udržitelnost staveb - Environmentální prohlášení o produktu - Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů (2013)

³⁰ ČSN EN 15804+A1 (730912) Udržitelnost staveb - Environmentální prohlášení o produktu - Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů (2014)

³¹ One Click LCA. (n.d.) <https://www.oneclicklca.com/>



brázek 10 Použití různých typů dat v různých fázích návrhu budovy.

Zásadní z hlediska budoucího stanovování limitních hodnot pro ČR je fakt, že pro databáze byly primárně voleny datasety s nejvyšší uhlíkovou stopou na měrnou jednotku (kg, m³, m²). Důvodem je skutečnost, že dle uvážení projektového týmu je potřeba prvotně nastavit limitní hodnoty tzv. „měkčí“ a postupně bude možné je zpřesňovat a zpřísnovat. To ale může nastat až v situaci, kdy bude dostupná národní LCA databáze, legislativně zakotvená metodika WLC pro ČR a také bude k dispozici národní kalkulační nástroj.

Bylo také provedeno základní posouzení kvality dat podle kritérií kvality daných CEN/TR 15941³², včetně geografického, technologického a časového pokrytí, čímž byla zajištěna transparentnost celého procesu volby dat. Konzistentnost byla zajištěna pomocí využití jedné databáze ze softwaru OCLCA a aspekt nejistoty byl zohledněn při následných analýzách citlivosti.

Tabulka 2 znázorňuje strukturu interní databáze projektu INDICATE. V průběhu celého procesu byla průběžně aktualizována o nové datové soubory (pokud bylo během hodnocení případových studií nutné nějaké doplnit). Interní databáze zahrnuje cca 290 datasetů. Přibližně 55 % datasetů pochází z českého trhu, zbytek byl zajištěn výše popsáním procesem výběru.

Tabulka 2 Struktura interní LCA databáze.

SBToolCZ Material/Process	Dataset Name from OCLCA	Data Source	Location	Upstream Database	Unit	Notes
Bituminous coating	Asphalt, generic, compacted, 5/95% bitumen–aggregate ratio, 2350 kg/m ³	Lucobit (Manufacturer)	Czechia	Ecoinvent	kg, ton, m ³	...
...	...	Generic	Italy	Ecoinvent	kg, ton, m ³ , m ²	...
...

³² TNI CEN/TR 15941 (730911) Udržitelnost staveb - Environmentální prohlášení o produktu - Metodologie výběru a použití generických dat (2012)

4.3 Klasifikační systém

Množství a typ stavebních materiálů a stavebních výrobků jsou klíčové informace pro WLC budovy a vycházejí z výkazu výměr (VV), který obvykle vypracovává rozpočtář projektu.

VV může být zpracován jako podrobný seznam materiálů, výrobků a stavebních prací nebo jako seznam agregovaných položek popisujících kompletní stavební prvky obsahující materiály a stavební práce dohromady. V obou případech je prvním krokem při zpracování WLC oddělení stavebních materiálů a výrobků od prací a služeb. VV se skládá ze stovek nebo tisíců položek, které je třeba vhodně strukturovat, seskupit a spárovat se stovkami položek z LCA databáze materiálů. VV může být do výpočetního software exportován také přímo z BIM.

Vzhledem k velkému množství dat je nutné, aby byl tento proces co nejefektivnější a automatizovaný, což však nynější praxe neumožňuje. Pro jednotnost výsledků je zapotřebí definovat jednotný klasifikační systém, s nímž budou vstupní data z VV či BIM kompatibilní s databází materiálů a požadovanou strukturou dat získávaných z analýzy WLC.

Data projektu pro výpočet WLC by měla pokrývat celou budovu, včetně konstrukčních částí a technických zařízení budovy. To představuje tisíce položek, které by měly být systematicky strukturovány a zpracovány tak, aby bylo možné vyhodnotit jejich dopad vzhledem k budově jako celku.

V České republice se pro klasifikaci budov a konstrukcí používají různé systémy, které mají obvykle základ v cenových metodikách. Nejrozšířenějšími místními rozpočtářskými metodami a software (SW) je cenová soustava ÚRS (CS ÚRS)³³ a cenová soustava RTS³⁴, vycházejí z národní klasifikace JSKO (Jednotné klasifikace stavebních objektů) definované vyhláškou č. 124/1980 Sb. a TSKPstat, spravované Českým statistickým úřadem³⁵. JSKO a TSKPstat se používají pro klasifikaci stavebních prací, které nejsou zahrnuty v CZ-CPA (Classification of Product by Activities)³⁶. Pro české prostředí je závazná národní verze evropské klasifikace stavebních konstrukcí CZ-CC (Classification of Types of Constructions)^{37,38} a stavebních výrobků CZ-CPA.

Výše uvedené klasifikační systémy se používají ve fázi návrhu a výstavby projektu, ale pro WLC nejsou dostačující, protože nepokrývají celou životnost stavby. Proto se pro klasifikaci WLC používá jiný klasifikační systém založený na funkčních částech budovy.

³³ Cenová soustava ÚRS (n.d.) <https://www.urs.cz/software-a-data/cenova-soustava-urs>

³⁴ Cenové soustavě RTS (n.d.) <https://www.cenovasoustava.cz/default.asp?Bid=10&ID=10>

³⁵ Český statistický úřad (ČSÚ) (n.d.) Statistické číselníky TSKPstat. https://csu.gov.cz/statisticke_ciselniky_tskpstat

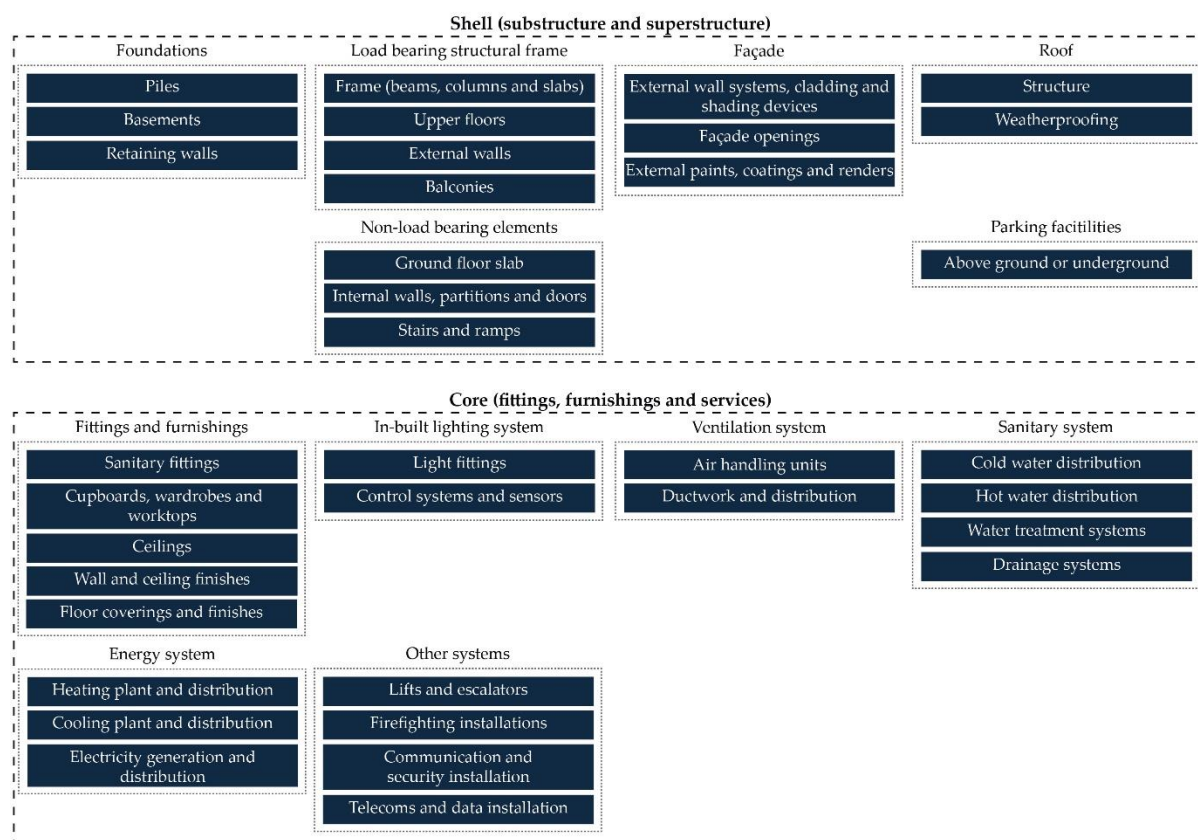
³⁶ Český statistický úřad (ČSÚ) (2008) Sdělení č. 275/2008 Sb. o zavedení Klasifikace produkce (CZ-CPA); Český statistický úřad: Strašnice.

³⁷ Slovníček pojmů: Klasifikace typů staveb (CC) (n.d.) Vysvětlení statistiky. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Classification_of_types_of_construction_\(CC\)&oldid=55788](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Classification_of_types_of_construction_(CC)&oldid=55788)

³⁸ Český statistický úřad (ČSÚ) (2003) Sdělení č. 321/2003 Sb. Sdělení Českého statistického úřadu o zavedení Klasifikace stavebních děl CZ-CC; Český statistický úřad: Strašnice.

U projektů založených na BIM se navíc používají další klasifikační systémy. IFC (Industry Foundation Classes) je otevřená, mezinárodní, dodavatelky neutrální a široce přijímaná datová struktura (ISO 16739-1:2024³⁹) pro vystavěné prostředí, včetně budov a občanské infrastruktury. IFC umožňuje spolupráci uživatelů BIM bez ohledu na to, jaký SW používají. Další různé klasifikační systémy, jako jsou Uniclass, Omniclass, CoClass, CCI a mnoho dalších, které jsou s IFC kompatibilní, se používají pro různá zpracování dat BIM, aktéry, fáze projektu, geografické oblasti atd. V České republice se v současné době jako standard pro klasifikaci BIM na národní úrovni používá RDS (Reference Designation System) vycházející z ČSN EN ISO 23386⁴⁰ a ČSN EN ISO 23387⁴¹.

V rámci projektu INDICATE byl pro analýzu WLC a prezentaci výsledků použit mezinárodní klasifikační rámec EU Level(s). Proto musela být struktura dat z VV přizpůsobena této klasifikaci, jak je zobrazeno na Obrázek 11.



Obrázek 11 Klasifikační systém rámce EU Level(s).

V této fázi byly stanoveny hranice posuzování, a to tak, že se posuzování soustředí pouze na samotnou budovu a bude zahrnovat konstrukční prvky a technické zařízení budovy, přičemž

³⁹ ČSN EN ISO 16739-1 (730100) (2024) Datový formát Industry Foundation Classes (IFC) pro sdílení dat ve stavebnictví a ve facility managementu - Část 1: Datové schéma

⁴⁰ ČSN EN ISO 23386 (730113) (2020) Informační modelování staveb a další digitální procesy používané ve stavebnictví - Metodika pro popisování, vytváření a udržování vlastností v propojených datových slovnících

⁴¹ ČSN EN ISO 23387 (730114) (2021) Informační modelování staveb (BIM) - Datové šablony pro stavební objekty používané v životním cyklu staveb - Pojmy a principy

byla vyloučena vnější zařízení, přístavby a exteriérové práce. Kromě toho byla zvolena předem stanovená úroveň podrobnosti, což vedlo k zanedbání některých materiálů, jako jsou malé spojovací prvky a šrouby, v souladu s normami EN 15978⁴² a EN 15804 +A1/A2^{43,44}

Pro usnadnění definování klasifikačního systému pro jednotlivé materiály a souvisejícího souboru environmentálních dat byla navržena šablona v MS Excel. Tato šablona automatizuje proces propojování VV s LCA datasety, čímž snižuje časovou náročnost, zejména s ohledem na to, že v interní databázi byl stanoven pouze jeden dataset pro každý stavební materiál.

V rámci projektu byly analyzovány klasifikační systémy Level(s), SBToolCZ (který je v souladu s českou stavební praxí), OCLCA a povinný systém vykazování projektu INDICATE, s cílem zjistit jejich vzájemný vztah a konečný systém. Tabulka 3 komplexně ilustruje klasifikační systém OCLCA a rámec Level(s) spolu se systémem INDICATE.

Tabulka 3 Building classification systems defined by OCLCA, Level(s), and the INDICATE project.

OCLCA Structure	Level(s) Structure	Indicate Result Classification
FOUNDATION	1.1 Foundations	Ground (i.e., substructure, foundation, basement walls, etc.)
	1.1.1 Piles	
	1.1.2 Basements	
	1.1.3 Retaining walls	
WALL EXTERNAL WALL/COLUMN BEAM	1.2 Load-bearing structural frame	Structure (i.e., structural frame, walls, floors, roofs, etc.)
	1.2.1 Frame (beams, columns, and slab)	
	1.2.2 Upper floors	
	1.1.3 External walls	
EXTERNAL WALL	1.2.4 Balconies	
SLAB/INTERNAL WALL SLAB	1.3 Non-load-bearing elements	Internal (i.e., partitions, int. finishes, etc.)
	1.3.1 Ground floor slab	
	1.3.2 Internal walls, partitions, and doors	
INTERNAL WALL/DOOR		
SLAB	1.3.3 Stairs and ramps	Structure (i.e., structural frame, walls, floors, roofs, etc.)
EXTERNAL WALL	1.4 Facade	Envelope (i.e., openings and external finishes)
	1.4.1 External wall systems, cladding, and shading systems	
	1.4.2 Façade openings	
WINDOW	1.4.3 External paints, coatings, and renders	
VERTICAL FINISH		
ROOF	1.5 Roof	Structure (i.e., structural frame, walls, floors, roofs, etc.)
	1.5.1 Structure	
	1.5.2 Weatherproofing	
FINISH	2.1 Fittings and furnishings	Appliances (i.e., fixed facilities, mobile fittings, etc.)
	2.1.1 Sanitary fittings	

⁴² ČSN EN 15978 (730902) (2013) Udržitelnost staveb - Posuzování environmentálních vlastností budov - Výpočtová metoda

⁴³ ČSN EN 15804+A1 (730912) Udržitelnost staveb - Environmentální prohlášení o produktu - Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů

⁴⁴ ČSN EN 15804+A2 (730912) Udržitelnost staveb - Environmentální prohlášení o produktu - Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů

	2.1.2 Cupboards, wardrobes, and worktops	n/a
HORIZONTAL FINISH	2.1.3 Ceilings	
VERTICAL FINISH	2.1.4 Wall and ceilings finishes	Internal (i.e., partitions, int. finishes, etc.)
HORIZONTAL FINISH	2.1.5 Floor coverings and finishes	
	2.2 In-built lighting system	Appliances (i.e., fixed facilities, mobile fittings, etc.)
	2.2.1 Light fittings	
	2.2.2 Control systems and sensors	
	2.3 Energy system	
	2.3.1 Heating plant and distribution	
	2.3.2 Cooling plant and distribution	
	2.3.3 Electricity generation and distribution	
	2.4 Ventilation system	Services (i.e., mechanical, electrical, renew. energy, etc.)
	2.4.1 Air handling units	
BUILDTECH	2.4.2 Ductwork and distribution	
	2.5 Sanitary systems	
	2.5.1 Cold water distribution	
	2.5.2 Hot water distribution	
	2.5.3 Water treatment systems	
	2.5.4 Drainage systems	
	2.6 Other systems	
	2.6.1 Lifts and escalators	Appliances (i.e., fixed facilities, mobile fittings, etc.)
	2.6.2 Firefighting installations	
	2.6.3 Communication and security installation	
	2.6.4 Telecoms and data installation	
OTHER	3. Not defined	Not defined (i.e., energy/water consumption or any other building part)

4.4 Zapojení zúčastněných stran

V České republice je zapojení zúčastněných stran = cílových skupin dotčených budoucím povinným vykazováním WLC budov, klíčovým prvkem pro úspěšnou implementaci WLC budov do praxe. Bez jejich zapojení, konzultací a diskuzí nemůže implementace proběhnout hladce.

Zúčastněné strany mohou poskytnout údaje o projektech k posouzení, účastnit se kulatých stolů, workshopů a webinářů a přispět svým know-how k vývoji metodiky WLC pro Českou republiku. Jsou také cílovou skupinou pro následné vzdělávání a budování kapacit.

Nejprve byli s pomocí projektového konsorcia projektu osloveni potenciální poskytovatelé případových studií. Od nich bylo cíleně shromážděno přibližně 75 případových studií. Z nich pak byli vybráni zástupci jednotlivých typologií a materiálových řešení.

Následně byly osloveny různé zainteresované strany podílející se na implementaci EPBD⁴⁵ v české praxi - developeři, investoři, konzultanti v oblasti LCA a udržitelnosti, energetičtí specialisté, architekti, projektanti a samozřejmě tvůrci politik. Jak výběr případových studií, tak průběžné metodické kroky a výsledky s nimi byly průběžně diskutovány na setkáních

⁴⁵ Evropská komise, Směrnice o energetické náročnosti budov. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en

pracovních skupin, workshopech a seminářích. Zejména s tvůrci politik se řešil soulad výpočtových postupů s očekávanými budoucími požadavky EPBD a možnosti českého trhu - implementace WLC do aktuálně používaných výpočtových nástrojů pro budovy, možnosti zjednodušení, zajištění kapacit a vývoje benchmarků.

Úspěšná interakce byla umožněna mnoha cestami - čtyřmi workshopy, dvěma kulatými stoly, dvěma pracovními skupinami, dvěma webináři a pěti bilaterálními setkáními v období od března 2023 do července 2024 - z nichž každá sloužila jako spojovací článek pro výměnu názorů. Seznam hlavních akcí, z nichž jsou k dispozici záznamy či prezentace, je uveden v seznamu na Obrázek 12.

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• 3.5.2023 Projekt kick-off meeting• 14.6.2023 Webinář – projektový záměr a sbírání případových studií• 11.5.2023 Workshop s dotčenými ministerstvy• 27.6.2023 Workshop – metodika WLC• 27.11.2023 Workshop a konference Magistrát HMP• 8.1.2024 Meziřezortní setkání MŽP a MV• 15.2.2024 Cirkulární stavebnictví a LCA, společně s INCIEN• 18.3.2024 Cirkulární rekonstrukce a LCA, společně s INCIEN• 13.5.2024 Seminář v Parlamentu o EPBD a EED• 6.-7.6.2024 Meziřezortní setkání se 4 ministerstvy (MŽP, MPO, MMR, MF)• 17.6.2024 Webinář – Praktické zkušenosti z výpočtu uhlíkové stopy budov• 26.6.2024 Závěrečný seminář – výsledky projektu INDICATE• 31.7.2024 Závěrečný webinář – Uhlíková stopa budov a první limity |
|--|

Obrázek 12 Seznam akcí a aktivit v průběhu projektu INDICATE.

Proběhla také čtyři setkání s diskusemi a následnými doporučeními od zahraničních partnerů BPIE, KU Leuven a WGBC, kteří jsou zkušenými lídry v oblasti implementace WLC.

Díky všem těmto setkáním se podařilo ustanovit síť kontaktů a dlouhodobou spolupráci s dalšími zainteresovanými subjekty v ČR, jako je Institut cirkulární ekonomiky, Centrum pasivního domu nebo Česká komora architektů, což jistě přispěje k hladšímu zavádění požadavků směrnice na GWP do praxe.

Více diskusí se zúčastněnými stranami a vzdělávacích aktivit může vést k lepšímu pochopení a souhlasu s tímto přístupem, což usnadní implementaci, její průběh a zajistí její udržitelnost.

Zúčastněné strany lze strukturovat do několika klíčových skupin, které přispívají k různým aspektům implementace.

4.4.1 Státní instituce

Mezi nejvýznamnější státní instituce pro implementaci WLC budov do praxe patří:

- **Ministerstvo životního prostředí:** Zodpovědné za politiku ochrany klimatu, renovace a úspory energie, a dotační programy pro budovy.
 - Státní fond životního prostředí: Zprostředkovává investice do životního prostředí, vedoucí k udržitelnému rozvoji.
 - CENIA – spravuje databázi EPD stavebních produktů z českého trhu
- **Ministerstvo průmyslu a obchodu:** Zajišťuje implementaci směrnic EPBD III a IV a dotační programy pro průmysl.

- **Ministerstvo pro místní rozvoj:** Určuje technické požadavky a hodnotící kritéria pro zadávací dokumentaci, pravidla pro památkové zóny, stavební zákon a stavební povolení.
- **Ministerstvo financí:** Řídí implementaci EU taxonomie, SFDR a CSRD.

4.4.2 Stavební praxe

Klíčovými zainteresovanými stranami v oboru stavebnictví jsou:

- developeři, stavební společnosti a investoři (např. Skanska, VCES, JRD, KKCG, CPI aj.),
- bankovní sektor;
- tepelně techničtí specialisté (EkoWatt, DEK),
- vývojáři softwaru pro energetické výpočty a rozpočty budov (DEKsof, Svoboda software, ÚRS),
- poradenské společnosti v oblasti udržitelnosti (CEVRE, Grinity, SEVEN),
- výrobci stavebních produktů (např. Saint Gobain, Knauf, Wienerberger),
- poskytovatelé technologií;
- architekti a projektanti (ČKA, ČKAIT).

4.4.3 Další zainteresované strany

- Akademická půda

Významnými akademickými zainteresovanými stranami budou studenti a učitelé stavebního inženýrství se zaměřením na udržitelnost.

- Občanská společnost a další subjekty

Důležitými zúčastněnými stranami budou v budoucnu všichni vlastníci nemovitostí, sdružení vlastníků domů a společnosti spravující objekty a nemovitosti.

4.4.4 Cíle zapojení zúčastněných stran

Hlavní důvody zapojení zúčastněných stran v rámci projektu INDICATE byly:

- Vytvoření sítě kontaktů zástupců všech cílových skupin, které se chtějí účastnit procesu implementace;
- Shromažďování dat k případovým studiím WLC budov různých typologií;
- Vývoj a ověřování výpočetních postupů a metod posuzování;
- Konzultace a diskuze týkající se navrhovaných kroků implementace EPBD IV, vedoucí k potenciálnímu vývoji politik.
- Prvotní edukace v uvedené problematice.

Různé úhly pohledu jednotlivých cílových skupin byly zásadní pro získání lepšího přehledu o překážkách a potřebách trhu a zpětné vazby na navrhované kroky výpočtů WLC a jejich implementace do praxe.

V průběhu komunikace a diseminace výsledků se samozřejmě objevily i určité zájmy a obavy zúčastněných stran. Patří mezi ně následující:

- Krátký čas na implementaci směrnice EPBD IV po dokončení implementace směrnice EPBD II;
- Časová a finanční náročnost podrobných LCA výpočtů;
- Nedostatek národních dat LCA a otázky kolem národní databáze;
- Nedostatečné výkazy výměr ve fázi předběžného návrhu;
- Nedostatek kapacit pro výpočty WLC;
- Potřeba získání náskoku pro reálnou implementaci WLC;
- Specifikace vztažné jednotky pro vykazování GWP - vztažná plocha pro výpočet WLC na m² či počet uživatel budovy;
- Nedostupnost národního nástroje pro výpočet WLC;
- Nedostatečná a nejasná práce s renovacemi;
- Chybějící vzdělávání v oblasti posuzování WLC/LCA.
Nejasná očekávání ohledně výsledků projektu INDICATE;

Intenzivní setkávání se zúčastněnými stranami lze považovat za zásadní pro průběh projektu i pro následné kroky nutné k implementaci EPBD IV do praxe ČR, vycházející z výše popsaných obav.

4.5 Parametry a export výkazu výměr

Výkaz výměr každé případové studie byl exportován dvěma způsoby, a to z excelových tabulek rozpočtů projektů nebo z modelu BIM. V obou scénářích bylo hlavním cílem uspořádat a kategorizovat všechny prvky tak, aby se usnadnil jejich bezproblémový import do OCLCA pro účely výpočtu a následné analýzy.

4.5.1 Výkaz výměr na základě excelové tabulky

V počátečním kroku bylo nutné odstranit nepodstatné řádky a sloupce, které nesouvisely s technickými specifikacemi a popisy prvků, jako jsou například údaje o nadbytečných nákladech, aby se soubor co nejvíce zjednodušil. Následně byl každý řádek jednotlivě zkontrolován, přičemž položky byly vyfiltrovány pomocí číselné klasifikace:

- hodnota 0 = položka nebude brána v úvahu (např. stavební práce);
- hodnota 1 = položka bude zahrnuta do výpočtu (např. materiály a výrobky);
- hodnota 2 = drobné položky a prvky, které by mohly být považovány za zanedbatelné (např. konektory, drobné součásti pro prvky HVAC atd.).

Tento proces znázorňuje Obrázek 13.

Postup zpracování podkladů pro LCA- INDICATE

1. **Kontrola podkladů**, výkaz výměř
2. **Očistění souboru** od nepodstatných řádků a sloupců
 - např. rekapitulace, identifikační údaje, poznámky nesouvisející se stanovením výkazů a popisem položek atd.
3. **Oddělení materiálů, konstrukcí a prvků vs. nezapočítávané prvky vs. práce a procesy**
 - Pokud nelze automatizovat výběr relevantních položek, pak ručně přiřadit k jednotlivým položkám následující číselnou klasifikaci:
 - **0** nezapočítáno (práce a procesy)
 - **1** započítáno (konstrukce, materiály, výrobky)
 - **2** nezapočítané prvky a výrobky (např. spojovací materiál, doplňky konstrukcí a prvků TZB apod.

Obrázek 13 Postup zpracování VV pro posouzení WLC v rámci projektu INDICATE.

Například u rodinných domů se počet prvků pohyboval kolem 500 položek, zatímco u velkých budov, jako jsou kancelářské budovy nebo nemocnice, se počet pohyboval mezi 3000 a více. Tento proces se ukázal jako velmi časově náročný a složitý vzhledem k nutnosti individuální analýzy velkého počtu položek pro určení jejich zařazení do dalších kroků. Například v případové studii rodinného domu zahrnující 345 položek v VV bylo přibližně 148 položek (zhruba 40 %) irelevantních pro posuzování. Týkalo se to především stavebních prací, například výkopů, instalací nebo transferů a drobných spojovacích prvků.

Následně do druhé fáze prošly pouze položky klasifikované jako 1. Protože cílem posouzení WLC je získat co nejúplnější obraz, byla budova rozdělena na části (třídy), podle Level(s), např. základy, vnější stěny, fasádní otvory atd. jak je popsáno v kapitole 6.3.

V dalším kroku byl ke každé materiálové položce přiřazen LCA dataset z interní databáze. Tento dataset byl pak již automaticky propojen s odpovídajícím datovým souborem ve OCLCA. Tento automatizovaný proces přiřazování byl zásadní pro zachování konzistence a srovnatelnosti ve všech 56 případových studiích. Klasifikace a filtrování položek VV je zobrazeno na Obrázek 14.

	Kód	Popis	M	Množství	Kod	Class
	D 27	Zakládání - základy				
	6 K 274313711	Základové pásy z betonu tř. C 20/25	m3	67,714	OC_BS_01	FOUNDATION
	7 K 279113142	Základová zeď tl přes 150 do 200 mm z tvárníc ztraceného bednění včetně výplně z betonu tř. C 20/25	m2	8,630	OC_BS_01	FOUNDATION
	8 K 279113143	Základová zeď tl přes 200 do 250 mm z tvárníc ztraceného bednění včetně výplně z betonu tř. C 20/25	m2	121,650	OC_BS_01	FOUNDATION
	9 K 279113145	Základová zeď tl přes 300 do 400 mm z tvárníc ztraceného bednění včetně výplně z betonu tř. C 20/25	m2	2,438	OC_BS_01	FOUNDATION
	10 K 279361821	Výztuž základových zdí nosných betonářskou ocelí 10 505	t	1,835	OC_BS_01	FOUNDATION
		Svislé a kompletní konstrukce				
	D 31	Zdi pozemních staveb				
			m2	20,660	OC_BS_02	WALL
	12 K 311113142	Nosná zeď tl do 200 mm z hladkých tvárníc ztraceného bednění včetně výplně z betonu tř. C 20/25	m2	54,548	OC_BS_02	WALL
	13 K 311113144	Nosná zeď tl přes 250 do 300 mm z hladkých tvárníc ztraceného bednění včetně výplně z betonu tř. C 20/25	m2	6,244	OC_BS_02	WALL
	15 K 342271322	Příčka z vápenopískových přesných plných tvárníc do P15 tl 100 mm	m2	10,408	OC_BS_04	INTERNAL WALL
	16 K 342271531	Příčka z vápenopískových přesných plných tvárníc 5DF přes P15 do P25 tl 150 mm	m2	6,270	OC_BS_04	INTERNAL WALL

Obrázek 14 Filtrování a klasifikace položek ve VV pro posouzení WLC v rámci projektu INDICATE.

Je důležité si uvědomit, že materiály nebo výrobky uvedené ve VV jsou specifikovány konkrétními měrnými jednotkami, které se musí shodovat s jednotkami používanými v LCA databázi. Nesoulad jednotek by vedl k tomu, že by software danou položku ve výpočtu nezohlednil nebo ji vypočetl na jinou měrnou jednotku. Dalším krokem proto bylo potvrzení, zda se jednotky materiálů z VV shodují s jednotkami příslušného LCA datasetu. Pokud tomu tak nebylo, bylo nutné provést přepočítání (nejčastěji na kg nebo m³), aby bylo zajištěno, že budou do výpočtu zahrnuty správně.

Příprava výkazu výměr je znázorněna v Tabulce 4.

Tabulka 4 Příklad přípravy výkazu výměr pro výpočet WLC.

Item Name from BoQs	Numerical Consideration (0/1/2)	Classification Level(s)	Dataset Name from OCLCA	Unit	Quantity	Notes
Installation of formwork for foundation slabs	0	...	...	...	...	Not considered, work process description
Single-layer masonry of cavity brick 240 mm thick	1	1.2.3 External Profi, Porotherm walls	Clay bricks, Porotherm (Wienerberger, Novosedly plant)	2880	kg	Calculation: 15 m ² × 0.24 m × 800 kg/m ³
Bolts or screws installation over 150 to 300 mm long	2	...	...	1	set	Not considered, small connecting materials are negligible

Po importu připravené tabulky s VV do výpočetního software OCLCA bylo nutné všechny položky znovu zkontrolovat, zda jejich import proběhl bez chyb. Toto se již provádělo přímo v OCLCA a případné chyby se upravily již manuálně. Část importované tabulky je zobrazena na Obrázek 15.

2. Vertical structures and facade ① 3488 Tonnes CO₂e - 10 %

External walls and facade [Compare answers](#) [Create a group](#) [Move materials](#) [Add to compare](#)

Resource ↕	Quantity ↕	CO ₂ e ↕	Comment ↕	Building Parts	Transport, kilometers ② ↕
Sand-lime brick, 2000 kg/m ³ ? ⚠	14976.7 m ² x 300 mm	1 572t - 4%	Sand-lime brick, 2000	1.2.1 Frame (beams, columns and	60 Trailer combination, 40
Ready-mix concrete, normal-strength ?	2835.46 m ³	853t - 2%	Load-bearing walls of	1.2.1 Frame (beams, columns and	60 Concrete mixer truck
Reinforcement steel (rebar), generi ?	152.72 ton	333t - 0.9%	Reinforcement steel (rebar)	1.2.1 Frame (beams, columns and	370 Trailer combination, 40
Aluminium frame window, triple glaz ?	312.57 m ²	113t - 0.3%	Aluminium frame window,	1.4.1. External wall systems	380 Trailer combination, 40
Alloyed steel ingots, 25-200 mm (NL) ? ⚠	64614.18 kg	91t - 0.3%	Alloyed steel ingots, 25-200	1.2.4 Balconies	370 Trailer combination, 40
Sand-lime brick, 2000 kg/m ³ ?	199865.92 kg	35t - 0.1%	Vibroformed concrete	1.2.1 Frame (beams, columns and	60 Trailer combination, 40
Rock wool insulation slabs, L=0.038 ?	1409.89 m ² x 150 mm	34t - 0.1%	Rock wool insulation slabs	1.4.1. External wall systems	60 Trailer combination, 40

Obrázek 15 Výkaz výměr importovaný do výpočetního software OCLCA.

VV jednotlivých projektů se výrazně liší a jejich příprava pro posouzení WLC je velice časově náročná. Průměrně lze dobu přípravy výkazu výměr stanovit na 10 pracovních dní v případě klasického rozpočtářského excelu. Taková časová kapacita jistě nemůže být přijatelná pro výpočty tisíců WLC novostaveb v ČR ročně a je potřeba ji významně snížit.

4.5.2 Výkaz výměr založený na BIM

V případě VV založeného na modelu BIM jsou kategorie a klasifikační systém uspořádány podle způsobu, jakým musí být prvky pro účely výpočtu exportovány. Pro usnadnění porovnání jakékoli varianty WLC potřeby vypracovat BIM alespoň pro úroveň detailu (LOD) 300⁴⁶, která se blíží projektové dokumentaci požadované pro stavební povolení. Model by měl obsahovat co nejvíce podrobností o materiálech, aby se usnadnil automatický proces mapování a omezily se aproximace způsobené odhadem. Hlavním výstupem z této fáze byl VV pro každou případovou studii, který byl pak použit modulu OCLCA přímo dostupným v softwaru BIM (tj. Autodesk Revit 2023).

Pracovní postup založený na BIM byl jednoduchý. Před exportem dat modelu do OCLCA je třeba vzít v úvahu specifika zjednodušení modelu. Mezi ně patří zanedbání konstrukcí a dílčích konstrukcí, nedostatečné popisy materiálů a zjednodušené modelování prvků. Tato specifika se týkají zejména základů, fasádních prvků (plné profily), sádkokartonových přiček (zanedbaná podkonstrukce), zábradlí (nedostatečně popsané materiály), oken a dveří (plné profily) atd. V těchto případech se do nástroje ručně vloží příslušné množství materiálu, například podle produktového listu daného výrobku.

V některých případech jsou různými profesemi vytvářeny samostatné individuální modely částí budovy, např. tři modely pro fasádu, nosné konstrukce a základy budovy. V důsledku toho vzniká potřeba exportovat data z každého z těchto modelů do procesu zvlášť, což je úkol náchylný k chybám a časově náročnosti. Všechny uvedené body by měly být specifikovány v

⁴⁶ Bedrick, J.; Ikerd, W.; Reinhardt, J. (2020) Specifikace úrovně vývoje (LOD), část I a komentář pro informační modely a data budov. <https://www.scribd.com/document/518736487/LOD-Spec-2020-Part-I-2020-12-31>

zadání projektu, např. v požadavku na informace zadavatele (EIR), popsaném v normě ISO 19650⁴⁷.

4.6 Posouzení celoživotní uhlíkové stopy (WLC)

4.6.1 Metoda LCA

Posouzení celoživotní uhlíkové stopy (WLC) se provádí pomocí metody LCA (Posuzování životního cyklu). Studie LCA se skládá ze čtyř základních fází: definice cílů a rozsahu, inventarizace, posouzení dopadů životního cyklu a interpretace životního cyklu⁴⁸. Hlavním cílem není znát všechny podrobnosti a co nejpřesněji posoudit environmentální dopady všech jednotlivých procesů a emisí, ale spíše poskytnout přehled o celém systému a identifikovat procesy, které významně přispívají k environmentálním dopadům – v tomto případě Potenciálu globálního oteplování GWP. Získaný celkový přehled pak slouží k porovnání možných technologických řešení nebo k porovnání environmentálních dopadů výrobků, které plní stejnou funkci.

V první fázi LCA je třeba jasně vymežit, co a jak bude hodnoceno. To zahrnuje především jasnou specifikaci posuzovaného produktu (budovy) a jeho funkce. Složitost studie LCA je dána hranicemi systému. Pro posouzení dopadů životního cyklu musí být již v tomto kroku studie zvolena skupina kategorií dopadů, které budou hodnoceny.

Druhá fáze LCA, nazývaná inventarizace, slouží k identifikaci a kvantifikaci všech materiálových a energetických toků vstupujících do životního cyklu produktu a zejména těch, které jej opouštějí a ovlivňují tak životní prostředí (spotřeba zdrojů, emise, odpady...). Podstatou inventarizace je modelování systému produktu pomocí sběru dat.

Další fází LCA je přepočítání inventarizačních dat na hodnoty jednotlivých kategorií dopadu – v tomto případě pouze GWP. To se provádí pomocí tzv. charakterizačních modelů, které umožňují vyjádřit vliv emisních toků na konkrétní problémy životního prostředí.

Poslední fází LCA je interpretace výsledků LCA. V této fázi se identifikuje fáze životního cyklu s největším dopadem a také to, odkud pochází největší spotřeba materiálů, energie atd. či produkce emisí. Tento krok také zahrnuje vztahování výsledků k příslušným měrným jednotkám, tj. definování referenční plochy (např. 1m² hrubé vnitřní plochy) nebo počtu obyvatel (uživatelů, per capita) nebo stanovení referenční životnosti budovy (v našem případě 50 let v souladu s Level(s)). Správné stanovení hodnot v tomto kroku má zásadní vliv na výsledky a jejich porovnatelnost WLC budov na národní i mezinárodní úrovni.

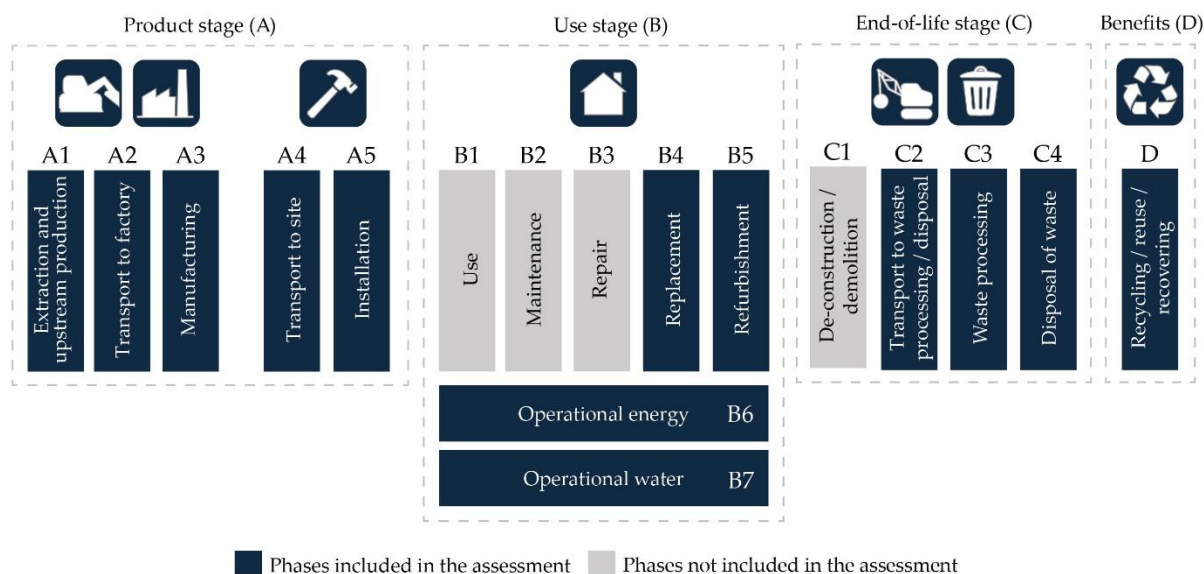
Výsledky LCA mohou být následně dále analyzovány, například formou analýzy citlivosti, která posuzuje dopad různých scénářů, předpokladů, omezení, zjednodušení a odhadů na výsledky.

⁴⁷ ČSN EN ISO 19650-1 (730150) (2019) Organizace a digitalizace informací o budovách a inženýrských stavbách včetně informačního modelování staveb (BIM) - Management informací s využitím informačního modelování staveb - Část 1: Pojmy a principy

⁴⁸ Gervasio, H.; Dimova, S. (2018) Model pro posuzování životního cyklu (LCA) budov; Úřad pro publikace Evropské unie: Luxembourg City, Lucemburk.

4.6.2 Okrajové podmínky WLC

V tomto projektu se posuzování WLC provádělo s hranicemi systému "od kolébky ke kolébce" (Cradle to cradle) podle fází zvýrazněných na Obrázek 16, a zahrnovalo tedy fázi výroby (A), fázi užívání (B), fázi konce životního cyklu (C) a přínosy nad rámec posuzování (D).



Obrázek 16 Fáze životního cyklu zahrnuté do výpočtů.

Dílčí moduly A1-A3 jsou charakterizovány zabudovanými dopady v důsledku těžby a výroby surovin. Modul A4 se týká dopadů spojených s přepravou stavebních materiálů z místa výroby na místo stavby. Modul A5 zahrnuje emise a energii spotřebovanou na výstavbu. Moduly B4 a B5 se týkají výměny a renovace stavebních prvků. Modul B6 se týká spotřeby provozních energií budovy na chlazení, vytápění, větrání, osvětlení a ohřev vody. Modul B7 zahrnuje provozní spotřebu vody. Dílčí moduly C2 a C3 zohledňují přepravu a zpracování odpadu, zatímco C4 zahrnuje dopady likvidace. Modul D zohledňuje pozitivní dopady některých materiálů na životní prostředí při jejich opětovném použití/recyklaci nebo energetickém využití po demolici budovy. Tento modul se nezapočítává do celkové hodnoty WLC, kam vstupují pouze fáze A-C. Modul D tedy vždy stojí samostatně.

Z důvodů nezbytného zjednodušení a proto, že je známo, že některé fáze životního cyklu mají minimální dopady ve vztahu k celku, byly vynechány fáze B1-B3 a C1. Okrajové podmínky analýz WLC jsou uvedeny v Tabulka 5. Byly dodrženy jednotně pro všechny případové studie, aby byla zajištěna konzistentnost a porovnatelnost výsledků. Chybějící moduly by v případě nutnosti bylo možné nahradit průměrnými hodnotami, které lze získat z existujících databází, software, či literatury.

Tabulka 5 Okrajové podmínky pro zpracování WLC případových studií budov v ČR

Parametr	
Funkční ekvivalent	Budova 1m ² hrubé vnitřní podlahové plochy (GFA – Gross Floor Area)
Hranice systému	A1–D (vyjma B1, B2, B3 a C1)
Životnost budovy	50 let
Pravidlo pro nezahnutí vstupů	95%

Zahrnutí prvků budovy		Maximum vstupů zahrnuto TZB v některých případech zahrnuto průměrnými hodnotami ze software OCLCA
	Geografické pokrytí	Využití datasetů pro ČR, v případně jejich nedostupnosti datasety pro Polsko, Itálii, Německo, EU
Posouzení kvality podkladních dat	Technologické pokrytí	Typická technologie pro ČR
	Časové pokrytí	Stáří datasetů max. 5 let
	Konzistentnost	Datasety z EPD s nejvyššími hodnotami GWP Generické datasety pro ČR Podkladní database Ecoinvent
Posouzení dopadů životního cyklu (metodika)		ČSN EN 15978, ČSN EN 15804+A1/A2 + EU Level(s)
Environmentální indikátor		GWP-100

Pro všech 56 případových studií bylo použito referenční studované období 50 let, tj. životnost budovy. Důvodem byl mezinárodní konsenzus a také soulad s metodikou EU Level(s)⁴⁹.

Referenční studované období (tj. 50 let) ovlivňuje kromě výsledné hodnoty také modul B4 - výměnu stavebních výrobků použitých v budově. Stavební výrobky s životností kratší, než je referenční studované období, musí být jednou nebo vícekrát vyměněny. Životnosti jednotlivých stavebních prvků byly v rámci tohoto projektu stanoveny dle výchozího nastavení datasetů (buď EPD, nebo generického souboru dat) v software OCLCA.

V některých případech bylo nutné z důvodu nedostupnosti podkladových informací či časové kapacity využít průměrné datasety pro TZB. Detailní zpracování TZB totiž v reálném čase vyžaduje stejnou nebo větší časovou kapacitu jako stavební část.

4.6.3 Proces posuzování WLC

Proces posuzování WLC všech případových studií budov byl realizován pomocí softwarového nástroje OCLCA⁵⁰, který se používá ve více než 140 zemích světa; jeho databáze zahrnuje veškerá dostupná EPD v souladu s normami EN 15804+A1⁵¹ a EN 15804+A2⁵². Nástroj umožňuje jak import VV z prostředí MS Excel, tak přímo ze softwarů BIM. Nicméně se jedná o drahý licencovaný nástroj, který není uzpůsoben národním podmínkám ČR (např. v defaultních hodnotách, netransparentním přepočtu generických dat aj.).

Pro posuzování WLC byly všechny datasety lokalizovány interním algoritmem software OCLCA pro podmínky České republiky. To má přímý dopad na většinu modulů životního cyklu.

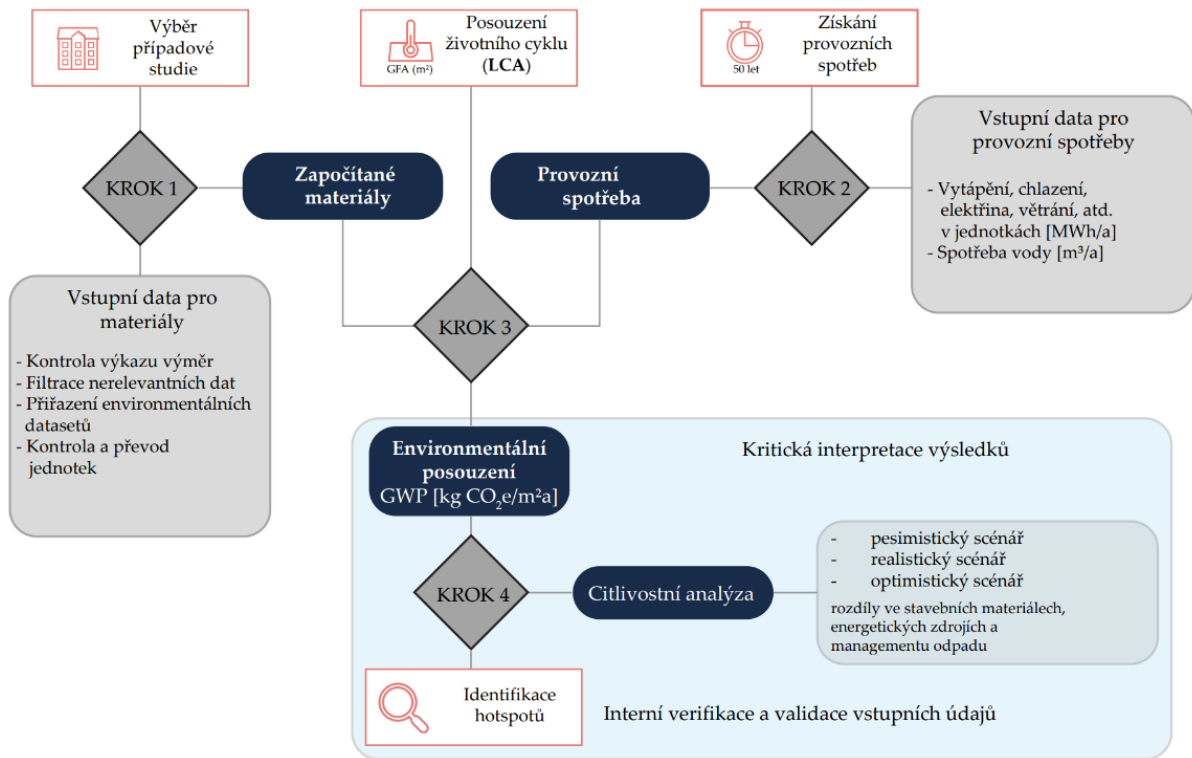
⁴⁹ Dodd, N.; Donatello, S.; Cordella, M. (2020) Level(s) indikátoru 1.2: Uživatelská příručka k potenciálu globálního oteplování (GWP) během životního cyklu: Přehled, pokyny a návod (verze publikace 1.0). [https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2020-10/20201013%20New%20Level\(s\)%20documentation_Indicator%201.2_Publication%20v1.0.pdf](https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2020-10/20201013%20New%20Level(s)%20documentation_Indicator%201.2_Publication%20v1.0.pdf)

⁵⁰ One Click LCA. (n.d.) <https://www.oneclicklca.com/>

⁵¹ ČSN EN 15804+A1 (730912) (2014) Udržitelnost staveb - Environmentální prohlášení o produktu - Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů

⁵² ČSN EN 15804+A2 (730912) (2022) Udržitelnost staveb - Environmentální prohlášení o produktu - Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů

Popis procesu posuzování WLC případové studie lze graficky znázornit čtyřmi hlavními kroky, jak ukazuje Obrázek 17.












Obrázek 17 Pracovní postup výpočtu WLC pro případovou studii jakékoli budovy.

4.6.4 Analyzování výsledků WLC

Software OCLCA poskytuje základní vizuální výsledky případové studie a také export detailních výsledků.

V prvním kroku je možné se zaměřit na materiály s největší uhlíkovou stopou – tzv. hotspoty, viz Obrázek 18.

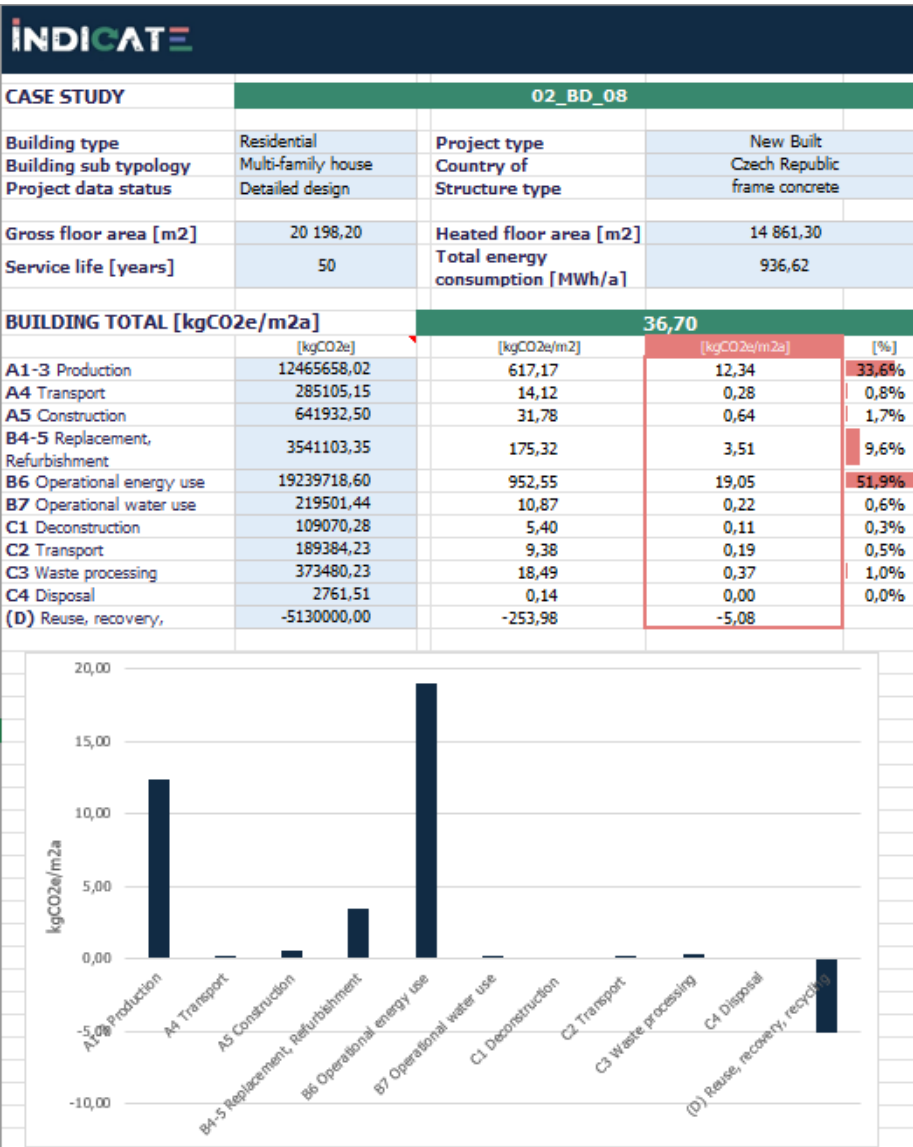
➤ Most contributing materials (Global warming)			
No.	Resource	Cradle to gate impacts (A1-A3)	Of cradle to gate (A1-A3)
1.	Reinforcement steel (rebar), generic, 0% recycled content (only virgin materials), A615  ?	53 tonnes CO ₂ e	24.5 %
2.	Ready-mix concrete, normal-strength, generic, C30/37 (4400/5400 PSI), 0% recycled binders in cement (300 kg/m ³ / 18.72 lbs/ft ³)  ?	50 tonnes CO ₂ e	23.4 %
3.	Sand-lime brick, 2000 kg/m ³ , EN15804+A1, ref. year 2018  ?	16 tonnes CO ₂ e	7.3 %
4.	Ready-mix concrete, normal-strength, generic, C20/25 (2900/3600 PSI), 0% recycled binders in cement (240 kg/m ³ / 14.98 lbs/ft ³)  ?	11 tonnes CO ₂ e	5.3 %
5.	Steel sheets, generic, 0% recycled content (only virgin materials), S235, S275 and S355  ?	11 tonnes CO ₂ e	5.0 %
6.	Triple glazing windows with wooden frame, 42.6 kg/m ² , 1.2 W/m ² K, biogenic CO ₂ not subtracted (for CML)  ?	6,5 tonnes CO ₂ e	3.0 %
7.	Aluminium sheet, generic, 20% recycled content, average world aluminium manufacturing technology  ?	5,4 tonnes CO ₂ e	2.5 %
8.	Reversible air/water heat pump for collective housing, 322.8 kg/unit, P=40 kW  ?	5,2 tonnes CO ₂ e	2.4 %
9.	Ready-mix lightweight aggregate concrete, LC3 (3MPa), 592kg/m ³ , with perlite as aggregate  ?	4,8 tonnes CO ₂ e	2.2 %
10.	Electricity distribution system, cabling and central, for all building types, per m ² GFA ?	4,6 tonnes CO ₂ e	2.1 %

Obrázek 18 Hotspoty modulů A1-A3 pro případové studie.

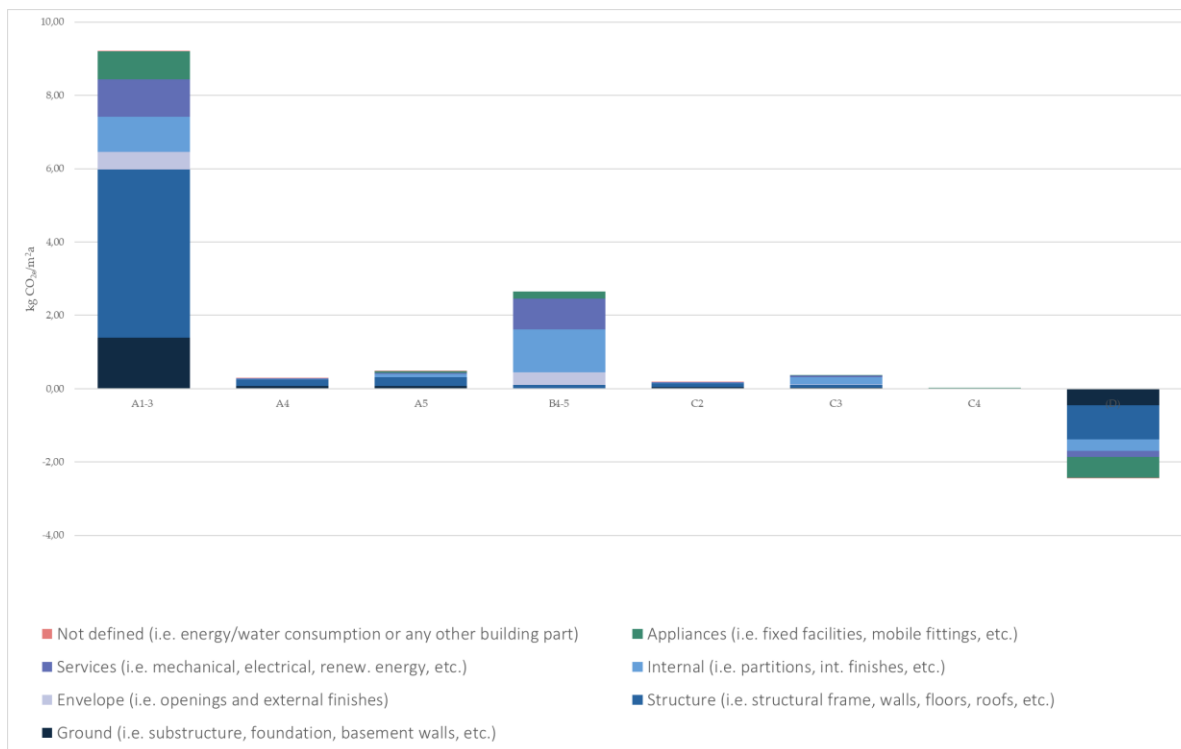
Na tyto hotspoty je vhodné nejprve zkontrolovat, zda jsou reálné, a následně je možné je optimalizovat – ať už volbou environmentálně šetnějšího výrobku, či přímo výměnou za jiný materiál.

Výsledky hodnocení WLC pro každou případovou studii lze analyzovat a stáhnout přímo ze software OCLCA.

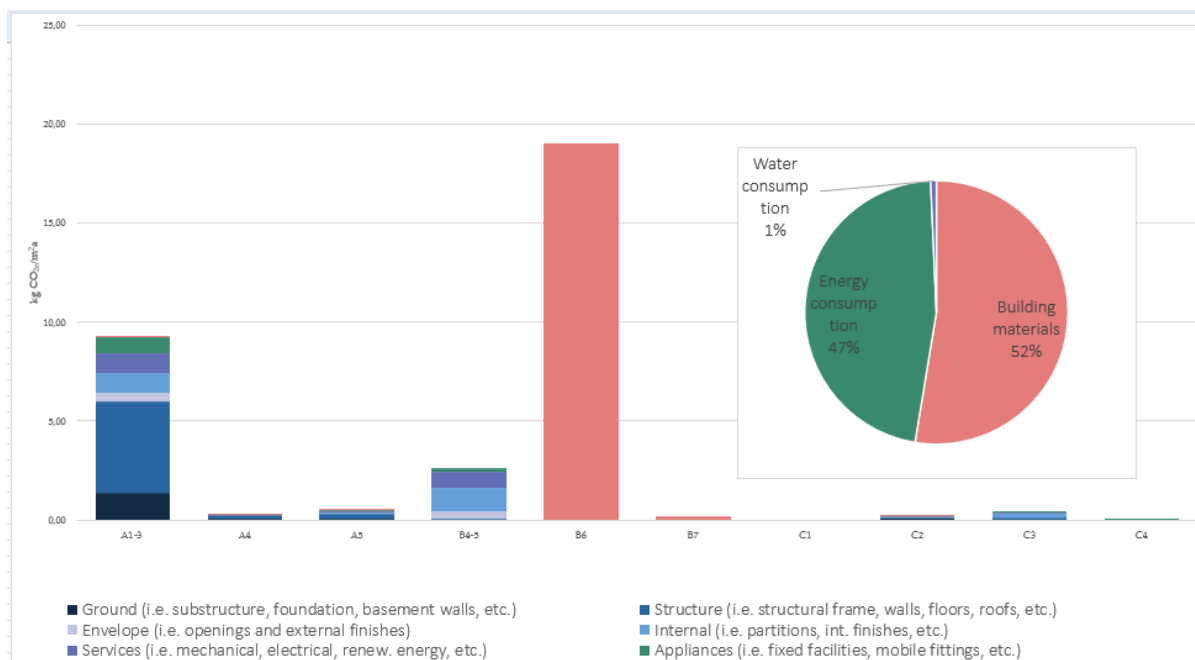
Pro snazší porovnání výsledků byly vytvořeny přehledy výsledků jednotlivých případových studií, aby se zlepšilo pochopení dopadu v jednotlivých fázích LC a kategoriích klasifikace Level(s). Například na Obrázek 19 a Obrázek 20 jsou znázorněny výsledky pro obytnou budovu, kde je GWP rozčleněn napříč fázemi ŽC, aby se zvýraznila ta s největším dopadem.



Obrázek 19 Příklad výsledků WLC pro bytový dům, rozdělená na hlavní informace.



Obrázek 21 Příklad výsledků zabudovaného GWP případové studie bytového domu rozdělených podle částí budovy, od modulu A po modul D.



Obrázek 22 Rozdělení GWP dle konstrukčních částí budovy pro jednotlivé moduly WLC (od modulu A po modul C).

Dalším zásadním aspektem, který je třeba zvážit, je poměr mezi zabudovanými dopady stavebních materiálů a TZB systémů (v rámci celého modulu A, B4-B5, C2-C4). Například tabulka 7 ukazuje, do jaké míry ovlivňují stavební materiály konečnou hodnotu GWP ve srovnání s TZB v případové studii rodinného domu. Mnoho případových studií rodinných

domů se ukázalo, že se na dopadu stavební materiály podílejí přibližně z 90 %, přičemž technické systémy pouze z 10 % - Tabulka 6.

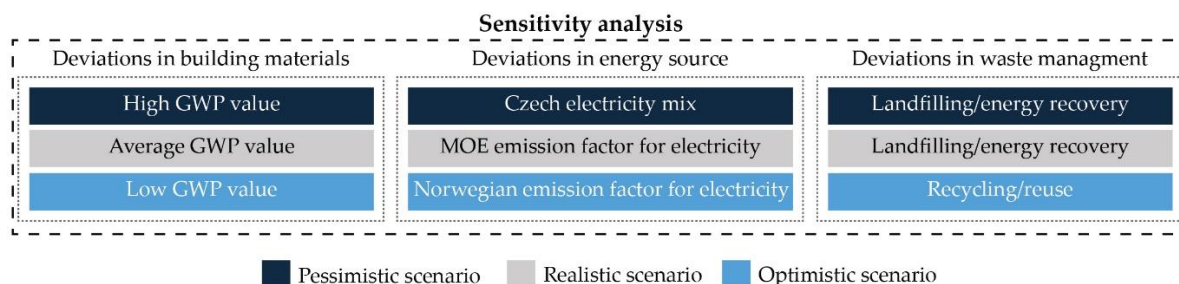
Tabulka 6 Poměr GWP mezi stavebními materiály a technickým systémem budovy v případové studii rodinného domu.

	Building Parts	GWP [kg CO ₂ e/m ² a]	Ratio
Construction materials	Foundations + basements + ground floor slab	6.13	53%
	Vertical load-bearing system	2.56	22%
	External walls	0.34	3%
	Internal walls, partitions, doors	0.16	1%
	Stairs, ramps	0.00	0%
	Finishes external/internal, horizontal/vertical	1.23	11%
	Roof	0.94	8%
	Façade openings	0.19	2%
	total	11.54	100% 90%
	Building technical system	Sanitary fittings	0.02	2%
Water, gas, drainage		0.44	36%
Ventilation		0.08	7%
Heating		0.54	45%
Cooling		0.00	0%
Lighting systems and electricity generation		0.12	10%
Control systems and sensors		0.01	0%
total		1.21	100% 10%

4.6.4.1 Citlivostní analýza

Výběr metody pro hodnocení dopadů na životní prostředí v rámci LCA je spojen s nejistotou. Různé metody hodnotí dopady pomocí různých datasetů a charakterizačních faktorů, ale neexistuje jediná správná volba. Proto se odborníci na LCA musí při výběru spoléhat na subjektivní úsudek. Při analýze citlivosti byly zvažovány tři druhy odchylek, aby se zdůraznil vliv jednotlivých datasetů, viz Obrázek 23:

- Změna LCA datasetů stavebních materiálů: ovlivňuje především moduly A a D životního cyklu.
- Změna emisního faktoru (EF) elektřiny: ovlivňuje modul B6.
- Změna konce životního cyklu: ovlivňuje moduly C a D životního cyklu.



Obrázek 23 Možné scénáře citlivostní analýzy WLC budov.

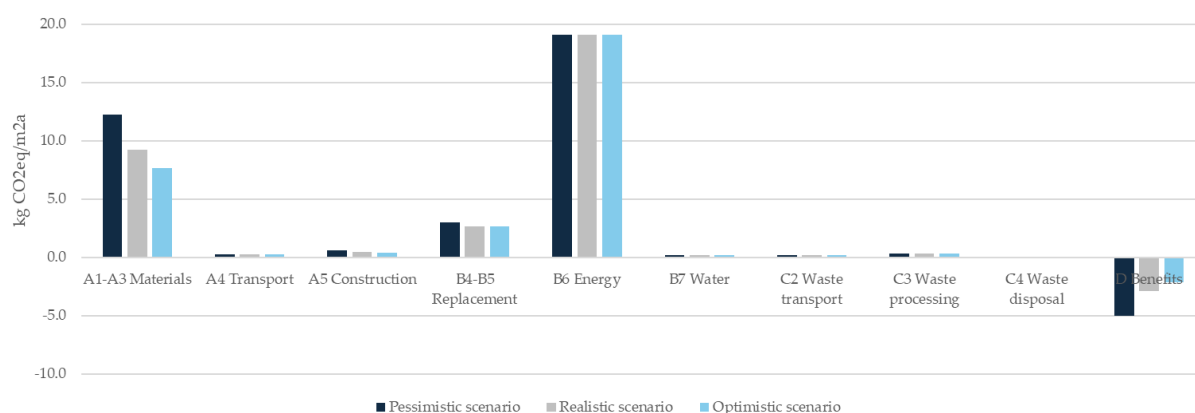
Analýzy citlivosti provedené pro většinu případových studií umožnily zjistit, jak se výsledky WLC liší při využití různých vstupních dat.

4.6.4.1.1 Scénáře změny LCA datasetů stavebních materiálů

Posouzení WLC může zahrnovat různé scénáře, týkající se variant vstupních LCA datasetů stavebních produktů. Základní scénář, se kterým projekt INDICATE pracuje ve všech případových studiích, je využití LCA datasetů s nejvyššími hodnotami GWP na funkční jednotku, které jsou zároveň dostatečně reprezentativní pro ČR. Tento scénář dále nazýváme „pesimistický“.

V dalším scénáři, který nazýváme „realistický“, se minimálně v případě materiálů s největším celkovým GWP s ohledem na výsledky celé budovy zamění datasety za jiné s nižším, průměrným GWP v dané produktové kategorii. Pro „optimistický“ scénář se pak ten samý postup provede nahrazením datasetů za ty s nejnižším GWP, ale stále se musí jednat o datasety dostatečně reprezentativní pro ČR (například nevybíráme datasety z Norska či jiných vzdálených trhů). Standardně se jedná o nahrazení datasetů pro betony, ocel, hliník, výplně otvorů, hydroizolace, tepelné izolace aj.

Příklad takovéto citlivostní analýzy a jejích výsledků jsou zobrazeny na následujícím grafu na Obrázek 24. V různých případových studiích bylo zjištěno, že rozdíl mezi pesimistickým a optimistickým scénářem se pohybuje okolo 20% zlepšení celkového GWP.



Obrázek 24 Analýza citlivosti pro scénáře změny LCA datasetů stavebních materiálů pro 10 hotspotů v případové studii bytového domu.

4.6.4.1.2 Scénáře změny energetického mixu

Další možné scénáře zahrnují dynamickou změnu emisního faktoru (EF) elektrického mixu pro provozní fázi budovy, modul B6.

V „pesimistickém“ scénáři byla hodnota GWP vypočtena na základě standardního českého mixu elektřiny používaného pro kalkulace průkazu energetické náročnosti (PENB) s EF podle vyhlášky č. 480/2012⁵³ s hodnotou 0,78 kg CO₂ ekv./kWh.

Pro „realistický“ scénář byla použita hodnota reziduálního EF elektřiny ze software OCLCA s hodnotou 0,56 kg CO₂,ekv./kWh, která jsou dle věrohodného zdroje <https://www.electricitymaps.com/> využívaného na ČVUT UCEEB neblíže realitě ČR.

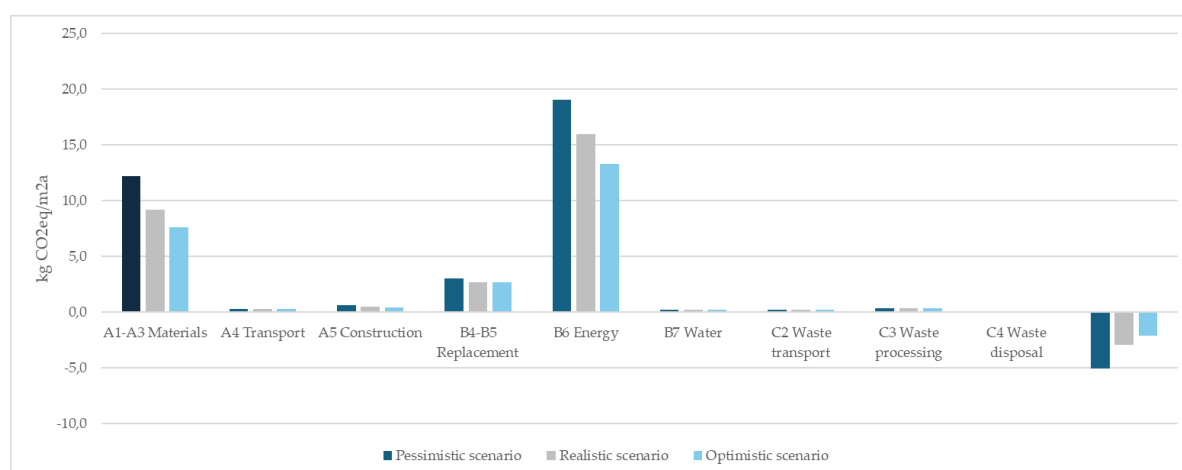
⁵³ Vyhláška č. 480/2012 Sb. (2012) Vyhláška o energetickém auditu a energetickém posudku

Pro „optimistický“ scénář byl použit EF pro elektřinu stanovovaný každoročně Ministerstvem průmyslu a obchodu (MPO), který se pro rok 2023 rovnal 0,37 kg CO₂ ekv./kWh⁵⁴.

V „zeleném“ scénáři byl přijat emisní faktor z Norska jako možný výhled do budoucna nebo využití obnovitelných zdrojů přímo v budovách, který se rovná 0,0241 kg CO₂ ekv./kWh.

Pokud se změní emisní faktor, může se GWP snížit např. o 30 % za předpokladu, že energetický mix bude i nadále pocházet převážně z České republiky. Obvykle se z mixu elektrické energie napájí osvětlení, větrání a chladicí systémy.

Obrázek 25 ukazuje zlepšení nejen v důsledku změny emisního faktoru elektřiny (B6), ale také ve stavebních materiálech (A1-A5). V optimistickém scénáři, kde se uvažuje norský energetický mix, který pochází především z obnovitelných zdrojů, činí zlepšení 55 % ve srovnání se standardním scénářem (B6). V případě využití odběru čistě zelené elektřiny a výroby elektřiny z OZE přímo v budově jsou pak úspory provozu ještě vyšší.



Obrázek 25 Zlepšení celkového GWP jak pro modul provozu budovy (B6), tak pro fázi výroby a výstavby (moduly A1-A5).

4.6.4.1.3 Scénáře změny konce životního cyklu

Pokud jde o potenciální rozdíly v nakládání s odpady, byly v některých případech vypracovány dvě varianty. Pesimistický scénář předpokládá skládkování nebo energetické využití jako procesy obvyklé v České republice. Optimistický scénář počítá s recyklací nebo opětovným využitím, protože je třeba šetřit spotřebu primárních surovin. Rozdíly ve fázi C2-C4 byly však vyhodnoceny jako zanedbatelné.

Pokud jde o nakládání s odpady, pesimistický scénář přebírá výchozí scénáře konce životnosti (EOL) poskytované OCLCA, které jsou buď odvozeny z EPD specifických pro jednotlivé výrobce, nebo z obecných údajů z databáze Ecoinvent. Například při pohledu na budovu uvedenou v předchozích příkladech odchylek OCLCA automaticky propojila každý soubor dat z 10 hotspotů s konkrétním scénářem konce životnosti. V tomto případě je výsledkem 36,28 kg CO₂ e/m²a, což představuje současně pesimistický i nejrealističtější scénář. Naopak při zohlednění recyklace a skládkování nebo opětovného použití těchto materiálů/výrobků by výsledek přinesl hodnoty 49,23 kg CO₂ e/m²a, resp. 48,98 kg CO₂ e/m²a.

⁵⁴ Vyhláška č. 140/2021 Sb. Vyhláška o energetickém auditu

4.6.4.1.4 Scénáře změny materiálového složení budovy

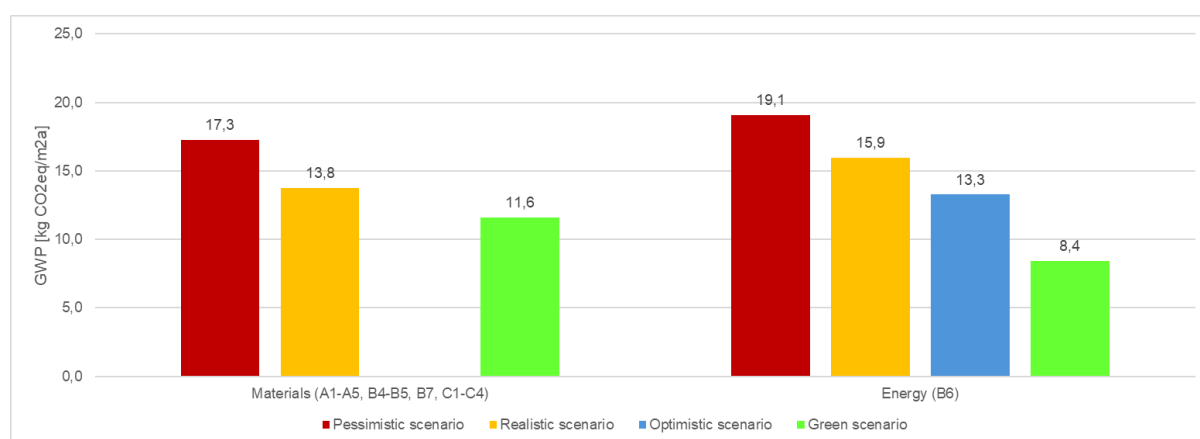
Další variantou možné optimalizace WLC budovy je samozřejmě využití jiných, environmentálně šetrnějších materiálů, jako náhrady za materiály s vysokým GWP. Vždy je však potřeby vybírat materiály/výrobky se shodnými požadovanými vlastnostmi (např. mechanickými nebo tepelně technickými).

Může se jednat o volbu betonu s náhradou cementu za druhotné suroviny, tepelné izolace s nižším GWP, hliníkové či ocelové prvky s recyklovanou složkou, jiný zdicí materiál, podlahovou krytinu apod.

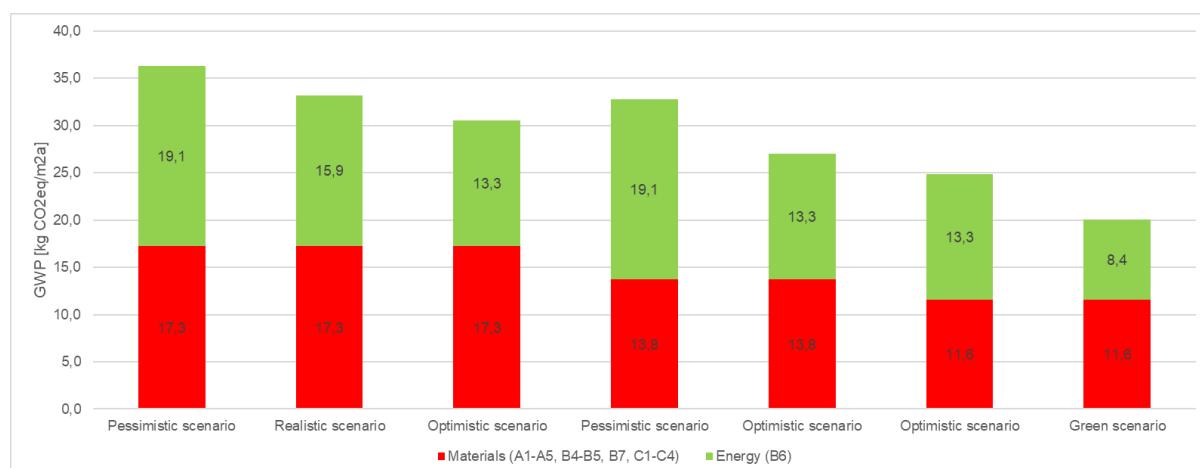
Takovéto změny mohou přinést významnou úsporu celkového GWP budovy z hlediska zabudovaných CO₂, ekv.

4.6.4.1.5 Celkové výsledky citlivostní analýzy

Díličí výsledky jednotlivých scénářů lze následně kombinovat do optimálního výsledného řešení, jak je zobrazeno na Obrázek 26 Obrázek 27.



Obrázek 26 Výsledky dílčích analýz pro jednotlivé fáze životního cyklu – materiály a energie.

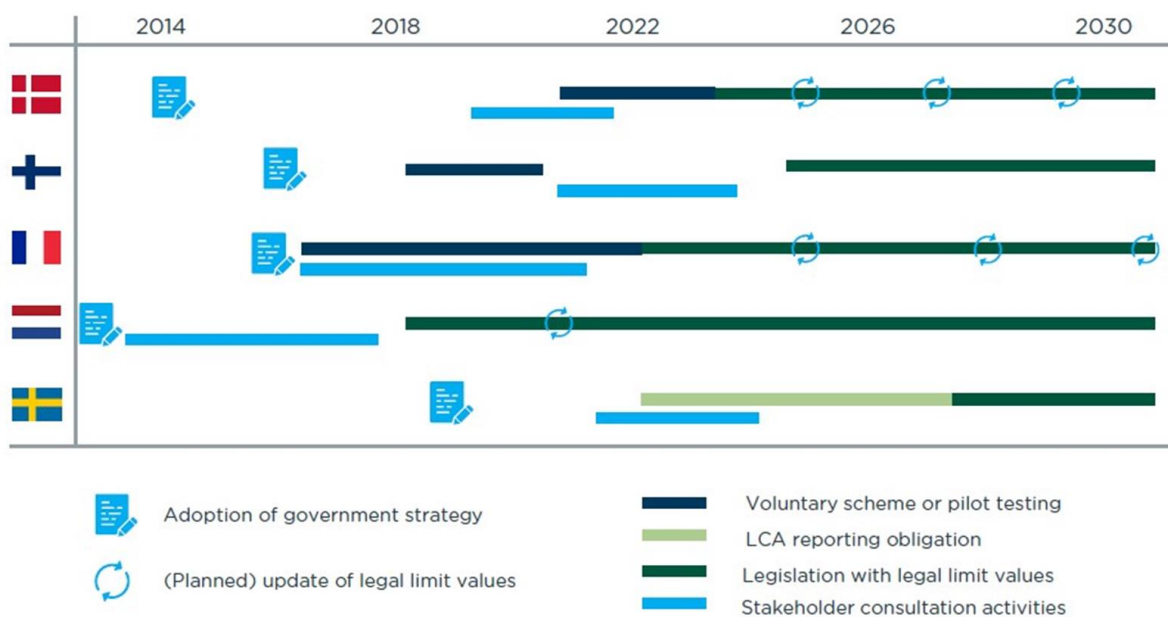


Obrázek 27 Celkové výsledky získané kombinací dílčích analýz dle jednotlivých scénářů.

V tomto případě je celková úspora GWP při optimalizaci cca 45%. Aby však došlo ke skutečné úspoře GWP, je potřeba provedené změny opravdu aplikovat v realitě, a to například požadavkem splnění vypraných limitů GWP ve výběrovém řízení na dodavatele stavby.

4.6.5 Okrajové podmínky výpočtu – zkušenosti ze zahraničí

Dánsko, Finsko, Francie, Nizozemsko a Švédsko již zavedly nebo plánují zavést předpisy týkající se WLC, které zahrnují limitní hodnoty, zatímco Norsko, Island a Estonsko a některé další jurisdikce zavedly nebo plánují zavést požadavky na zveřejňování WLC (viz. Obrázek 28).



Obrázek 28 Harmonogramy zavádění požadavků na WLC v různých zemích EU.

Všechny tyto členské státy se snaží sladit své metody výpočtu WLC s evropskou normou ČSN EN 15978⁵⁵ a v různé míře s dobrovolným evropským rámcem pro udržitelné budovy Level(s)⁵⁶. Tento oddíl shrnuje poznatky o posuzovaných budovách a potenciálu globálního oteplování (GWP) během životního cyklu v členských státech s existujícími předpisy pro WLC a je převzatý z EU policy brief vypracovaného BPIE:

- **Rozsah, typ a velikost budovy:** Ve všech zemích se požadavky WLC vztahují na nové budovy (obytné a kancelářské budovy). V Dánsku (DK) a Nizozemsku (NL) se limitní hodnoty vztahují pouze na budovy nad určitou velikost (DK: > 1 000 m²; NL: > 100 m²). Některé země vyňaly určité typy budov, např. rodinné domy - v Estonsku, Finsku a Norsku; nebo rekreační domy v Dánsku, Estonsku, Finsku a na Islandu . Norsko je jedinou zemí, která vyžaduje zveřejnění WLC i pro projekty rekonstrukcí.
- **Referenční studované období (RSP):** ve všech zemích kromě Nizozemska je RSP 50 let; v Nizozemsku je 50 let u nebytových a 75 let u residenčních budov.
- **Referenční plocha budovy a specifika LCA:** Většina zemí - Dánsko, Nizozemsko, Norsko, Švédsko - používá jako referenční jednotku pro hodnocení WLC variantu hrubé podlahové plochy (GFA). Existují rozdíly, např. některé části budovy se

⁵⁵ ČSN EN 15978 (730902) (2012) Udržitelnost staveb - Posuzování environmentálních vlastností budov - Výpočtová metoda

⁵⁶ Evropská komise. - Level(s) Evropský rámec pro udržitelné budovy . https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels_en

nazahrnují, např. rampy nebo garáže (DK), GFA je někdy brána jako plocha všech vnitřních prostor (NL) nebo jako celková plocha budovy, včetně plochy nevyužívané jako obytné nebo kancelářské prostory. Finsko a Estonsko používají vytápěnou podlahovou plochu (HFA). Francie obytnou plochu/užitnou plochu.

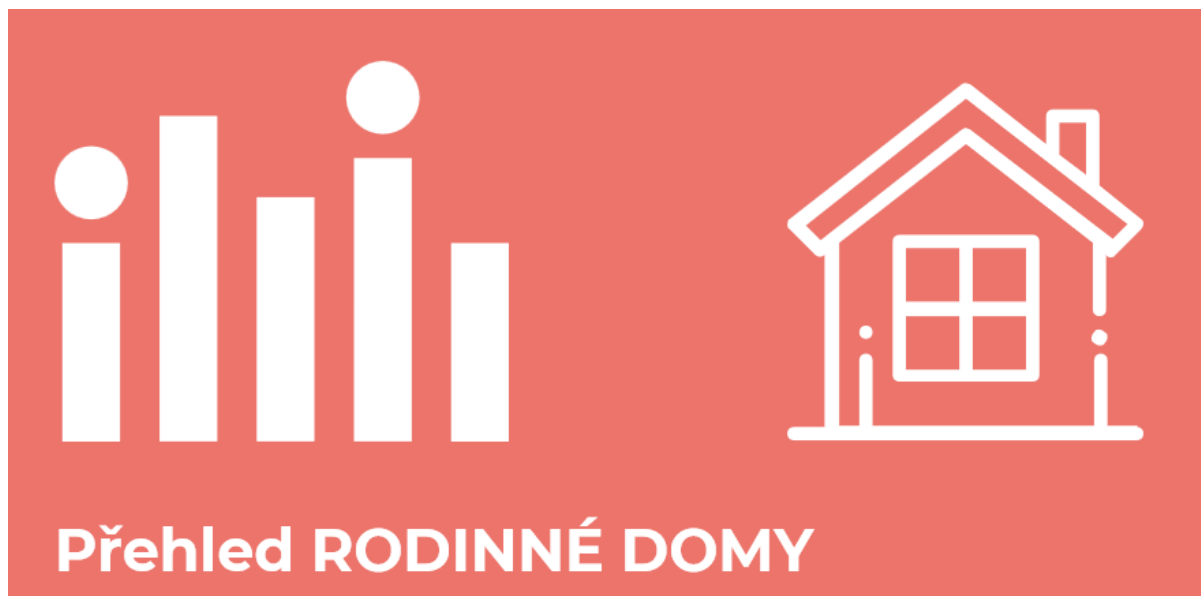
- **Metrika WLC:** Nizozemsko používá indikátor dopadu na životní prostředí vyjádřený v EUR/m²/rok. V Dánsku je limitní hodnota vyjádřena v celkových emisích skleníkových plynů během životního cyklu (kgCO₂ekv./m²/rok); Švédsko uvádí pouze zabudovaný GWP pro moduly A1-5 (kgCO₂ekv./m²). Francie naproti tomu uvádí emise WLC v celkové hodnotě (kgCO₂ekv./m² za celou 50letou životnost), přičemž celková hodnota je podpořena samostatnými limitními hodnotami pro provozní fázi a zabudované GWP, což zajišťuje, že jsou obě hodnoty jsou adekvátně zohledněny.
- **Stavební prvky:** Všechny národní předpisy zahrnují do hodnocení WLC spodní a vrchní stavbu. Z hlediska dekarbonizace je nejdůležitější začlenit spodní a vrchní stavbu, protože ta představuje většinu zabudovaného GWP. U ostatních prvků budov se národní přístupy liší v komplexnosti.
- **Moduly životního cyklu:** Moduly životního cyklu zahrnuté do WLC se v jednotlivých zemích liší. Moduly výroby (A1-A3) jsou zahrnuty ve všech předpisech. Někde jsou pak zahrnuty i ostatní moduly od výstavby (A4-A5) přes užívání (B1-B5) až po konec životnosti (C1-C4). V úvahu se bere i fáze po skončení životnosti (modul D). V současné době Švédsko vyžaduje zveřejňování pouze počátečních emisí, tj. emise z fáze výroby a výstavby (A1-A3, A4-A5), ale v budoucnu plánuje rozšířit deklaraci zbývajících modulů na další moduly. Fáze užívání (modul B6) je zahrnuta v Dánsku a Francii, přičemž Francie vykazuje hodnoty samostatně.
- **Předpokládané scénáře LCA:** dekarbonizace sítě, biogenní uhlík, exportovaná energie. V rámci LCA se řeší různé předpoklady o budoucím vývoji, například o míře dekarbonizace elektrické sítě, která ovlivňuje provozní spotřebu energie. Další důležitý předpoklad se týká biogenního uhlíku neboli uhlíku uloženého v biomateriálech, který se může v určitém okamžiku životního cyklu budovy uvolnit, a exportu energie z obnovitelných zdrojů. Zásadní je volba mezi statickým nebo dynamickým LCA. Zatímco většina zemí vychází ze statického přístupu LCA a předpokládá, že všechny komponenty zůstanou po dobu 50 let životnosti nezměněny, Francie používá dynamický přístup LCA. Tento přístup s využitím dynamických emisních faktorů zohledňuje možný vývoj během životnosti budovy, například ukládání nebo uvolňování skleníkových plynů v biogenních materiálech (např. dočasné ukládání uhlíku v biogenních produktech přináší výhody v GWP). To vede k pobídkám pro materiály ukládající CO₂, ale vyžaduje to podstatně vyšší nároky na výpočet a použití neharmonizovaných metod. Důležitým metodickým hlediskem je, jak se zachází s biogenním uhlíkem. Země v současnosti používají různé definice emisí uhlíku (potenciál globálního oteplování, GWP). Například finská a dánská legislativa zahrnuje GWP-celkový, zahrnující biogenní emise i emise z využívání půdy a fosilních paliv. Naproti tomu Švédsko a Norsko zohledňují pouze emise z využívání půdy a ze spalování paliv.
- **Zdroje dat, výchozí hodnoty a předpoklady LCA:** Při posuzování WLC lze obvykle použít jak data o konkrétním výrobku – specifická z environmentálních prohlášení o výrobku (EPD), tak obecné dataseťy - generické. Většina zemí má k dispozici národní databáze obsahující obojí. Obecně platí, že posuzovatelé jsou povinni při vypracovávání WLC používat data z těchto databází. Francie během přípravné pilotní

fáze (probíhající v letech 2016-2020) vytvořila soubor výchozích environmentálních hodnot zahrnující všechny skupiny výrobků. Kromě vytvoření generických dat, které by mohly být použity v případě absence dat specifických, shromáždili případové studie LCA budov, které byly anonymně zveřejněny v centrální databázi. Dánsko použilo pro generická data upravenou lokalizovanou formu německé databáze ÖKOBAUDAT; Nizozemsko vytvořilo svou národní environmentální databázi ještě před zavedením limitních hodnot. Finsko a Švédsko spolupracovaly na národních environmentálních databázích pro budovy, které byly současně zveřejněny v roce 2022. Údaje v těchto "sesterských databázích" jsou shromažďovány a poskytovány podobným způsobem, ale vycházejí z vnitrostátních dat obou zemí. Výhodou ucelených generických dat je, že usnadňují komplexní modelování bez ohledu na dostupnost EPD. Vnitrostátní orgány postupem času zlepšují kvalitu dat, například dotováním tvorby EPD pro konkrétní kategorie výrobků. Pro některé předpoklady ve výpočtech LCA, například dopravní vzdálenosti nebo scénáře pro likvidaci odpadu, jsou v národních metodách hodnocení předepsány konkrétní zdroje dat nebo předpoklady.

- **Výpočetní nástroje:** Obecně jsou na vnitrostátních trzích k dispozici různé výpočetní nástroje pro provádění WLC, od volně dostupných výpočetních nástrojů LCA, které poskytují veřejné orgány, až po komerční poskytovatele softwaru LCA. Členské státy obvykle uvádějí, které nástroje jsou ověřené a odpovídají vnitrostátní metodice a pokynům WLC (např. nizozemská environmentální databáze poskytuje seznam ověřených nástrojů).
- **Šablony pro reportování:** Výsledky posouzení WLC by měly být prezentovány ve specifickém formátu a měly by poskytovat přehled o GWP, který vytvářejí konkrétní části budovy nebo moduly LCA. Formát výsledků hodnocení WLC je specifikován v environmentálních prohlášeních v Dánsku, Švédsku a Finsku nebo ve výpočtu environmentálních vlastností v Nizozemsku. V některých zemích je nutné tato prohlášení předkládat místním úřadům pro získání stavebního povolení.

5 Výsledky případových studií

5.1 Rodinné domy



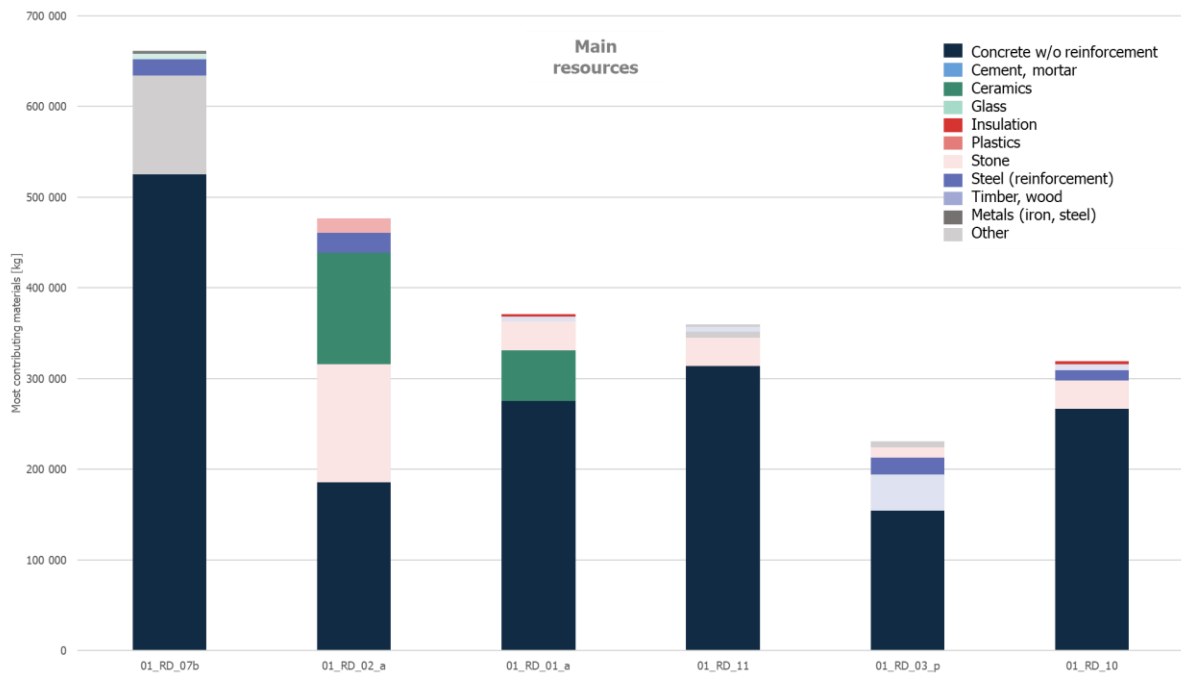
5.1.1 Základní případové studie

Seznam případových studií, typologií a materiálových řešení uvádí následující tabulka na **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Tabulka 7 Přehled případových studií rodinných domů, zpracovaných v rámci projektu INDICATE.

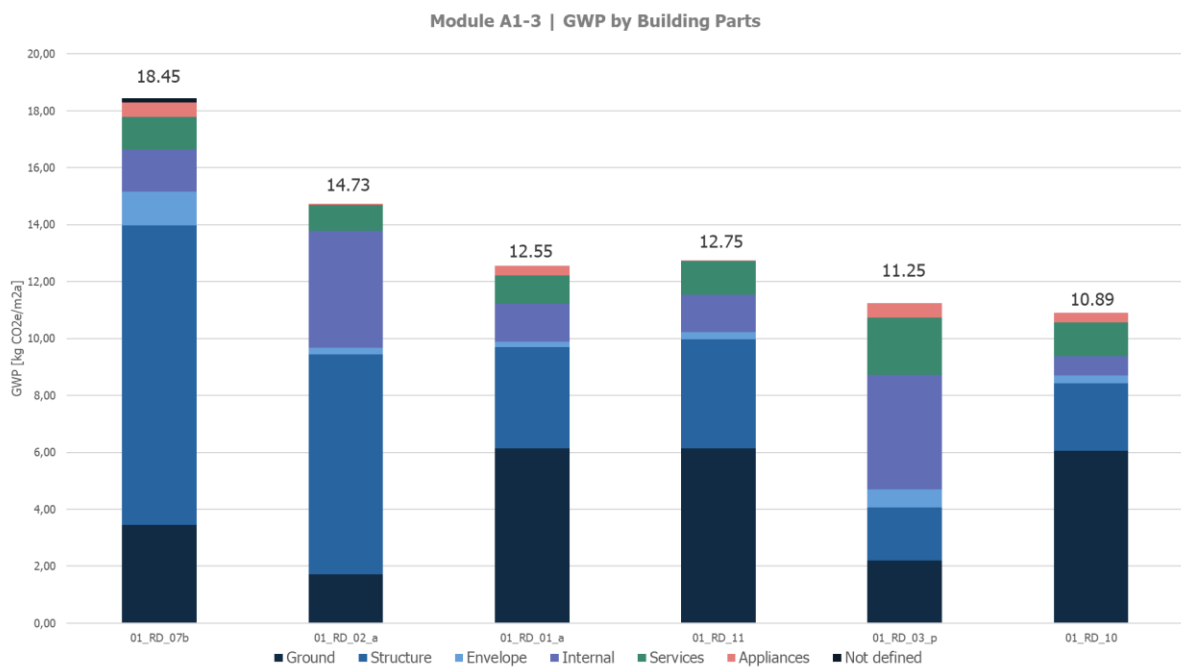
Code	Building sub typology	Project type	Gross Floor Area	Structure type and main material	Energy performance class	Energy consumption [per m ² GFA]	Energy consumption typology	Total mass of the building (all materials)
01_RD_01	Single family house	New Built	112,00	massive brick	B	100,71	EL + FUEL	418 825
01_RD_02	Single family house	New Built	167,00	massive brick	A	38,33	EL	527 476
01_RD_03	Single family house	New Built	231,00	frame wood	A	33,77	EL + OZE	265 789
01_RD_07	Single family house	New Built	228,00	massive concrete	B	85,53	EL	779 678
01_RD_10	Single family house	New Built	112,00	frame wood	B	100,71	EL + FUEL	364 475
01_RD_11	Single family house	New Built	112,00	massive brick	B	100,71	EL + FUEL	402 311
01_RD REN_01	Single family house	Renovation	148,80	massive brick	E	150,94	EL + Coal	7 116
01_RD REN_02	Single family house	Renovation	199,20	massive brick	D	137,60	EL + Gas	11 952
01_RD REN_03	Single family house	Renovation	253,80	massive brick	C	103,78	EL + Gas	8 697
01_RD REN_04	Single family house	Renovation	213,70	massive brick	D	161,07	EL + Gas	9 085
01_RD REN_05	Single family house	Renovation	264,40	massive brick	A	117,13	EL + FVE	11 816
01_RD REN_06	Single family house	Renovation	173,50	massive brick	B	146,40	EL + Wood + OZE	5 554

Obrázek 29 znázorňuje rozložení hmotnosti jednotlivých materiálů v budově.

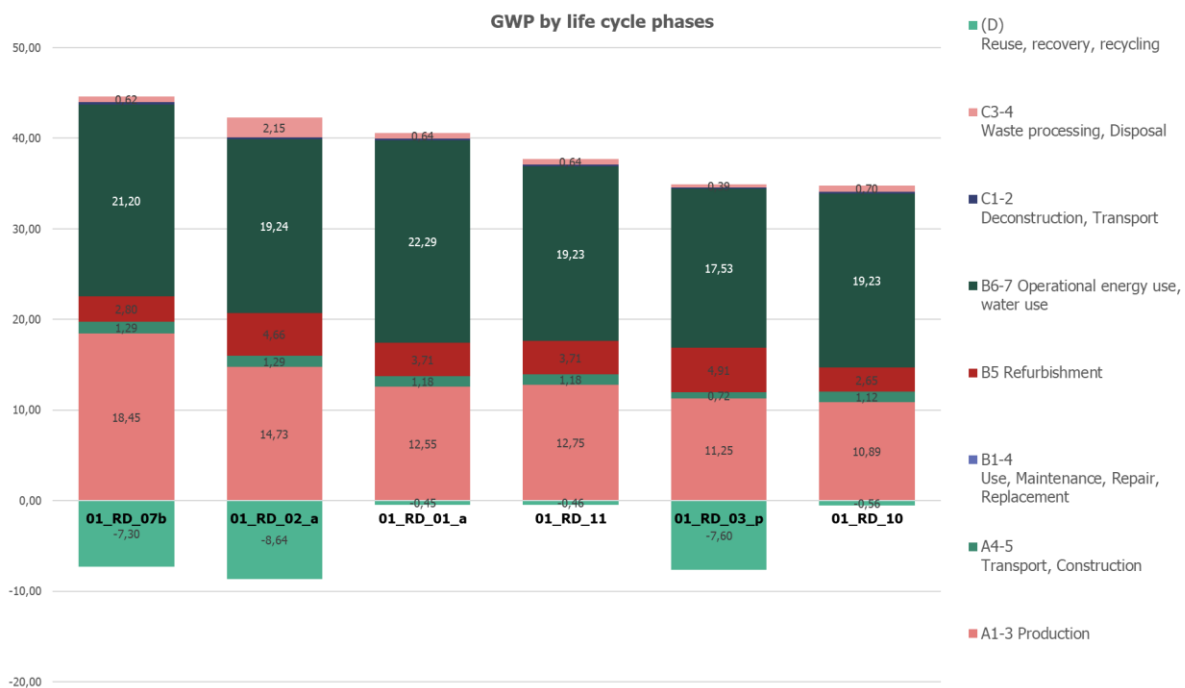


Obrázek 29 Rodinné domy - hmotnostní rozložení materiálových skupin v budově jako celku

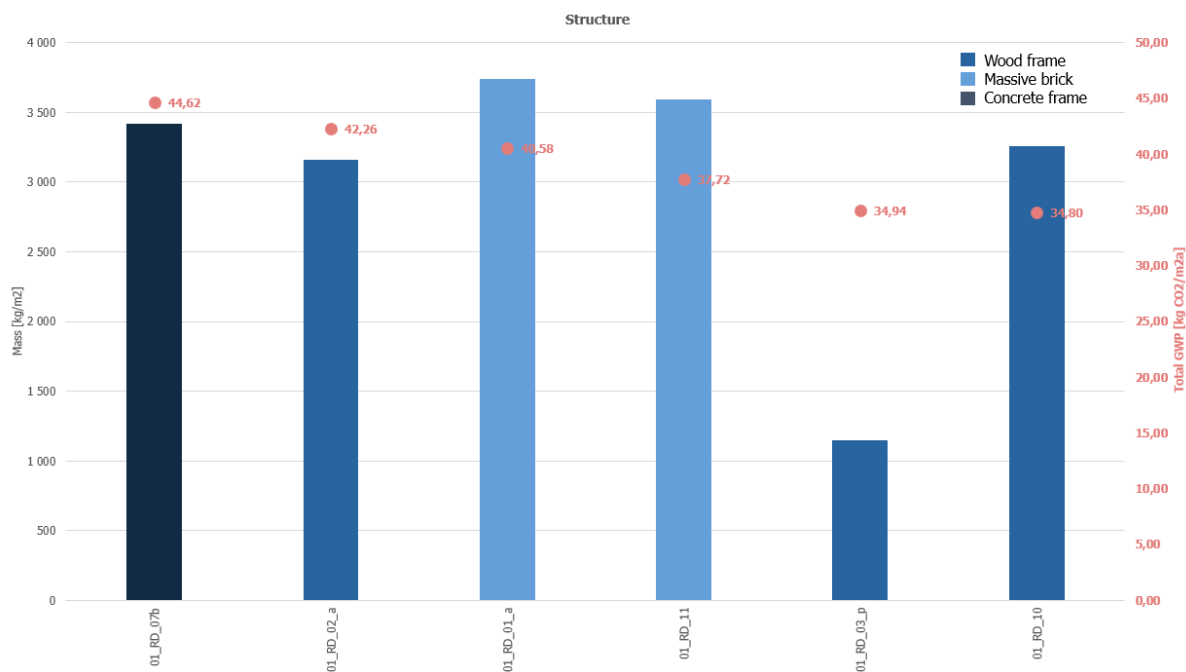
Obrázek 30, Obrázek 31 a Obrázek 32



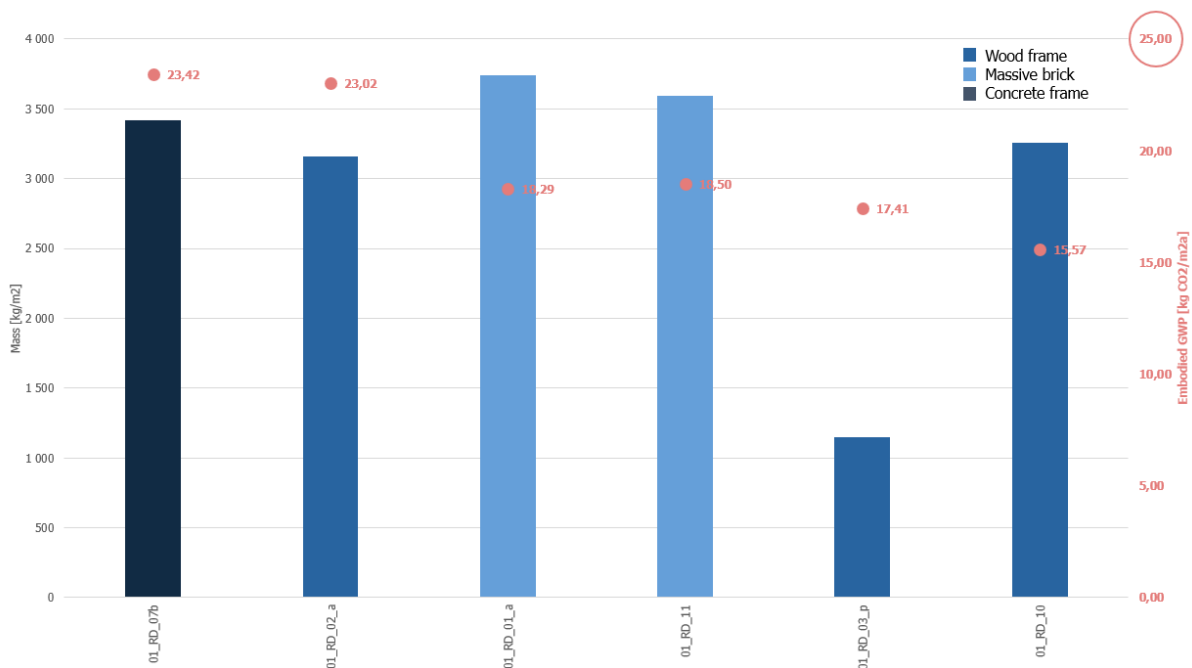
Obrázek 30 Rodinné domy - dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový svázaný GWP budovy (moduly A1-A3)



Obrázek 31 Rodinné domy – rozdělení GWP dle jednotlivých fází životního cyklu (moduly A-D)



Obrázek 32 Rodinné domy - vztah celkové hmotnosti budovy a celkového GWP



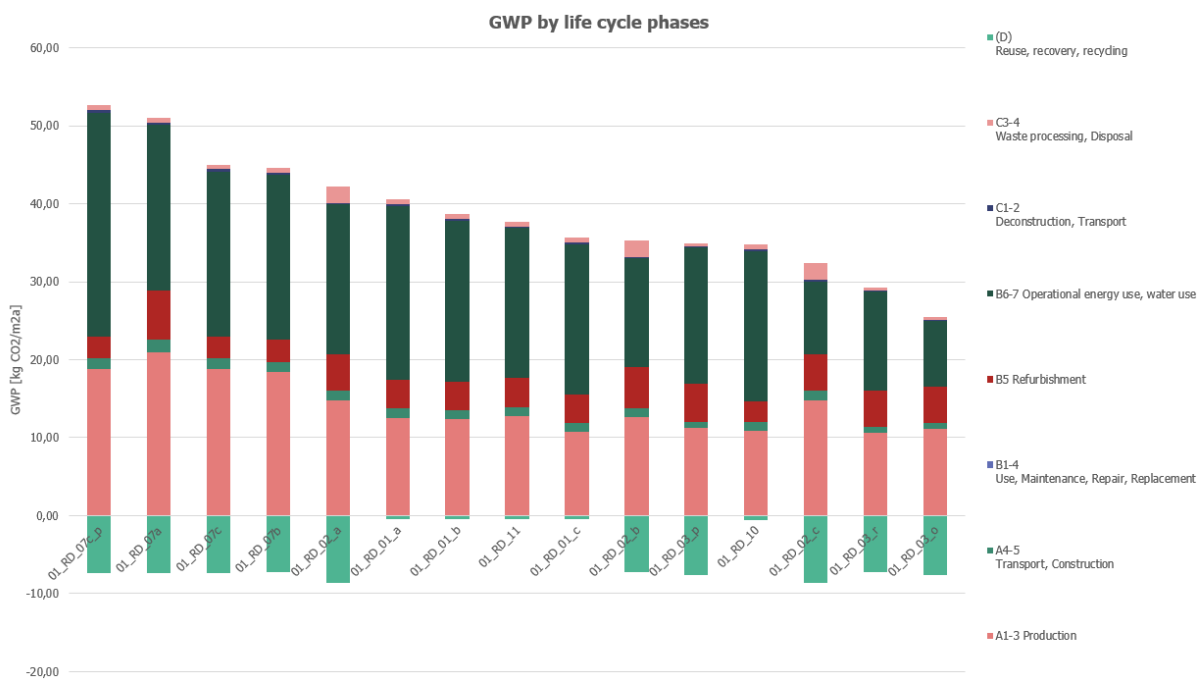
Obrázek 33 Rodinné domy - vztah celkové hmotnosti budovy a svázaného GWP

5.1.2 Všechny varianty řešení

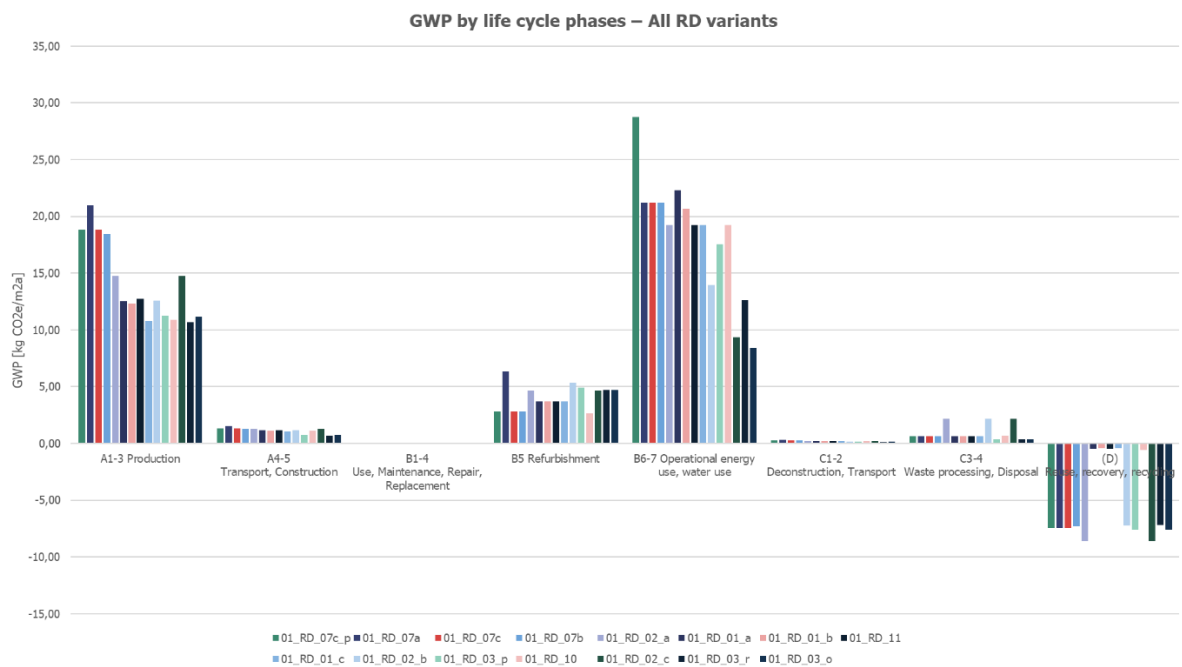
Tabulka 8 uvádí všechny vytvořené varianty řešení případových studií rodinných domů.

Tabulka 8 Seznam všech variant řešení případových studií rodinných domů

01_RD_02_a	pessimistic
01_RD_02_b	realistic
01_RD_02_c	optimistic
01_RD_01_a	pessimistic
01_RD_01_b	realistic
01_RD_01_c	optimistic
01_RD_11	pessimistic
01_RD_10	pessimistic
01_RD_07a	pessimistic
01_RD_07b	pessimistic
01_RD_07c	pessimistic
01_RD_07c_p	pessimistic
01_RD_03_p	pessimistic
01_RD_03_r	realistic
01_RD_03_o	optimistic

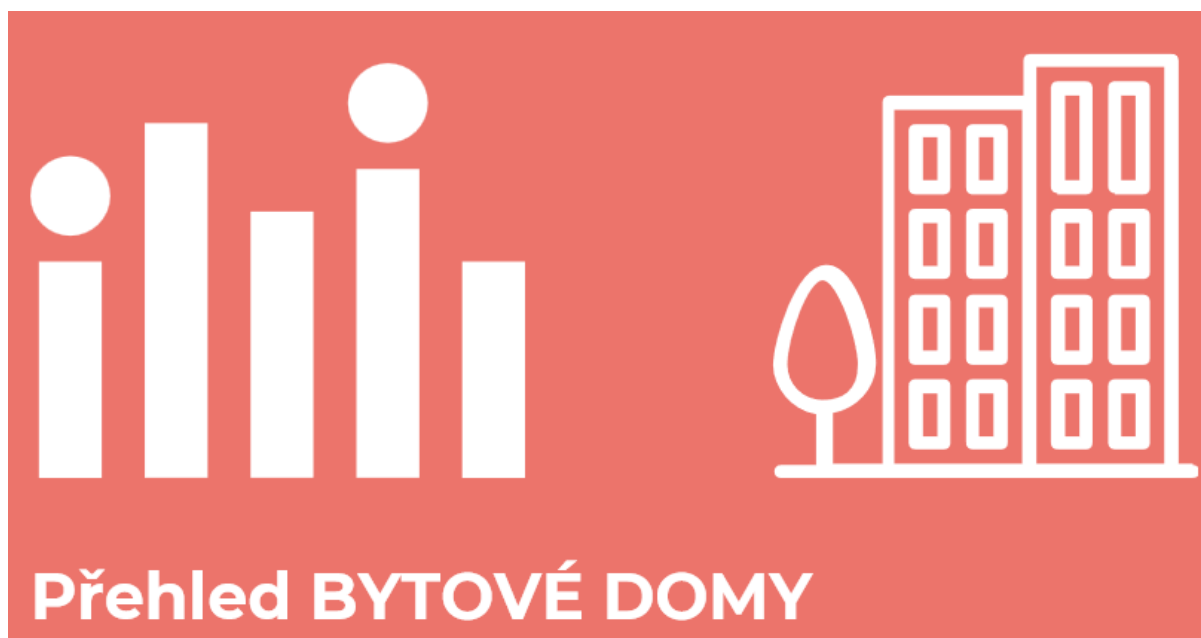


Obrázek 34 Rodinné domy, všechny varianty – rozdělení GWP dle jednotlivých fází životního cyklu (moduly A-D)



Obrázek 35 Rodinné domy, všechny varianty – rozdělení GWP dle jednotlivých fází životního cyklu (moduly A-D)

5.2 Bytové domy



5.2.1 Základní případové studie

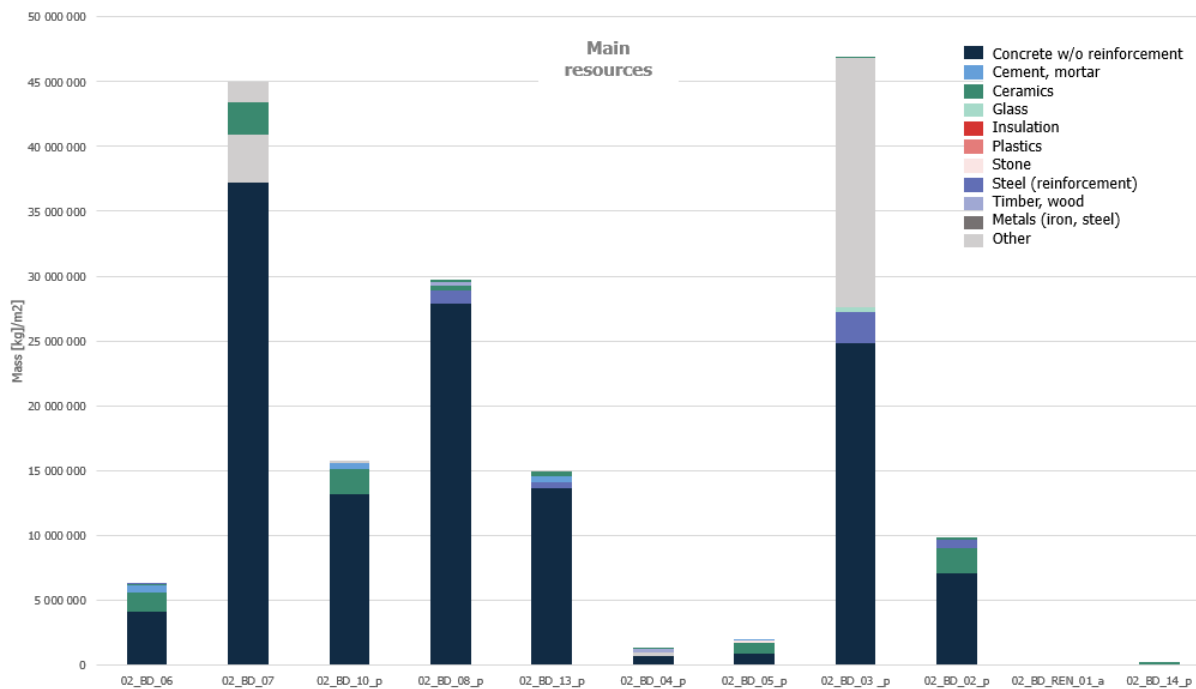
Seznam případových studií, typologií a materiálových řešení uvádí následující **tabulky X,X,X.**

Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.

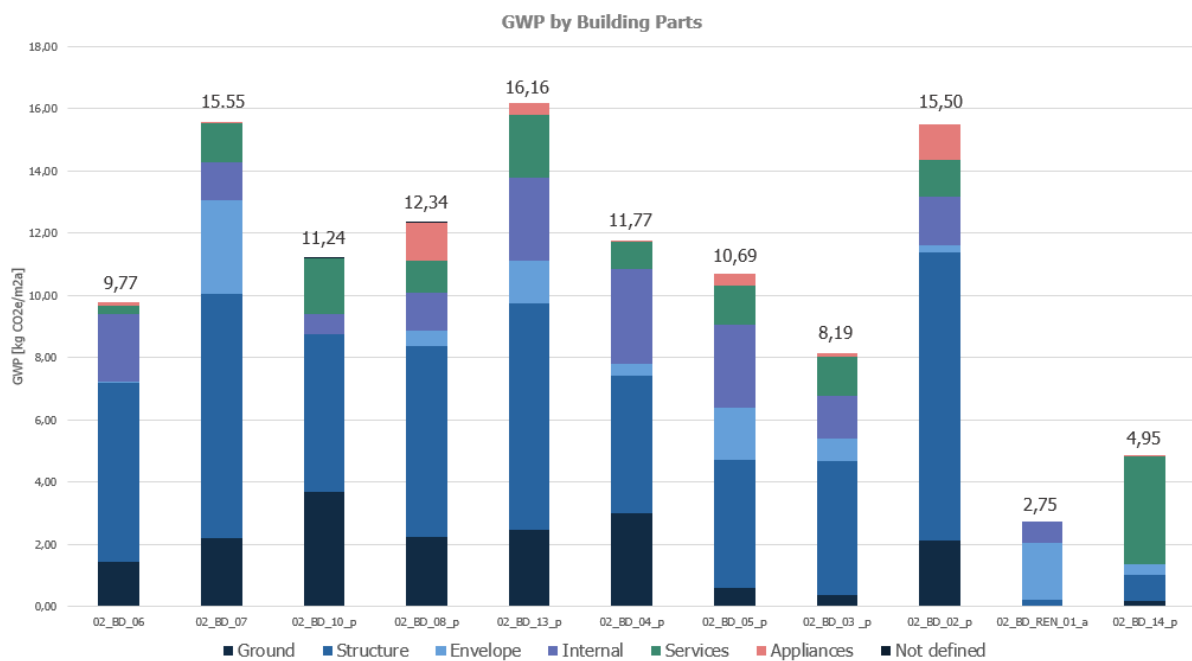
Tabulka 9 Přehled případových studií bytových domů, zpracovaných v rámci projektu INDICATE

Code	Building sub typology	Project type	Gross Floor Area	Structure type and main material	Energy performance class	Energy consumption [per m ² GFA]	Energy consumption typology	Total mass of the building (all materials)
02_BD_02	Multi-family house	New Built	6270,00	frame concrete	B	67,74	EL	11 514 707
02_BD_03	Multi-family house	New Built	13560,00	frame concrete	B	77,00	EL + DH	29 716 871
02_BD_04	Multi-family house	New Built	1533,61	frame wood	B	67,68	EL	3 145 586
02_BD_05	Multi-family house	New Built	1081,00	massive brick	A	41,80	EL	2 308 287
02_BD_06	Multi-family house	New Built	3216,48	frame concrete	B	62,36	EL	7 440 782
02_BD_07	Multi-family house	New Built	21883,00	frame concrete	B	71,40	EL + FUEL	49 114 021
02_BD_08	Multi-family house	New Built	20198,20	frame concrete	A	46,37	EL + FUEL	48 801 138
02_BD_10	Multi-family house	New Built	6980,00	frame concrete	B	58,90	EL + DH	9 246 497
02_BD_13	Multi-family house	New Built	7211,00	frame concrete	B	43,39	EL + DH	17 595 667
02_BD_14	Multi-family house	New Built	384,00	massive wood	A	52,08	EL + FUEL	123 040
02_BD_REN_01	Multi-family house	Renovation	3 883	massive brick		40,30	EL + FUEL	
02_BD_REN_02	Multi-family house	Renovation	496,00	massive brick	D	133,99	EL + Gas	6 090
02_BD_REN_03	Multi-family house	Renovation	1504,50	massive brick	C	105,94	EL + DH	50 714
02_BD_REN_04	Multi-family house	Renovation	743,60	massive brick	E	120,04	EL + Gas	101 215
02_BD_REN_05	Multi-family house	Renovation	1438,90	massive brick	B	79,62	EL + Gas	20 312
02_BD_REN_06	Multi-family house	Renovation	1187,80	massive brick	D	104,72	EL + Gas	21 200

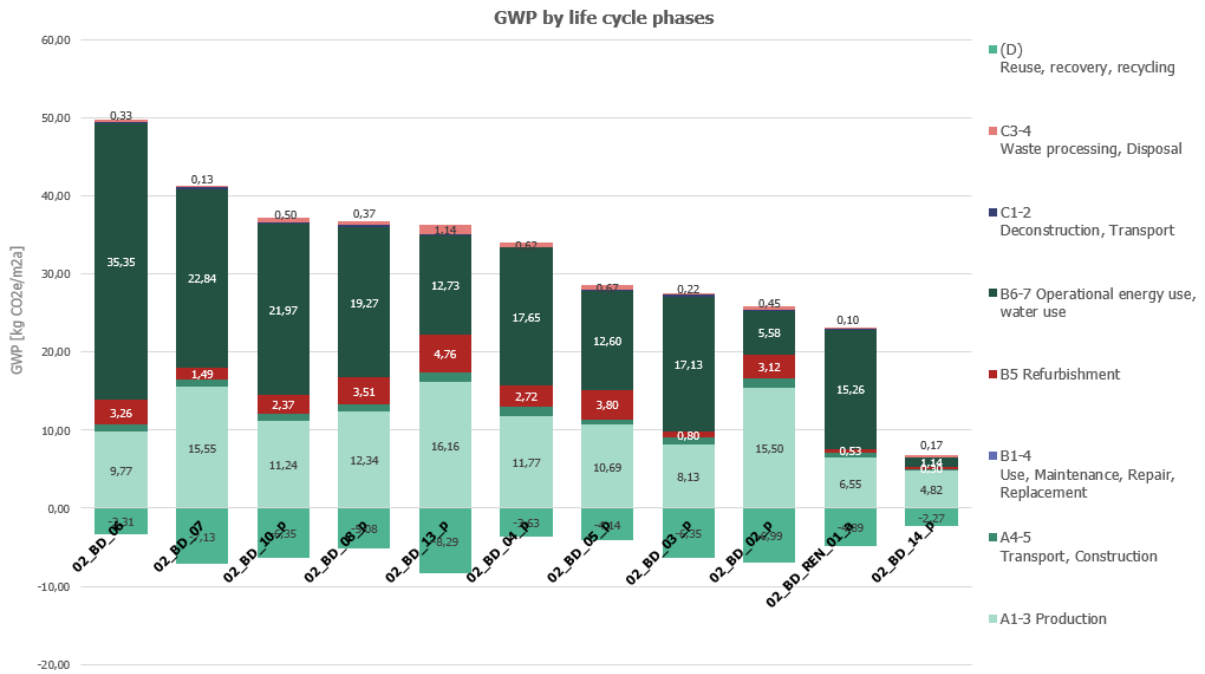
Obrázek 36 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** Obrázek 37 Obrázek 38 Obrázek 40



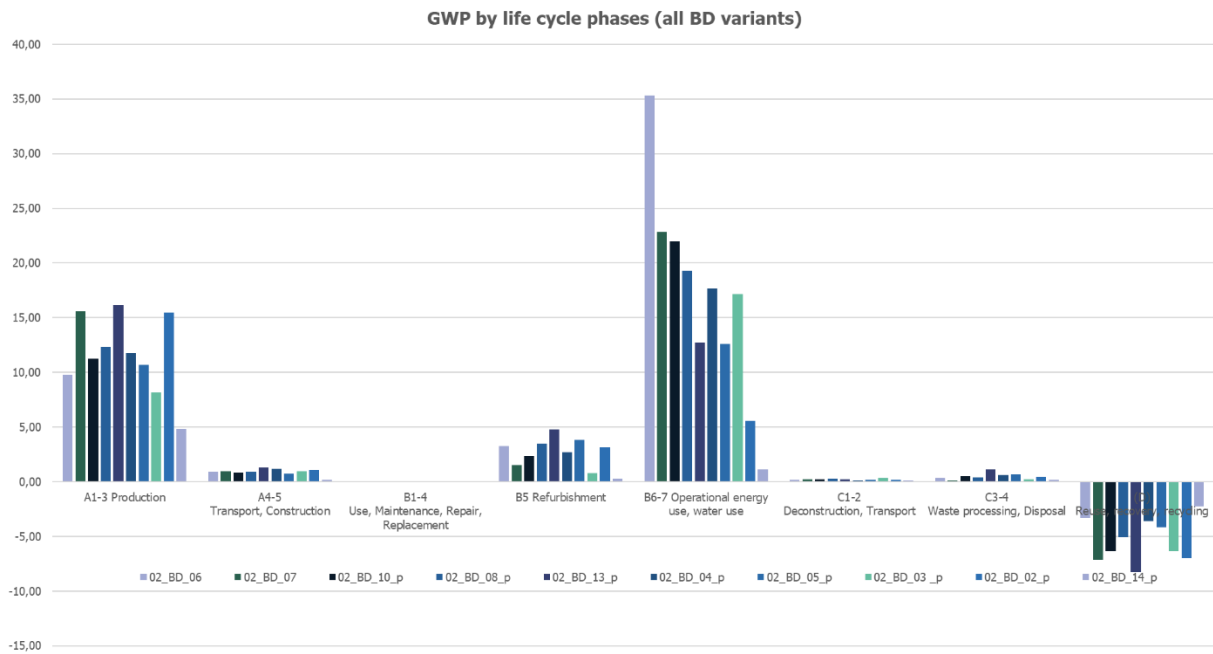
Obrázek 36 Bytové domy - hmotnostní rozložení materiálových skupin v budově jako celku



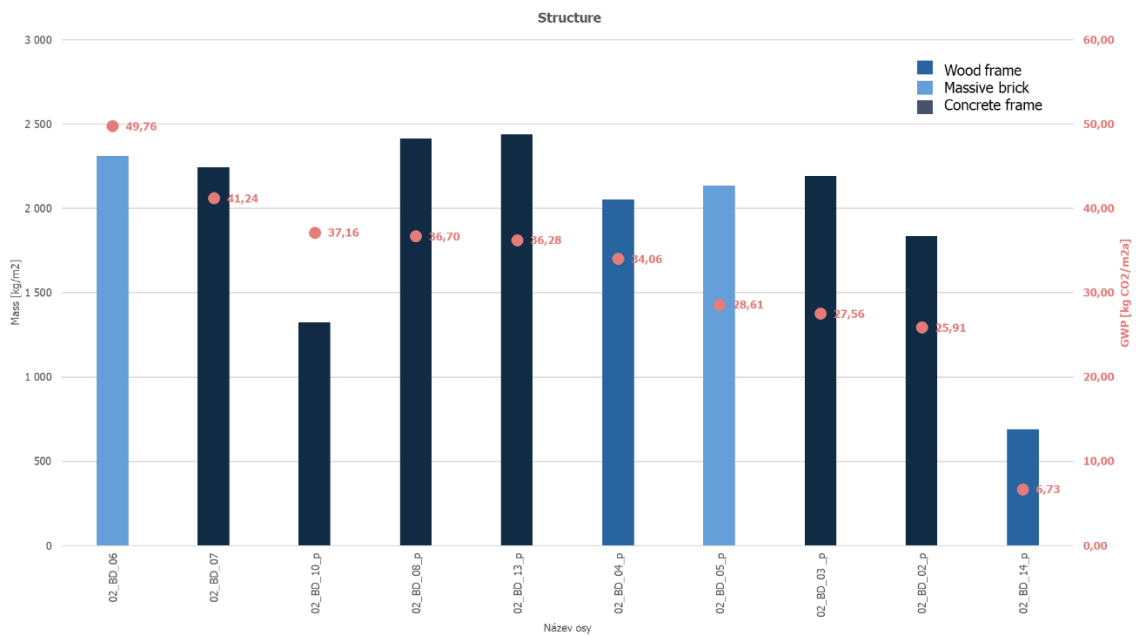
Obrázek 37 Bytové domy - dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový svázaný GWP budovy (moduly A1-A3)



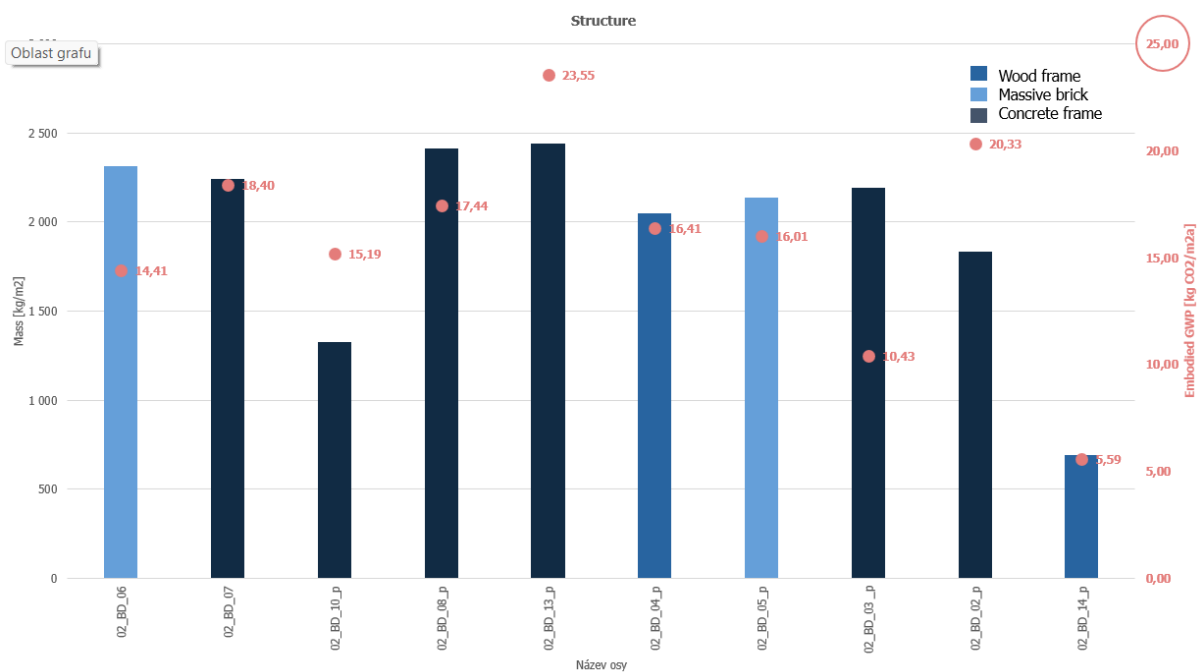
Obrázek 38 Bytové domy – rozdělení GWP dle jednotlivých fází životního cyklu (moduly A-D)



Obrázek 39 Bytové domy – rozdělení GWP dle jednotlivých fází životního cyklu (moduly A-D)



Obrázek 40 Bytové domy - vztah celkové hmotnosti budovy a celkového GWP



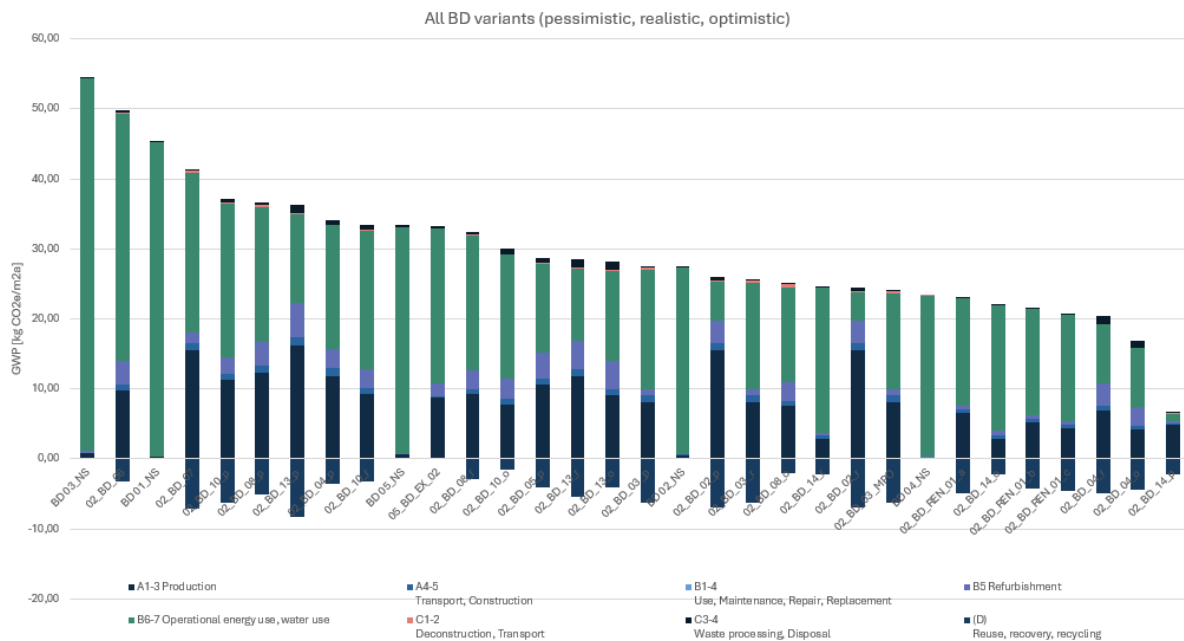
Obrázek 41 Bytové domy - vztah celkové hmotnosti budovy a svázaného GWP

5.2.2 Všechny varianty

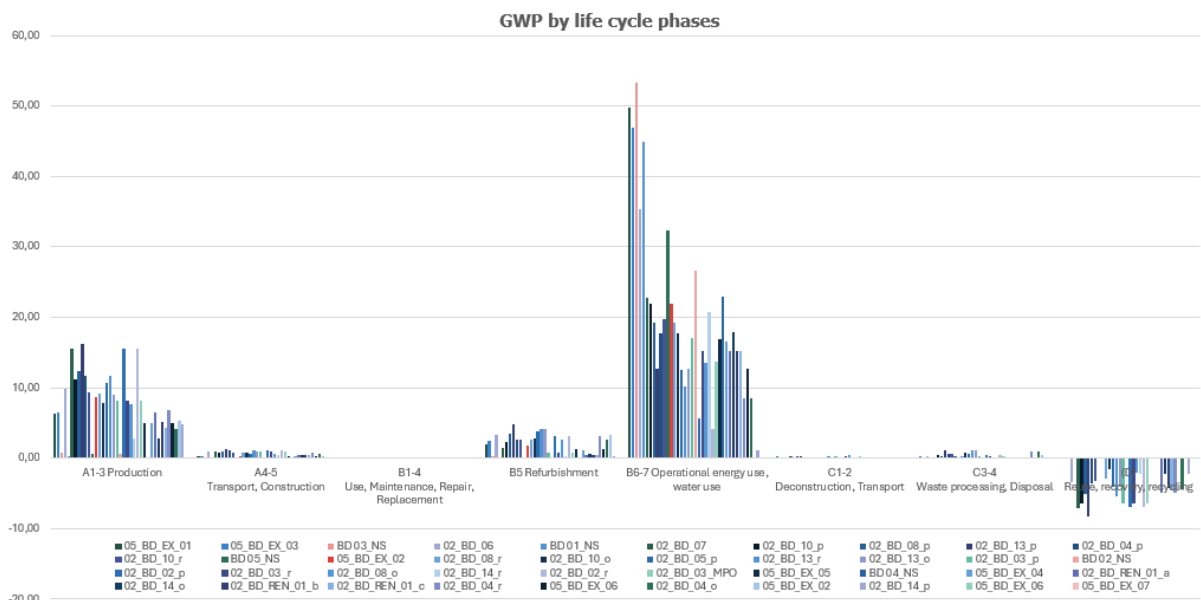
Tabulka 10 Seznam všech variant řešení případových studií bytových domů

02_BD_02_p	pessimistic
02_BD_02_r	realistic
02_BD_03_MPO	optimistic
02_BD_03_p	pessimistic
02_BD_03_r	realistic
02_BD_04_o	optimistic
02_BD_04_p	pessimistic
02_BD_04_r	realistic
02_BD_05_p	pessimistic
02_BD_06	pessimistic
02_BD_07	pessimistic
02_BD_08_o	optimistic
02_BD_08_p	pessimistic
02_BD_08_r	realistic
02_BD_10_o	optimistic
02_BD_10_p	pessimistic
02_BD_10_r	realistic
02_BD_13_o	optimistic
02_BD_13_p	pessimistic
02_BD_13_r	realistic
02_BD_14_o	optimistic
02_BD_14_p	pessimistic
02_BD_14_r	realistic
02_BD_REN_01_a	pessimistic
02_BD_REN_01_b	realistic
02_BD_REN_01_c	optimistic

Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.



Obrázek 42 Bytové domy, všechny varianty - dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový svázaný GWP budovy (moduly A1-A3)



Obrázek 43 Bytové domy, všechny varianty - dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový svázaný GWP budovy (moduly A1-A3)

5.3 Administrativní budovy



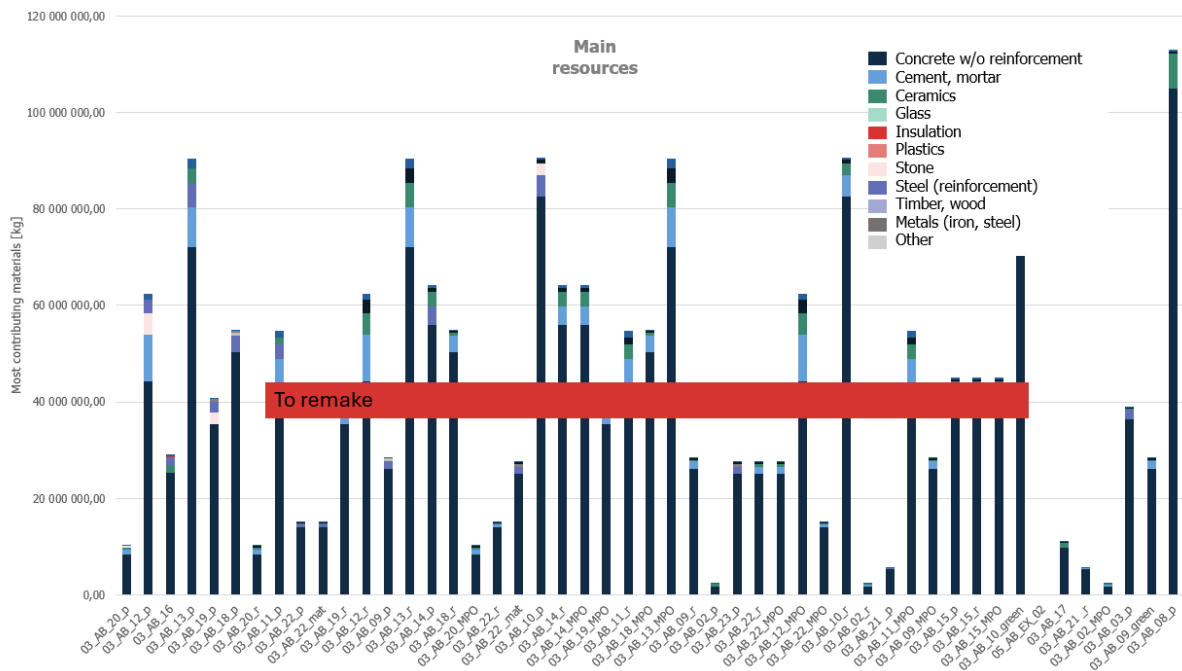
5.3.1 Základní případové studie

Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.

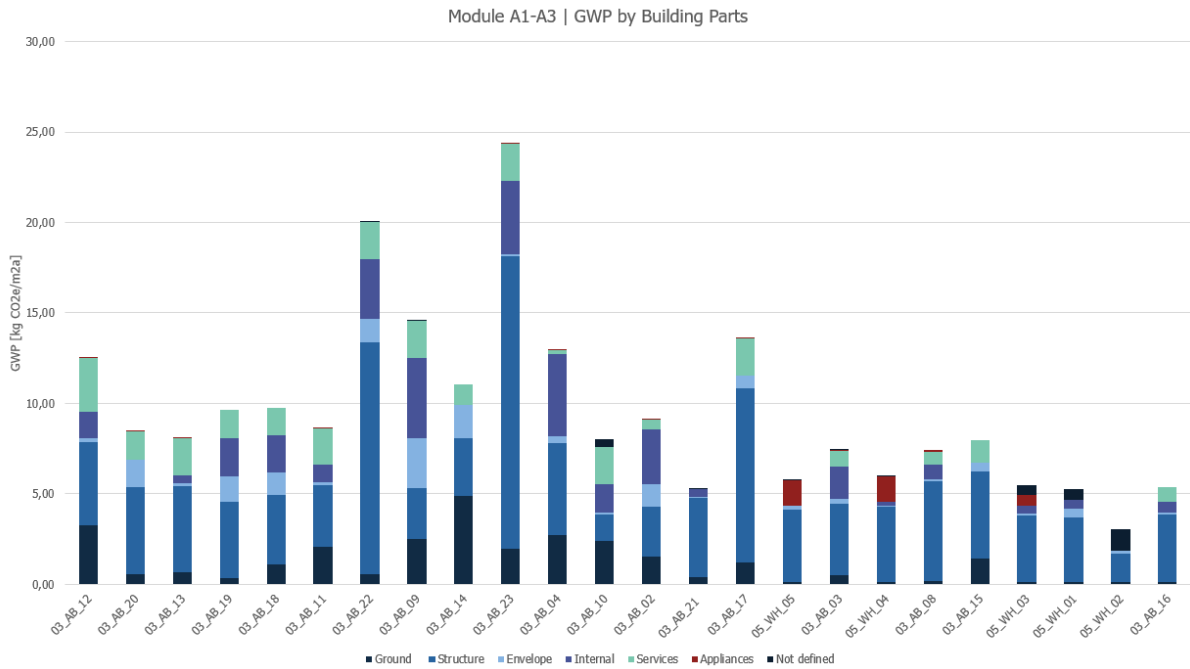
Tabulka 11 Přehled případových studií administrativních budov, zpracovaných v rámci projektu INDICATE

Code	Building sub typology	Project type	Gross Floor Area	Structure type and main material	Energy performance class	Energy consumption [per m²GFA]	Energy consumption typology	Total mass of the building (all materials)
03_AB_02	Office	New Built	1534,50	massive brick	A	69,47	EL + FUEL + DH	2 911 267
03_AB_03	Office	New Built	22100,00	frame concrete	B	42,99	EL + DH	41 399 751
03_AB_04	Office	New Built	248,10	massive concrete	C	68,68	EL + FUEL	1 044 970
03_AB_08	Office	In use	69529,26	frame concrete	A	20,33	EL + FUEL	121 877 840
03_AB_09	Office	New Built	18345,00	frame concrete	B	62,96	EL + FUEL	31 913 916
03_AB_10	Office	In use	75890,00	frame concrete	B	63,02	EL + FUEL	100 874 255
03_AB_11	Office	In use	41350,00	frame concrete	C	90,39	EL + DH	60 712 878
03_AB_12	Office	In use	32663,00	frame concrete	B	60,15	EL + FUEL + DH	67 895 574
03_AB_13	Office	In use	81863,00	frame concrete	C	104,15	EL + FUEL	98 118 331
03_AB_14	Office	In use	39366,73	frame concrete	A	34,50	EL + FUEL	68 156 289
03_AB_15	Office	In use	40475,00	frame concrete	B	34,61	EL + FUEL + DH	47 620 468
03_AB_16	Office	In use	40475,00	frame concrete	B	54,92	EL + DH	30 863 478
03_AB_17	Office	In use	5621,00	frame concrete	A	49,99	EL	11 650 546
03_AB_18	Office	In use	42900,00	frame concrete	C	98,05	EL + FUEL	58 211 032
03_AB_19	Office	In use	31229,00	frame concrete	C	100,43	EL + FUEL	43 805 724
03_AB_20	Office	In use	9451,00	frame concrete	D	115,48	EL + FUEL	11 184 006
03_AB_21	Office	New Built	3800,00	frame concrete	B	44,00	EL + DH	6 016 037
03_AB_22	Office	New Built	5600,00	frame concrete	B	69,07	EL + DH	16 495 971
03_AB_23	Office	New Built	8408,00	frame concrete	B	42,46	EL + DH	28 510 116
03_AB_REN_04	Office	Renovation	5600,00	frame concrete	B	45,07	EL + DH	5 623 783
03_AB_REN_05	Office	Renovation	8408,00	frame concrete	B	42,46	EL + DH	2 436 886

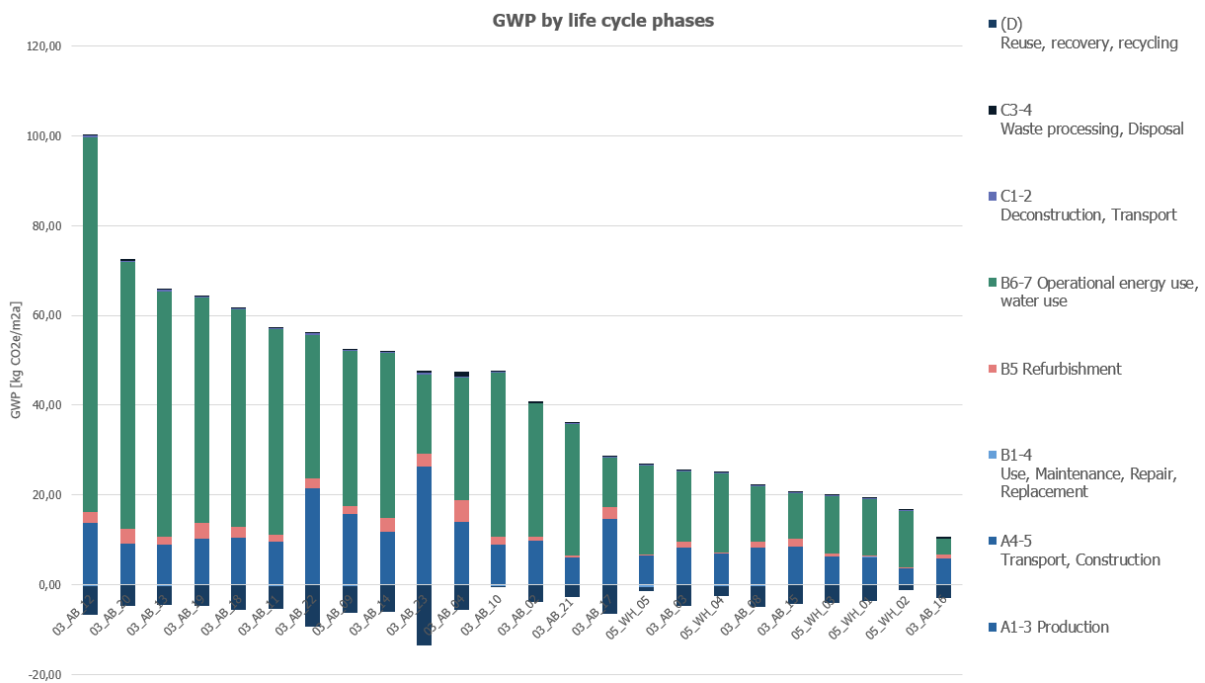
Obrázek 46 a Obrázek 47



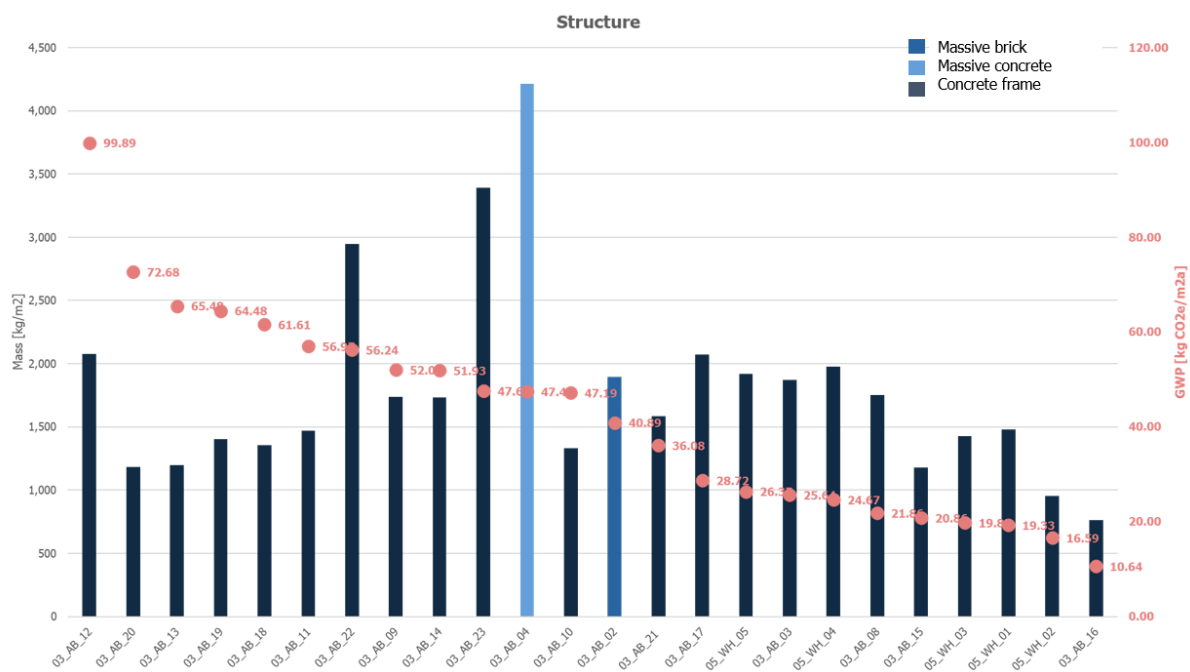
Obrázek 44 Administrativní budovy - hmotnostní rozložení materiálových skupin v budově jako celku



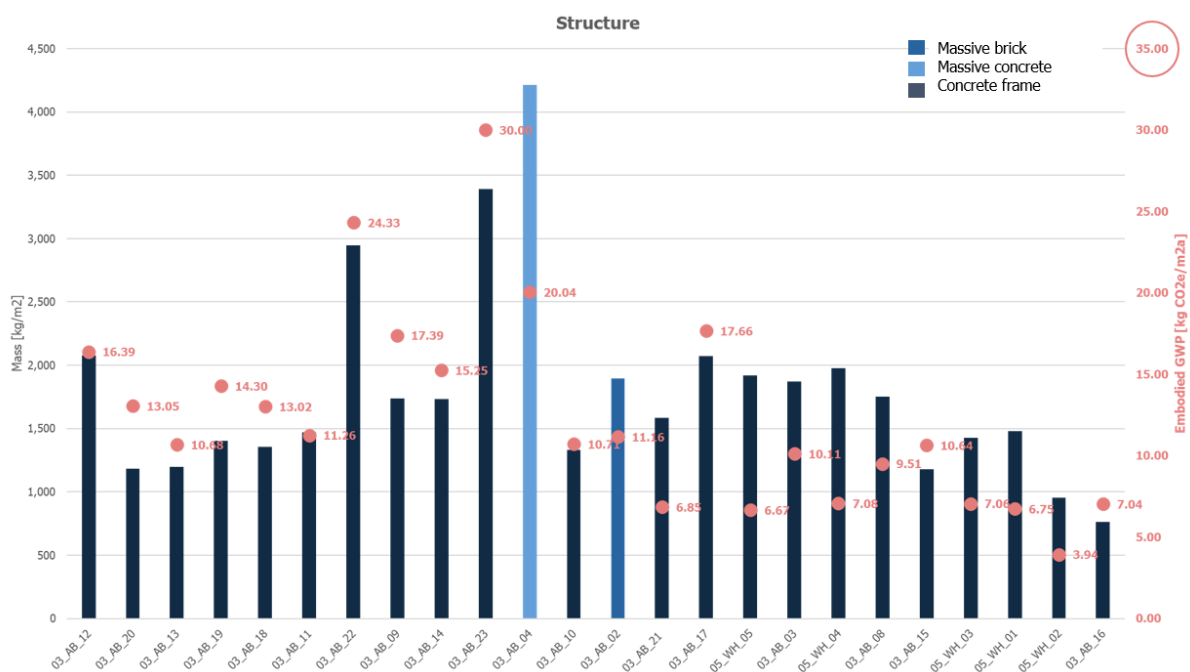
Obrázek 45 Bytové domy - dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový svázaný GWP budovy (moduly A1-A3)



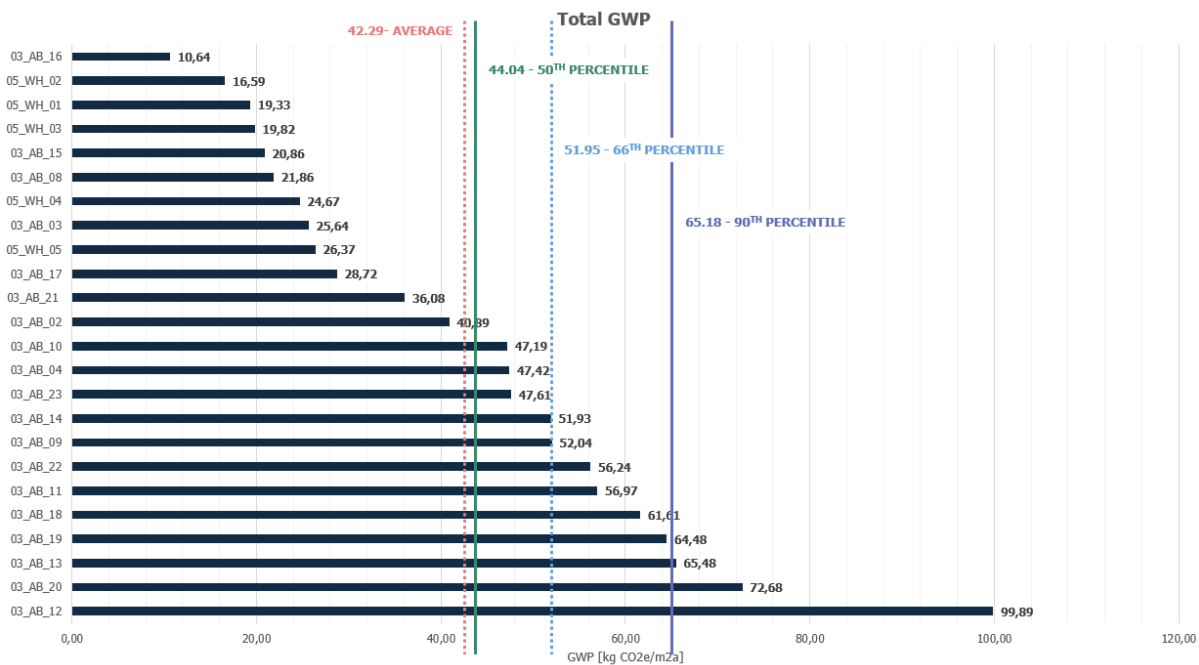
Obrázek 46 Administrativní budovy – rozdělení GWP dle jednotlivých fází životního cyklu (moduly A-D)



Obrázek 47 Administrativní budovy - vztah celkové hmotnosti budovy a celkového GWP



Obrázek 48 Administrativní budovy - vztah celkové hmotnosti budovy a svázaného GWP

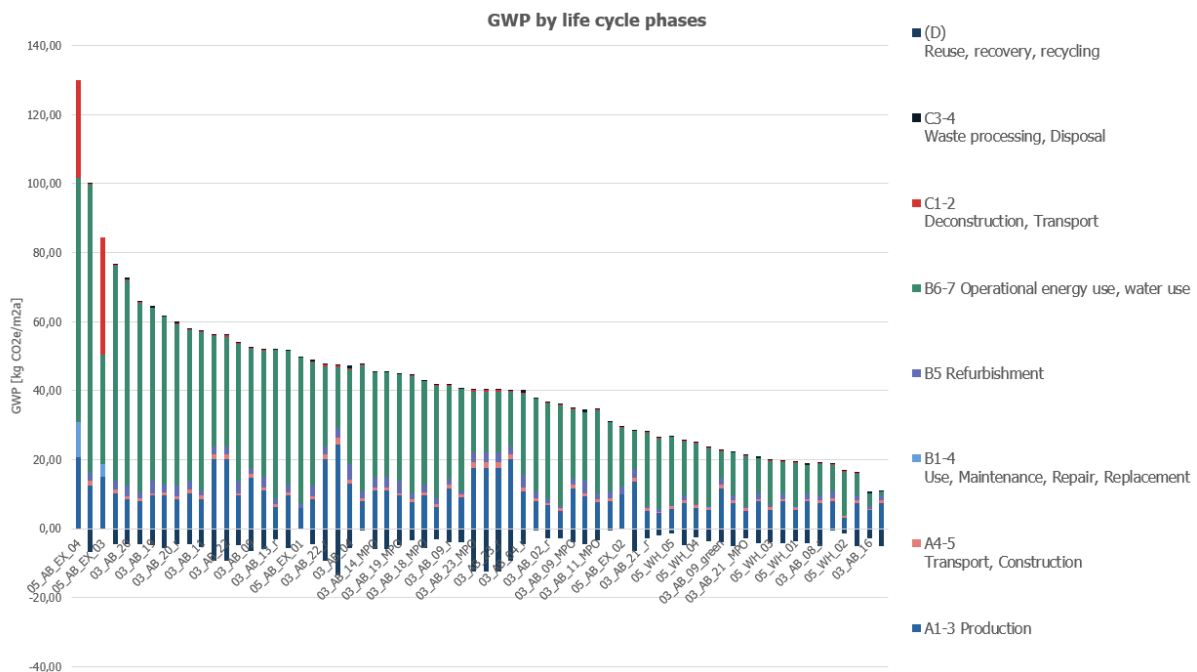


Obrázek 49 Administrativní budovy – celkové hodnoty GWP základních případových studií a stanovení možných limitních hodnot

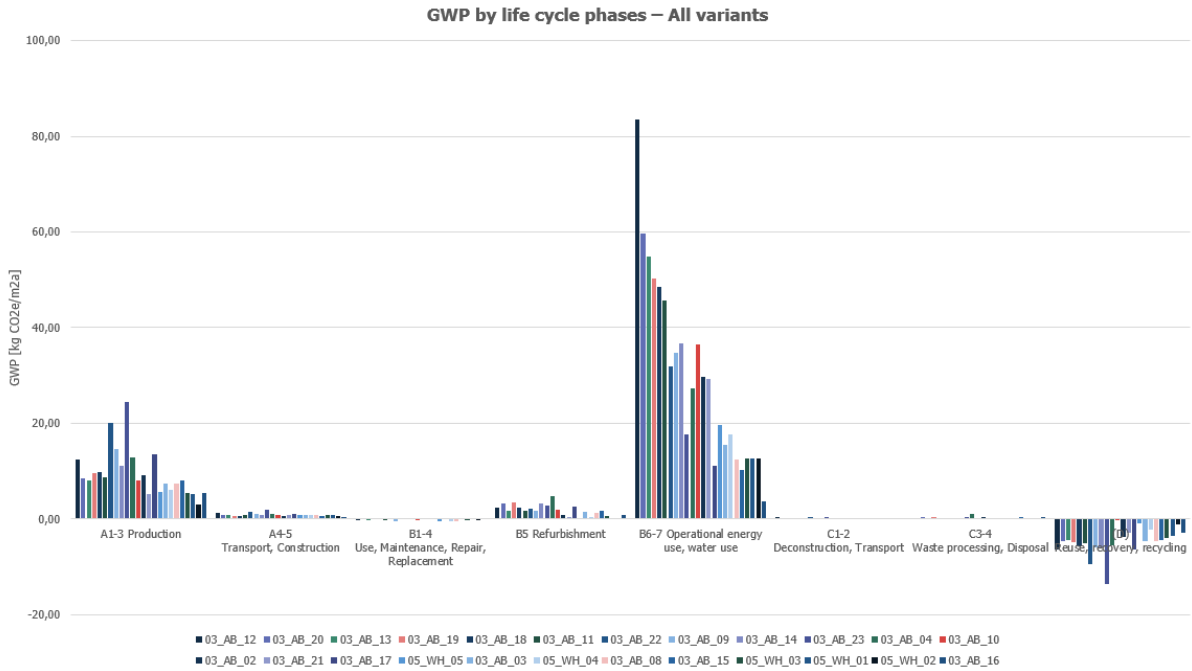
5.3.2 Všechny varianty řešení

Tabulka 12 Seznam všech variant řešení případových studií administrativních budov

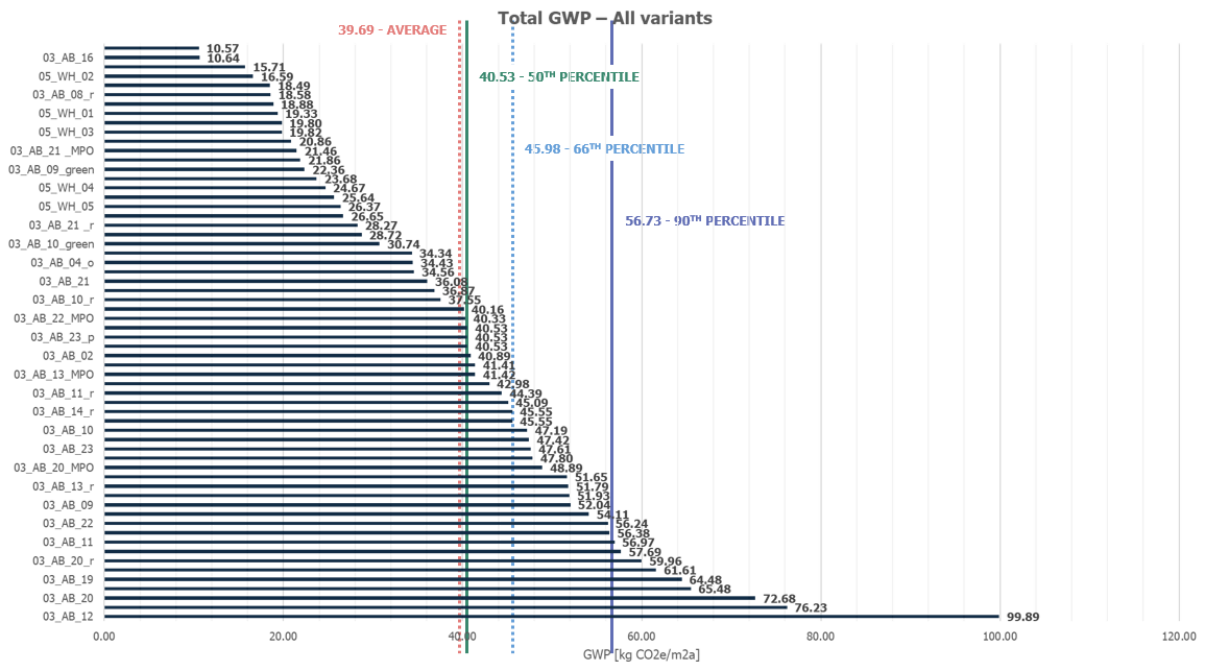
03_AB_02_MPO	realistic	03_AB_15_MPO	optimistic
03_AB_02_p	pessimistic	03_AB_15_p	pessimistic
03_AB_02_r	optimistic	03_AB_15_r	realistic
03_AB_03_p	pessimistic	03_AB_16	pessimistic
03_AB_04_o	optimistic	03_AB_17	pessimistic
03_AB_04_p	pessimistic	03_AB_18_MPO	optimistic
03_AB_04_r	realistic	03_AB_18_p	pessimistic
03_AB_08_green	futuristic	03_AB_18_r	realistic
03_AB_08_MPO	realistic	03_AB_19_MPO	optimistic
03_AB_08_p	pessimistic	03_AB_19_p	pessimistic
03_AB_08_r	optimistic	03_AB_19_r	realistic
03_AB_09_green	futuristic	03_AB_20_MPO	optimistic
03_AB_09_MPO	optimistic	03_AB_20_p	pessimistic
03_AB_09_p	pessimistic	03_AB_20_r	realistic
03_AB_09_r	realistic	03_AB_21_MPO	realistic
03_AB_10_green	futuristic	03_AB_21_p	pessimistic
03_AB_10_MPO	optimistic	03_AB_21_r	optimistic
03_AB_10_p	pessimistic	03_AB_22_mat	pessimistic
03_AB_10_r	realistic	03_AB_22_mat	pessimistic
03_AB_11_MPO	optimistic	03_AB_22_MPO	optimistic
03_AB_11_p	pessimistic	03_AB_22_MPO	optimistic
03_AB_11_r	realistic	03_AB_22_MPO	optimistic
03_AB_12_MPO	optimistic	03_AB_22_p	pessimistic
03_AB_12_p	pessimistic	03_AB_22_r	realistic
03_AB_12_r	realistic	03_AB_22_r	realistic
03_AB_13_MPO	optimistic	03_AB_23_p	pessimistic
03_AB_13_p	pessimistic	03_AB_REN_04_BAT	realistic
03_AB_13_r	realistic	03_AB_REN_04_MPO	pessimistic
03_AB_14_MPO	optimistic	03_AB_REN_05_BAT	realistic
03_AB_14_p	pessimistic	03_AB_REN_05_MPO	pessimistic
03_AB_14_r	realistic		



Obrázek 50 Administrativní budovy, všechny varianty – rozdělení GWP dle jednotlivých fází životního cyklu (moduly A-D)



Obrázek 51 Administrativní budovy, všechny varianty – rozdělení GWP dle jednotlivých fází životního cyklu (moduly A-D)

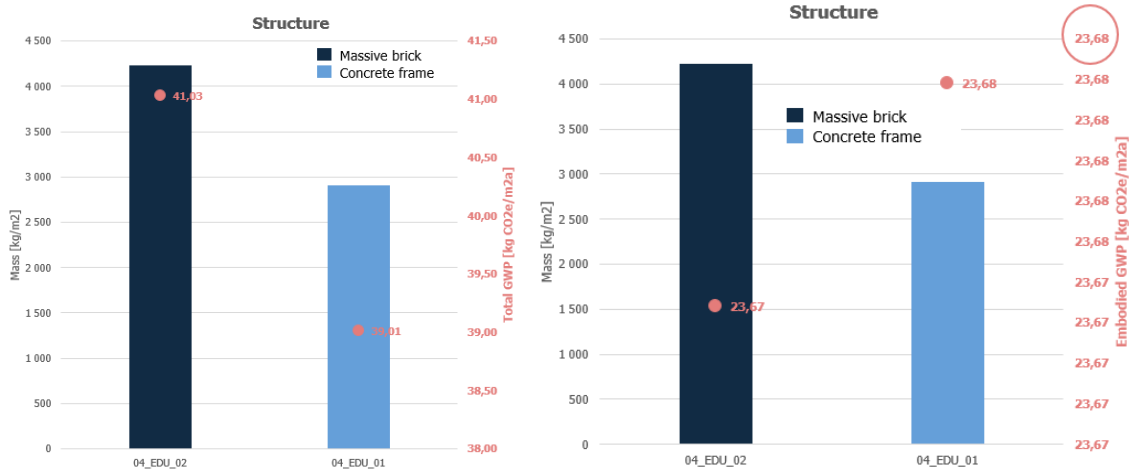


Obrázek 52 Administrativní budovy – celkové hodnoty GWP všech variant případových studií a stanovení možných limitních hodnot

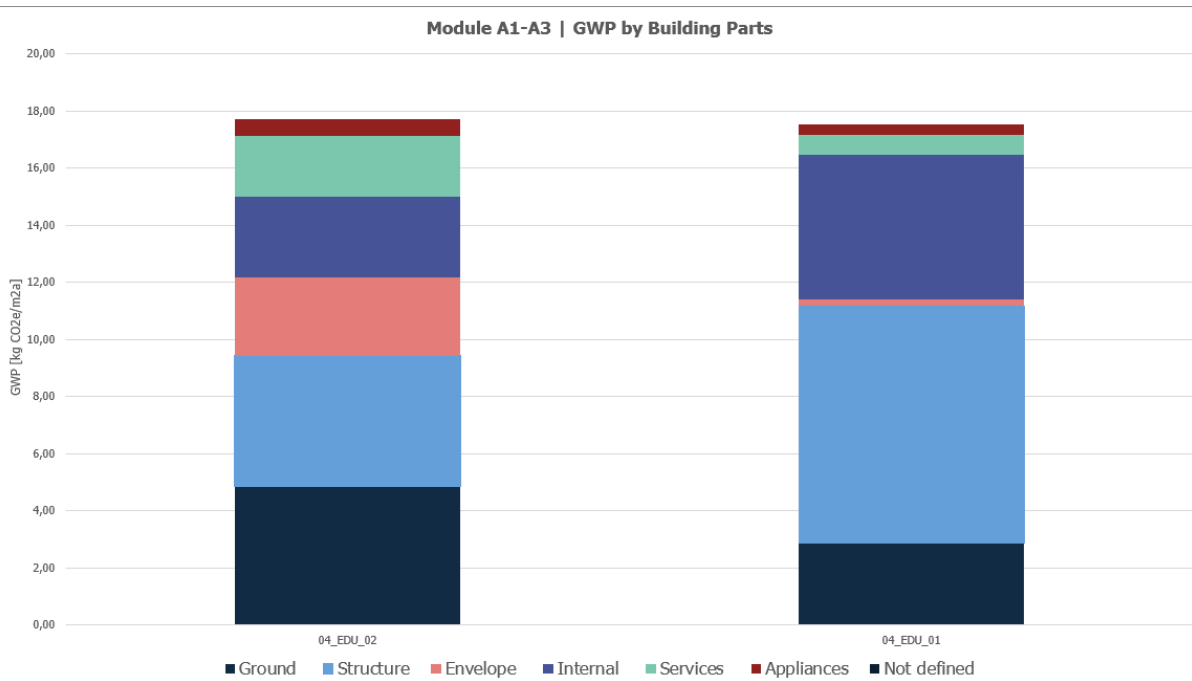
5.4 Budovy pro vzdělávání

Tabulka 13 Přehled případových studií budov terciárního vzdělávání, zpracovaných v rámci projektu INDICATE.

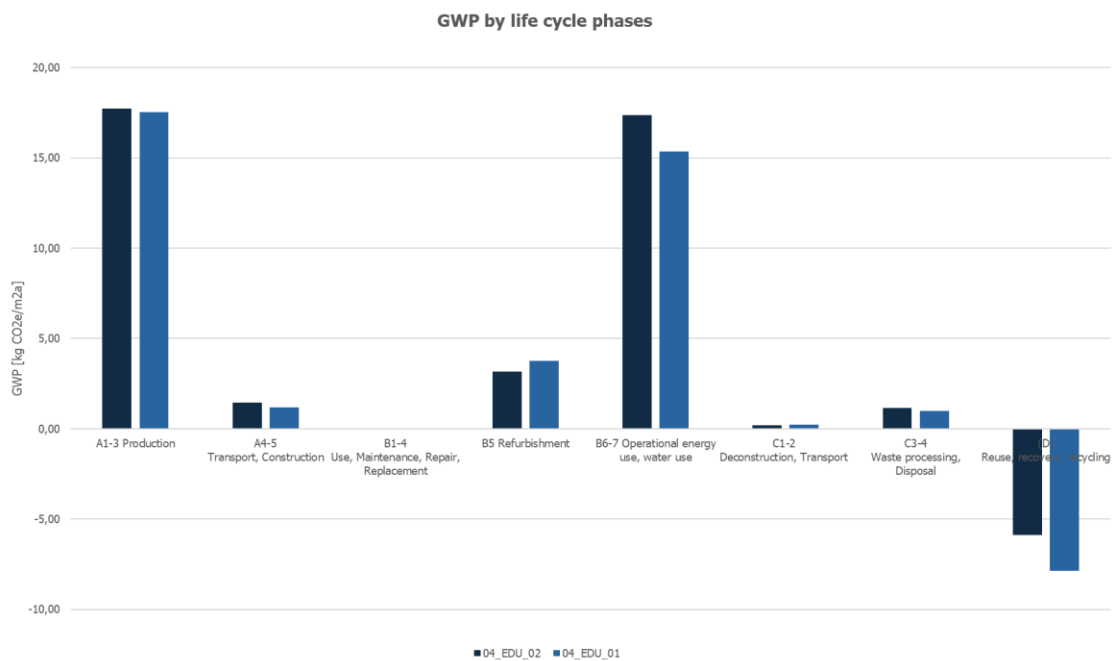
Code	Building sub typology	Project type	Gross Floor Area	Structure type and main material	Energy performance class acc. to cour. definit	Energy consumption [per m²GFA/yr]	Energy consumption typology	Total mass of the building (all materials)
04_EDU_01	School and Daycare	New Built	1328,9	frame concrete	A	49,29	EL + FUEL	3 861 770
04_EDU_02	School and Daycare	New Built	673,9	massive brick	A	30,12	EL	2 847 943



Obrázek 53 Budovy pro vzdělávání - vztah celkové hmotnosti budovy a celkového/svázaného GWP.



Obrázek 54 Budovy pro vzdělávání - dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový svázaný GWP budovy (moduly A1-A3)

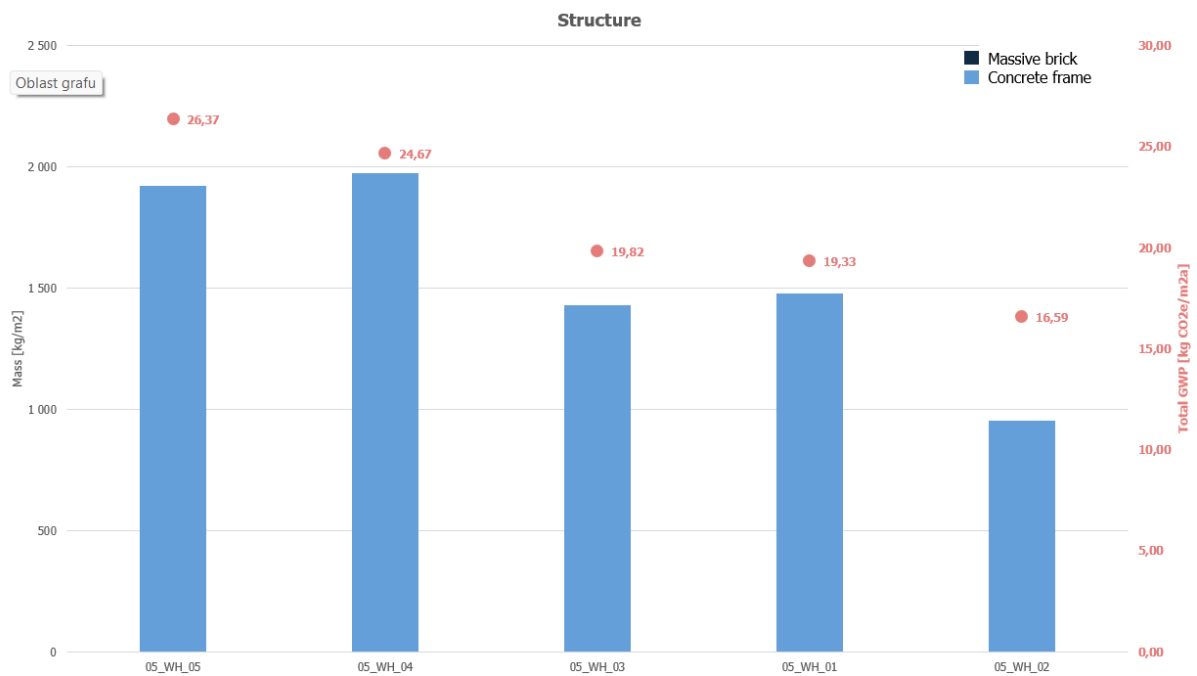


Obrázek 55 Budovy pro vzdělávání – rozdělení GWP dle jednotlivých fází životního cyklu (moduly A-D)

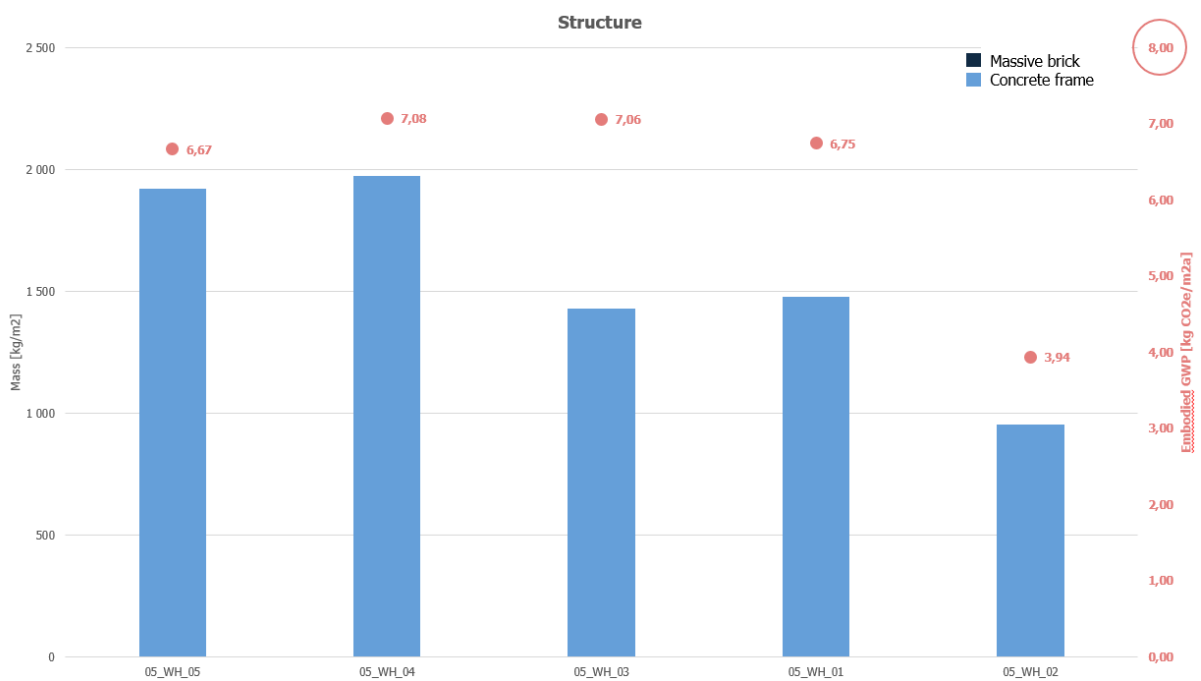
5.5 Logistické haly

Tabulka 14 Přehled případových studií budov logistických hal, zpracovaných v rámci projektu INDICATE.

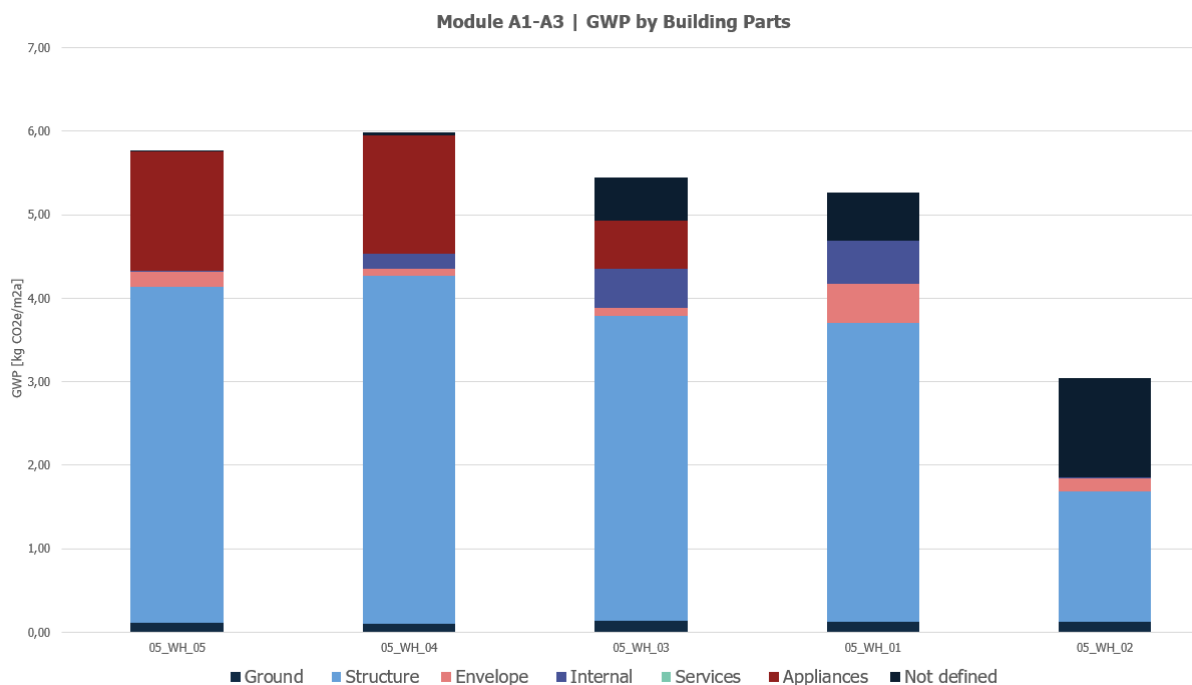
Code	Building sub typology	Project type	Gross Floor Area	Structure type and main material	Energy performance class acc. to cour. definit	Energy consumption [per m ² GFA/yr]	Energy consumption typology	Total mass of the building (all materials)
05 WH 01	Warehouse	New Built	28098,0	frame concrete	C	58,42	EL + FUEL	41 528 149
05 WH 02	Warehouse	New Built	30065,0	frame concrete	C	58,82	EL + FUEL	28 694 427
05 WH 03	Warehouse	New Built	18784,0	frame concrete	C	57,50	EL + FUEL	26 842 277
05 WH 04	Warehouse	New Built	20511,0	frame concrete	D	81,15	EL + FUEL	40 506 102
05 WH 05	Warehouse	New Built	4577,0	frame concrete	D	91,14	EL + FUEL	8 787 889



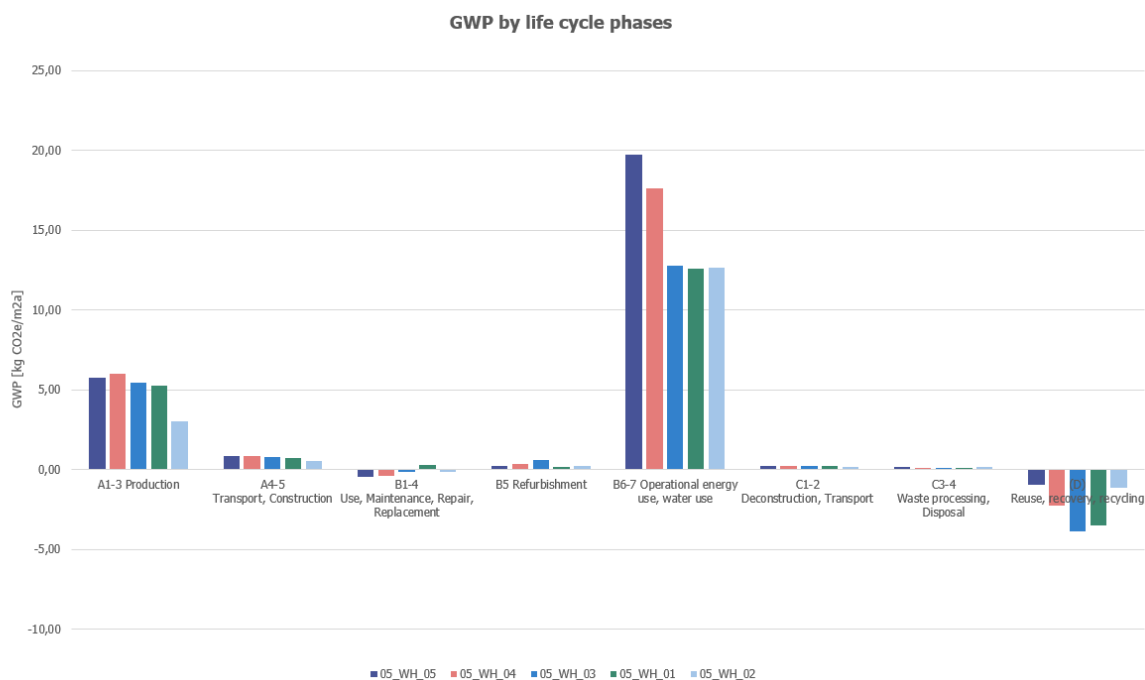
Obrázek 56 Logistické haly - vztah celkové hmotnosti budovy a celkového GWP



Obrázek 57 Logistické haly - vztah celkové hmotnosti budovy a celkového GWP



Obrázek 58 Logistické haly - dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový svázaný GWP budovy (moduly A1-A3)



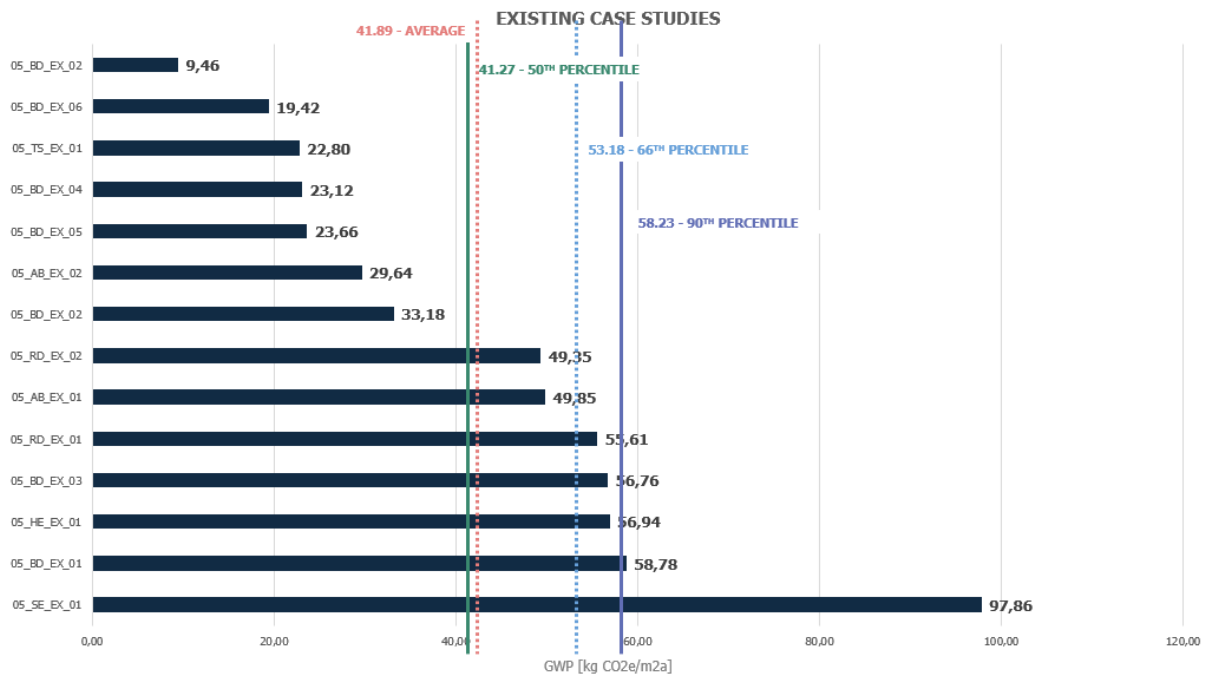
Obrázek 59 Logistické haly – rozdělení GWP dle jednotlivých fází životního cyklu (moduly A-D)

5.6 Shromážděné případové studie

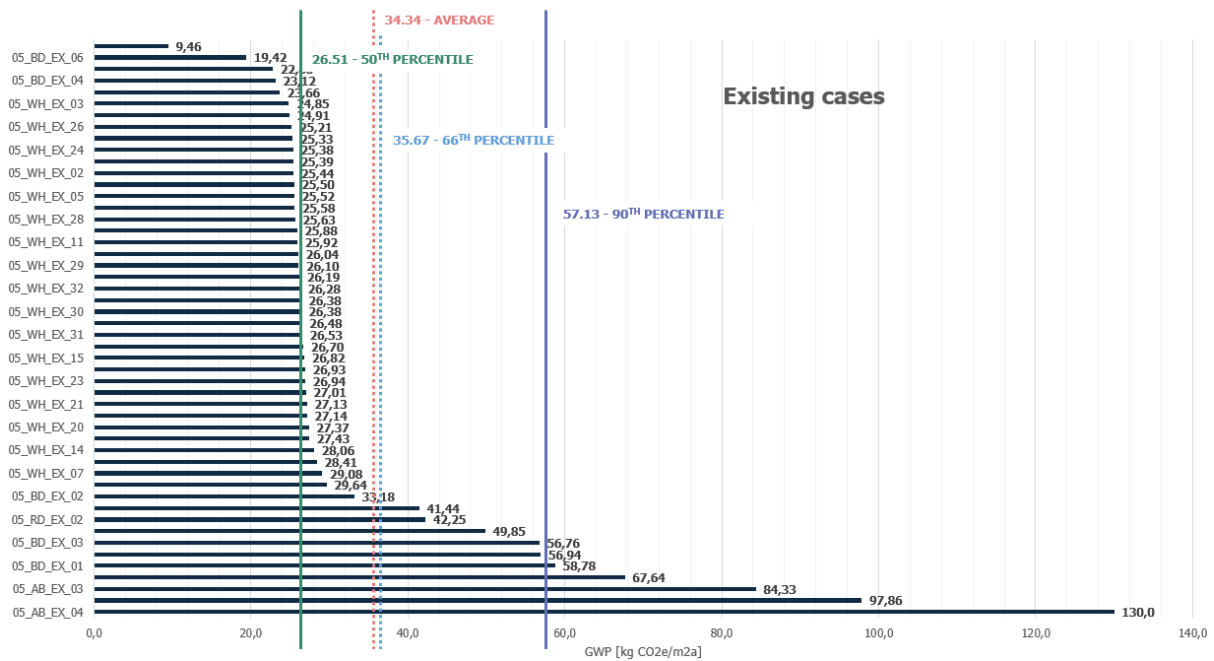
Seznam těchto studií je uveden v Tabulka 15.

Tabulka 15 Přehled všech případových studií shromážděných od partnerů v rámci projektu INDICATE.

Code	Building type	Building sub typology	Project type	Gross Floor Area	Structure type and main material
05 AB EX 01	Non-resident	Office	New Built	4712,0	frame concrete
05 AB EX 02	Non-resident	Office	New Built	1392,9	frame concrete
05 AB EX 03	Non-resident	Office	New Built		massive brick
05 AB EX 04	Non-resident	Office	New Built		
05 BD EX 01	Residential	Multi-family house	New Built	2480,7	massive brick
05 BD EX 02	Residential	Multi-family house	New Built	996,1	massive brick
05 BD EX 02	Residential	Multi-family house	New Built	26071,0	frame concrete
05 BD EX 03	Residential	Multi-family house	New Built	1332,4	massive wood
05 BD EX 04	Residential	Multi-family house	New Built	7260,6	massive brick
05 BD EX 05	Residential	Multi-family house	New Built	7163,8	massive brick
05 BD EX 06	Residential	Multi-family house	New Built	7393,5	massive brick
05 BD EX 06	Residential	Multi-family house	New Built		
05 BD EX 07	Residential	Multi-family house	New Built		
05 HE EX 01	Non-resident	Hospital and Health	New Built	12931,6	frame concrete
05 RD EX 01	Residential	Single family house	New Built	313,8	massive brick
05 RD EX 02	Residential	Single family house	New Built	5380,0	frame concrete
05 SE EX 01	Non-resident	Sport & Entertainment	New Built	4087,1	frame concrete
05 TS EX 01	Non-resident	Techonology & Science	New Built	5751,0	frame concrete
05 WH EX 01	Non-resident	Warehouse	New Built	27945,0	frame concrete
05 WH EX 02	Non-resident	Warehouse	New Built	18995,0	frame concrete
05 WH EX 03	Non-resident	Warehouse	New Built	4595,0	frame concrete
05 WH EX 04	Non-resident	Warehouse	New Built	22534,7	frame concrete
05 WH EX 05	Non-resident	Warehouse	New Built	3121,0	frame concrete
05 WH EX 06	Non-resident	Warehouse	New Built	41314,5	frame concrete
05 WH EX 07	Non-resident	Warehouse	New Built	2408,0	frame concrete
05 WH EX 08	Non-resident	Warehouse	New Built	5839,6	frame concrete
05 WH EX 09	Non-resident	Warehouse	New Built	20135,4	frame concrete
05 WH EX 10	Non-resident	Warehouse	New Built	30109,1	frame concrete
05 WH EX 11	Non-resident	Warehouse	New Built	17743,5	frame concrete
05 WH EX 12	Non-resident	Warehouse	New Built	13562,6	frame concrete
05 WH EX 13	Non-resident	Warehouse	New Built	13372,6	frame concrete
05 WH EX 14	Non-resident	Warehouse	New Built	6768,4	frame concrete
05 WH EX 15	Non-resident	Warehouse	New Built	9009,0	frame concrete
05 WH EX 16	Non-resident	Warehouse	New Built	12646,0	frame concrete
05 WH EX 17	Non-resident	Warehouse	New Built	10250,0	frame concrete
05 WH EX 18	Non-resident	Warehouse	New Built	11708,9	frame concrete
05 WH EX 19	Non-resident	Warehouse	New Built	23145,0	frame concrete
05 WH EX 20	Non-resident	Warehouse	New Built	9615,0	frame concrete
05 WH EX 21	Non-resident	Warehouse	New Built	14585,6	frame concrete
05 WH EX 22	Non-resident	Warehouse	New Built	30038,8	frame concrete
05 WH EX 23	Non-resident	Warehouse	New Built	3117,0	frame concrete
05 WH EX 24	Non-resident	Warehouse	New Built	8368,0	frame concrete
05 WH EX 25	Non-resident	Warehouse	New Built	9947,9	frame concrete
05 WH EX 26	Non-resident	Warehouse	New Built	41113,5	frame concrete
05 WH EX 27	Non-resident	Warehouse	New Built	23538,0	frame concrete
05 WH EX 28	Non-resident	Warehouse	New Built	80457,2	frame concrete
05 WH EX 29	Non-resident	Warehouse	New Built	34226,5	frame concrete
05 WH EX 30	Non-resident	Warehouse	New Built	26917,6	frame concrete
05 WH EX 31	Non-resident	Warehouse	New Built	11372,7	frame concrete
05 WH EX 32	Non-resident	Warehouse	New Built	22781,3	frame concrete



Obrázek 60



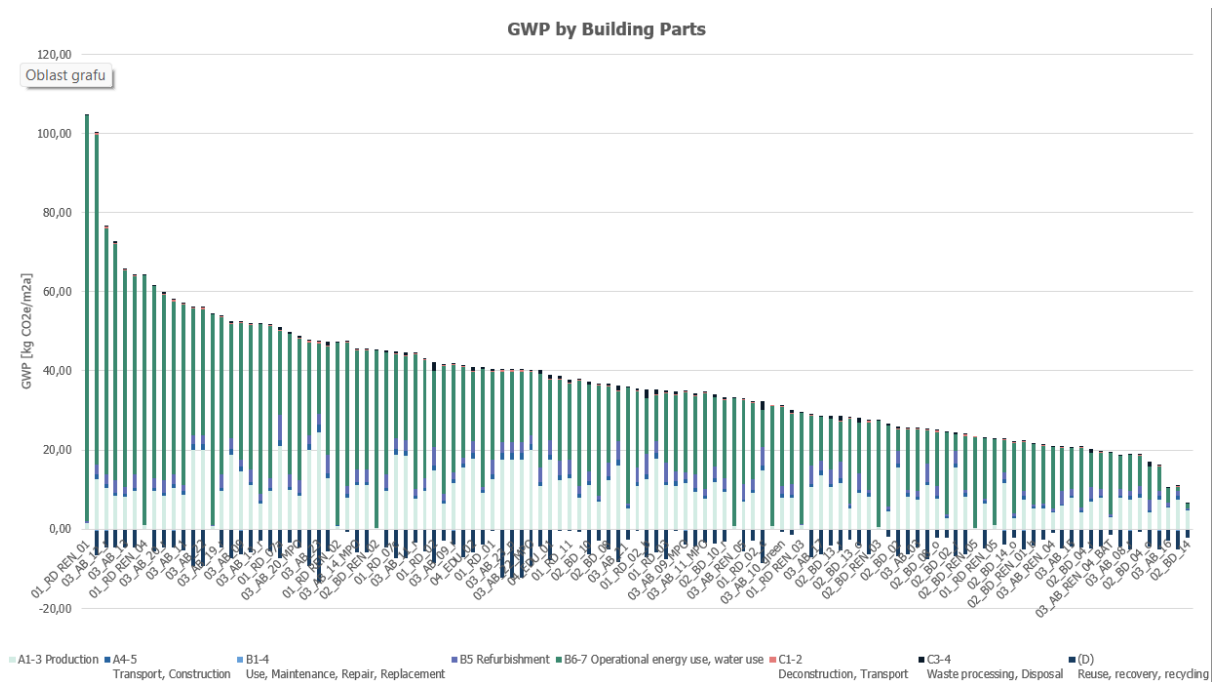
Obrázek 61 Shromážděné případové studie – celkové hodnoty GWP základních variant případových studií a stanovení možných limitních hodnot

5.7 Kompletní výsledky



5.7.1 Novostavby

Obrázek 62



Obrázek 62 Celkové výsledky nově zpracovaných případových studií – hodnoty GWP všech variant případových studií rozdělné dle fází životního cyklu

5.8 Rekonstrukce

TYPY RENOVAČÍ A ROZSAH PODKLAŮ

- U rozsáhlých rekonstrukcí je k dispozici:
 - projektová dokumentace
 - výkaz výměr
 - energetická studie nebo PENB
- U renovací menšího rozsahu bývá obvykle k dispozici:
 - NIC
- U energetické sanace (dotované v rámci NZÚ apod.) bývá k dispozici:
 - skladby řešených konstrukcí
 - PENB stávajícího a návrhového stavu

Velký potenciál v typu 3, tj. energetická sanace podpořená dotací např. v rámci NZÚ.

- Jednotné uložení dat v systému ENEX (spravuje MPO)
- Povinné importování dat (PENB, EA, EP)
- Jednotný formát (*.xml)
- Hodně moc dat k analýzám

Dostupná data z ENEX

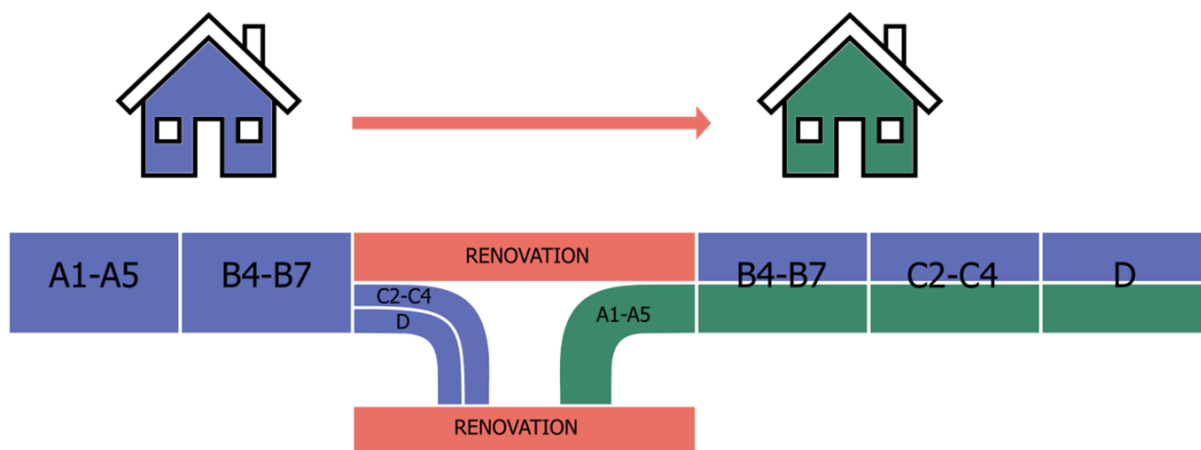
- Typologie budovy
- Objem budovy, objemový faktor
- Energeticky vztažná plocha
- Seznam konstrukcí, jejich plochy a součinitel prostupu tepla
- Skladby řešených konstrukcí
- Zdroje vytápění, chlazení, větrání a přípravy TV
- Celková dodaná energie, primární energie z neobnovitelných zdrojů

Nedostupná data z ENEX

- Není výpis všech materiálů (parapety, kotvy, lišty, tepelná izolace detailů aj.)
- Plochy definované ze systémové hranice obálky budovy – stanovené „metodikou“, odlišné od reálných ploch, které by se objevily ve VV
- Nejsou informace o renovaci technických systémů (rozvody, koncové prvky apod.)
- Nejsou informace o materiálech použitých při renovaci v interiéru



Životní cyklus budovy při renovaci:



PŘÍPADOVÉ STUDIE – RODINNÉ DOMY

Plocha: Celková vnitřní plocha (m²)

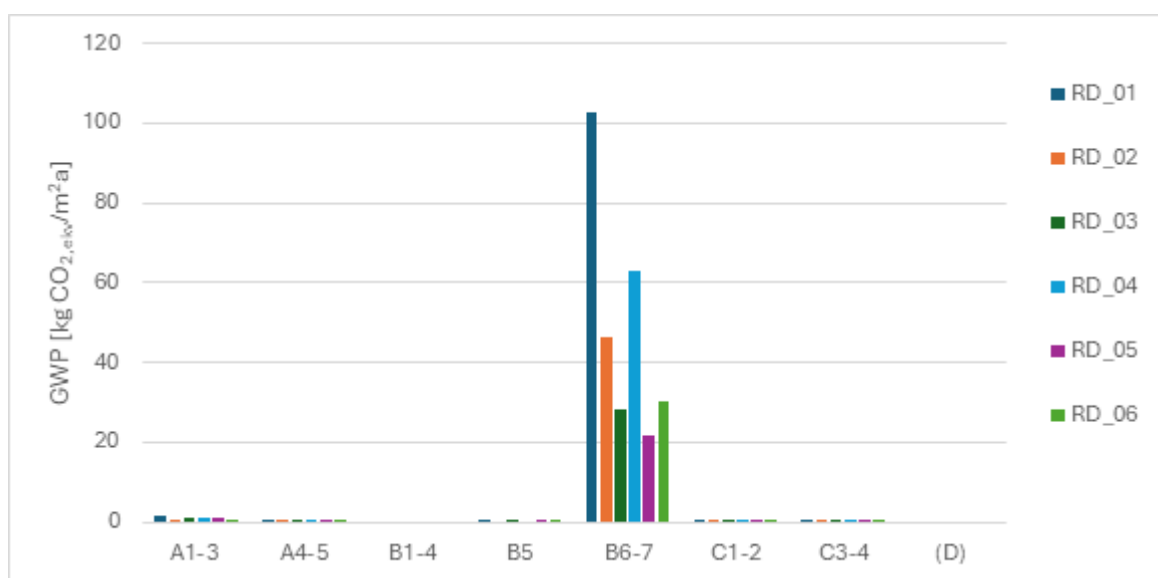
Životnost: 50 let

Název	Řešená opatření	Zdroj vytápění
RD_01	Stěny, střecha, výplně otvorů	Uhlí, EE

RD_02	Stěny, strop k půdě, strop suterénu	Plyn, EE
RD_03	Stěny, střecha, výplně otvorů	Plyn, EE
RD_04	Stěny, strop a stěny k půdě	Plyn, EE
RD_05	Stěny, střecha, terasa	EE, OZE (TČ, FVE)
RD_06	Stěny, výplně otvorů	Dřevo, EE

Uhlíková stopa rozdělená podle fází LCA:

Energy consumption představuje u takových renovací 95 – 97 % emisí.



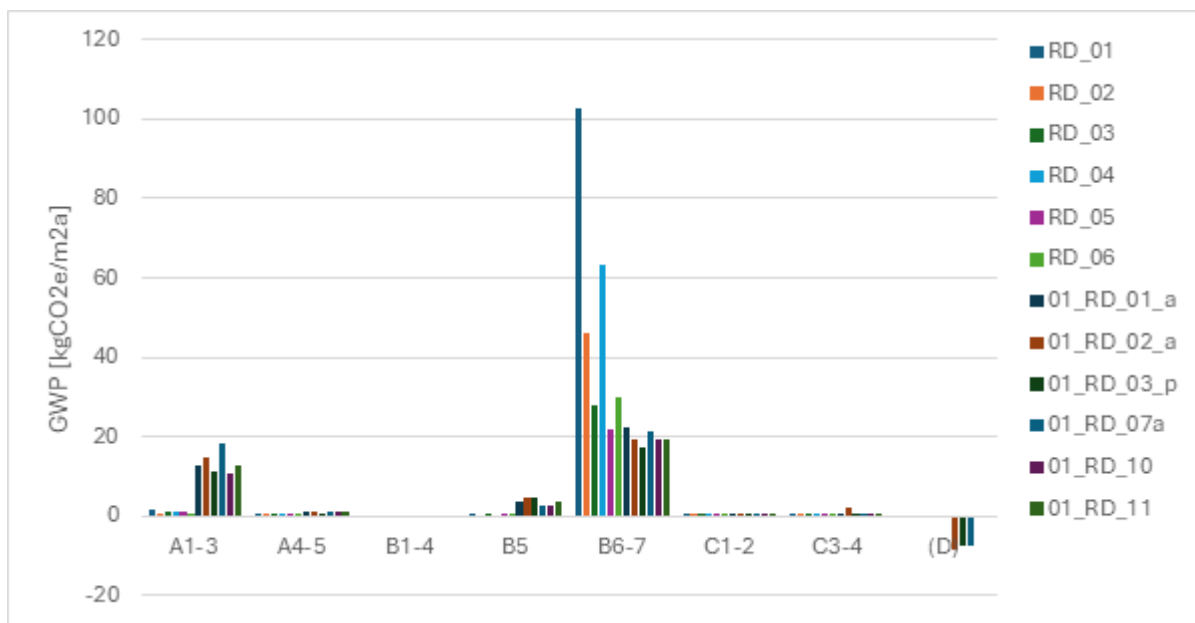
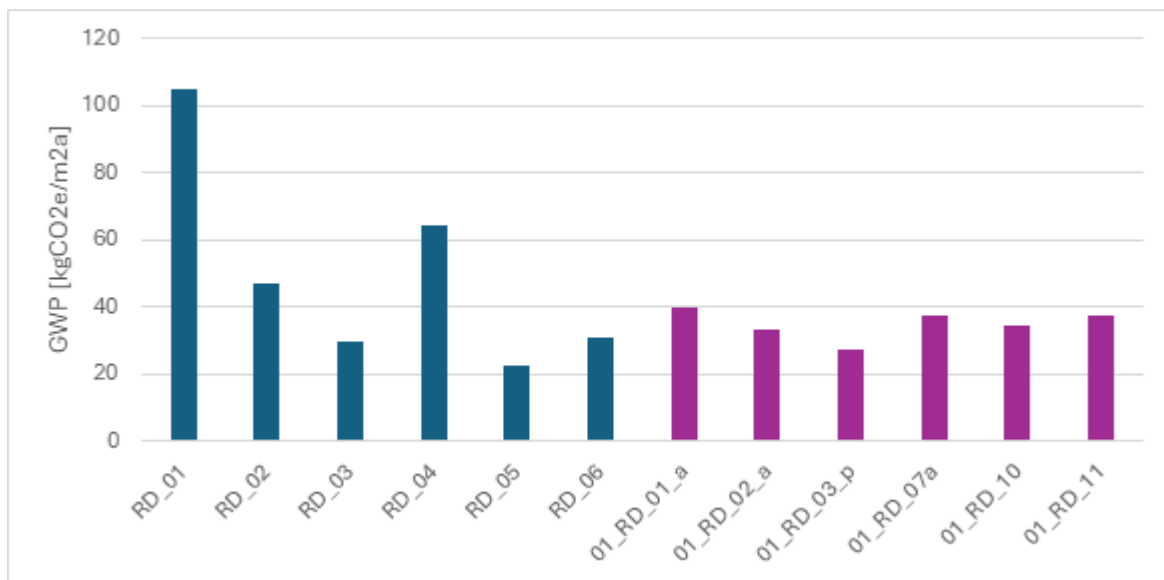
Výsledná měrná roční produkce emisí CO_{2,ekv}:

Porovnání renovovaných rodinných domů a novostaveb.

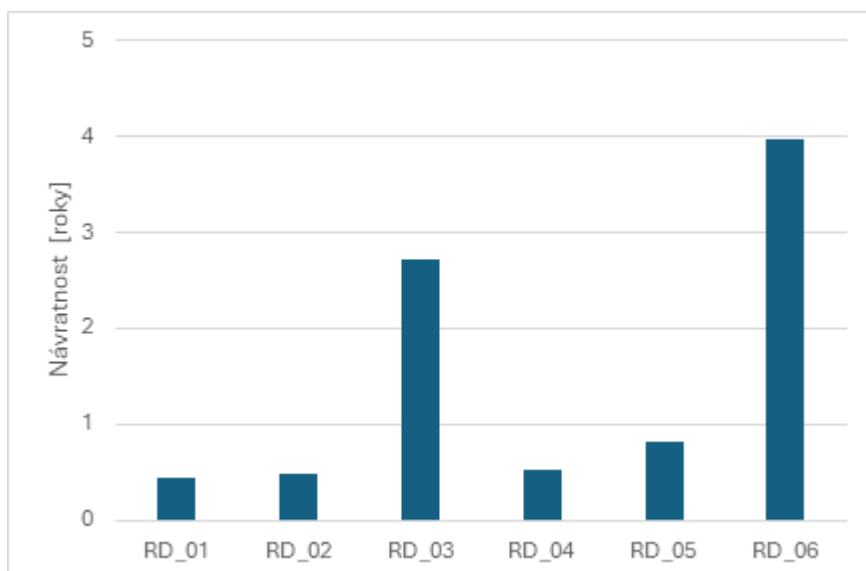
Průměr těchto 6 renovací je 49,9 kg CO_{2,ekv}/m²a

Průměr 2-6 (tj. bez prvního smraďocha na uhlí) je 40,0 kg CO_{2,ekv}/m²a

Průměr těchto novostaveb je 35,0 kg CO_{2,ekv}/m²a



Návratnost opatření - uhlíková stopa:

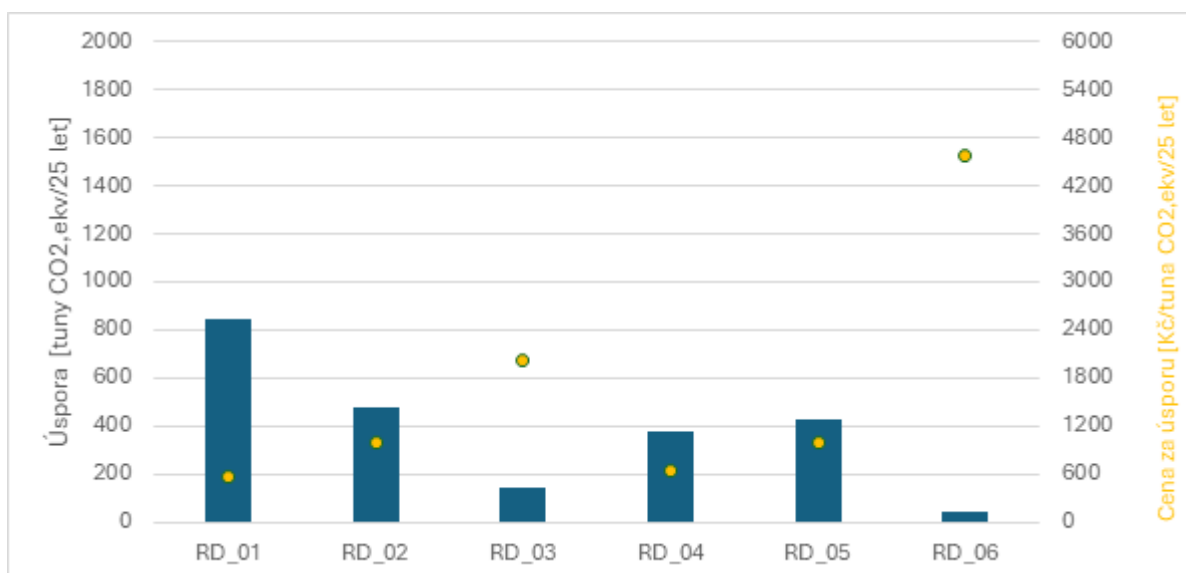


Úspora opatření – výhled do roku 2050:

Cíl Green Deal je dosáhnout na úrovni EU klimatické neutrality do roku 2050, tj. za 25 let.

Levá osa: úspora každého objektu po provedených opatření oproti stávajícímu stavu za 25 let. Průměrná úspora je 385,8 tun CO_{2,ekv}/budovu/25 let

Pravá osa: Vyčíslení dotace od státu na provedená opatření, výsledek ukazuje cenu (státní dotaci) za 1 ušetřenou tunu v intervalu 25 let, tj. do roku 2050. Průměrná cena/dotace je 1634,9 Kč/tuna CO_{2,ekv}/25 let.



PŘÍPADOVÉ STUDIE – BYTOVÉ DOMY

Plocha: Celková vnitřní plocha (m²)

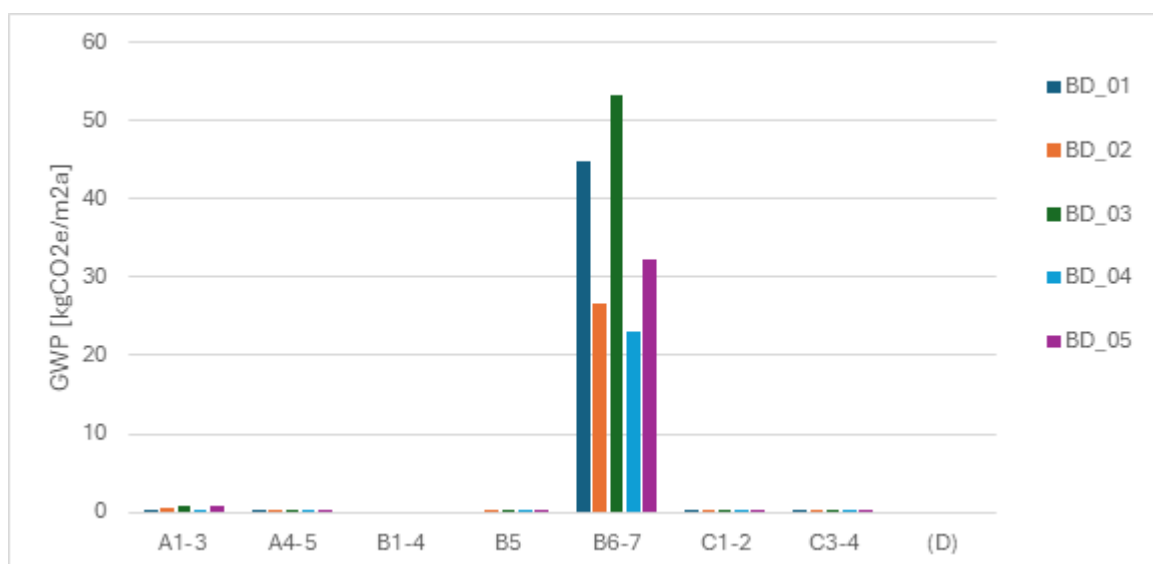
Životnost: 50 let

Název	Řešená opatření	Zdroj vytápění

BD_01	Stěny	Plyn, EE
BD_02	Stěny, strop k půdě, strop suterénu	CZT, EE
BD_03	Stěny, podlaha, střecha, výplně otvorů	Plyn, EE
BD_04	Výplně otvorů	Plyn, EE
BD_05	Kompletní energetická sanace obálky	Plyn, EE

Uhlíková stopa rozdělená podle fází LCA:

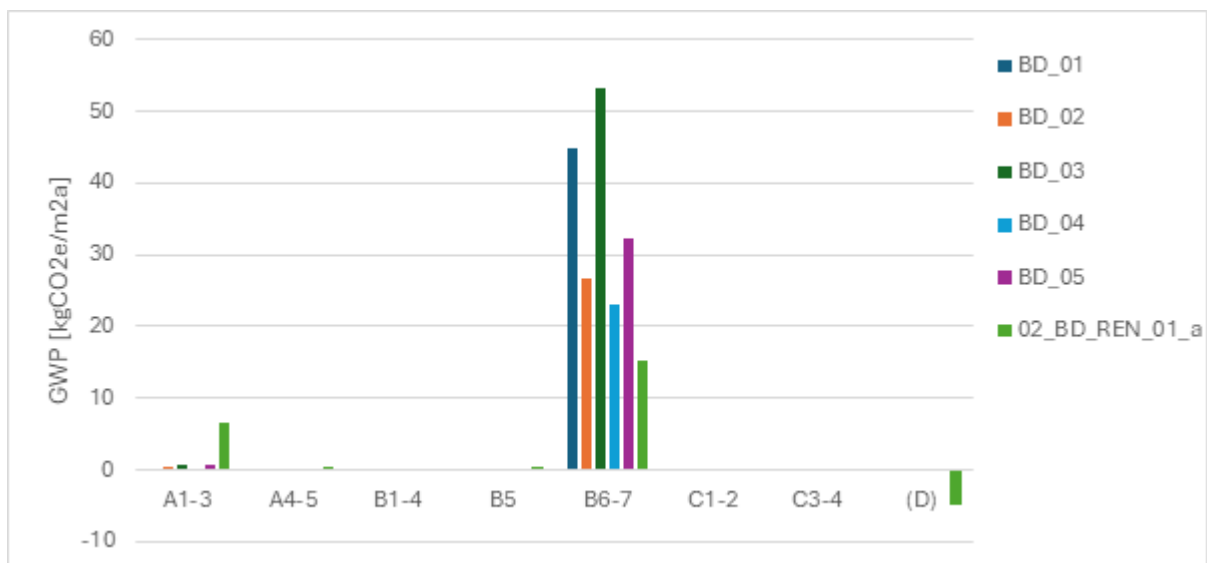
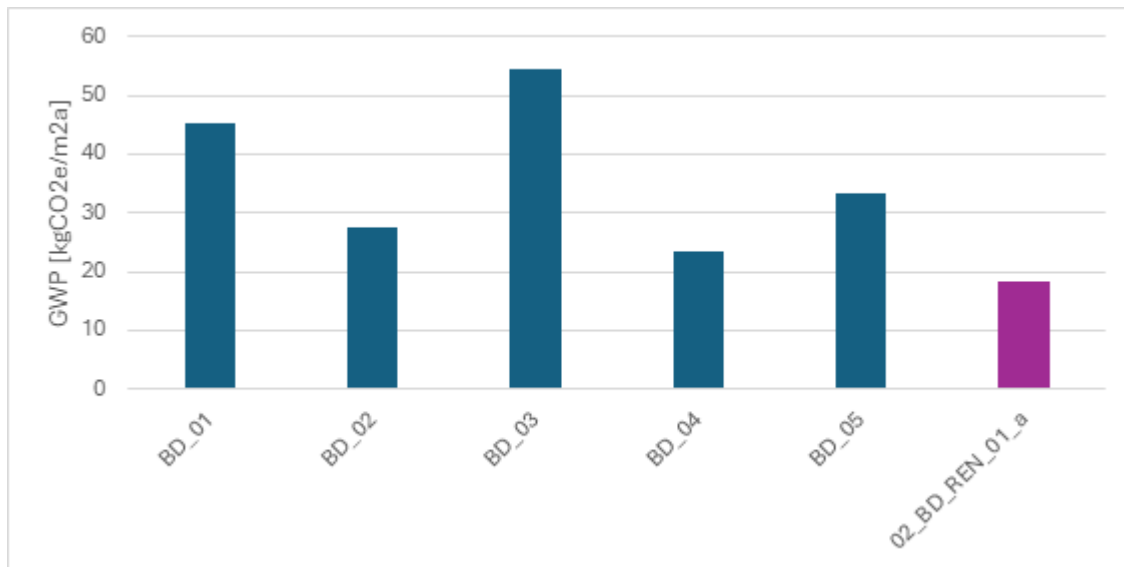
Energy consumption představuje u takových renovací 97 – 99 % emisí.



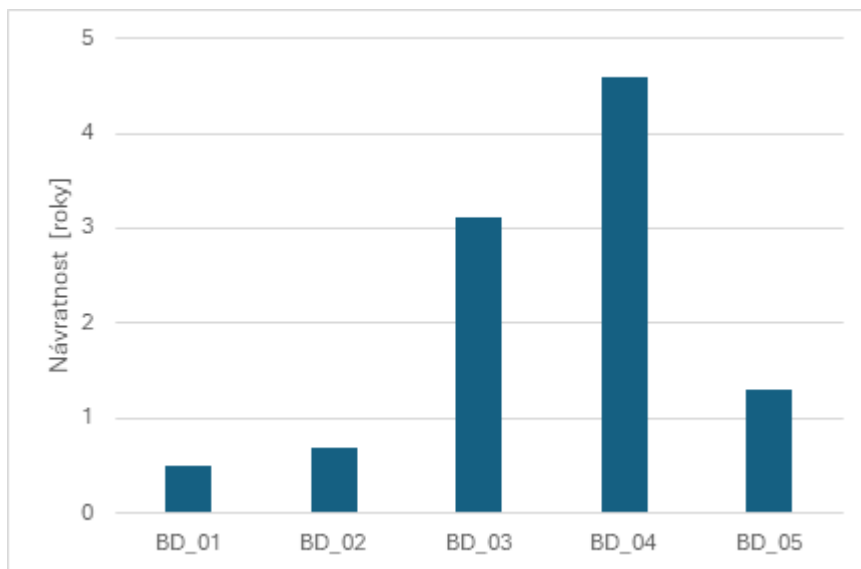
Výsledná měrná roční produkce emisí CO_{2,ekv}:

Porovnání renovovaných rodinných domů alá NZÚ a renovace vč. výkazu výměr.

Průměr těchto 5 renovací je 36,8 kg CO_{2,ekv}/m²a



Návratnost opatření - uhlíková stopa:

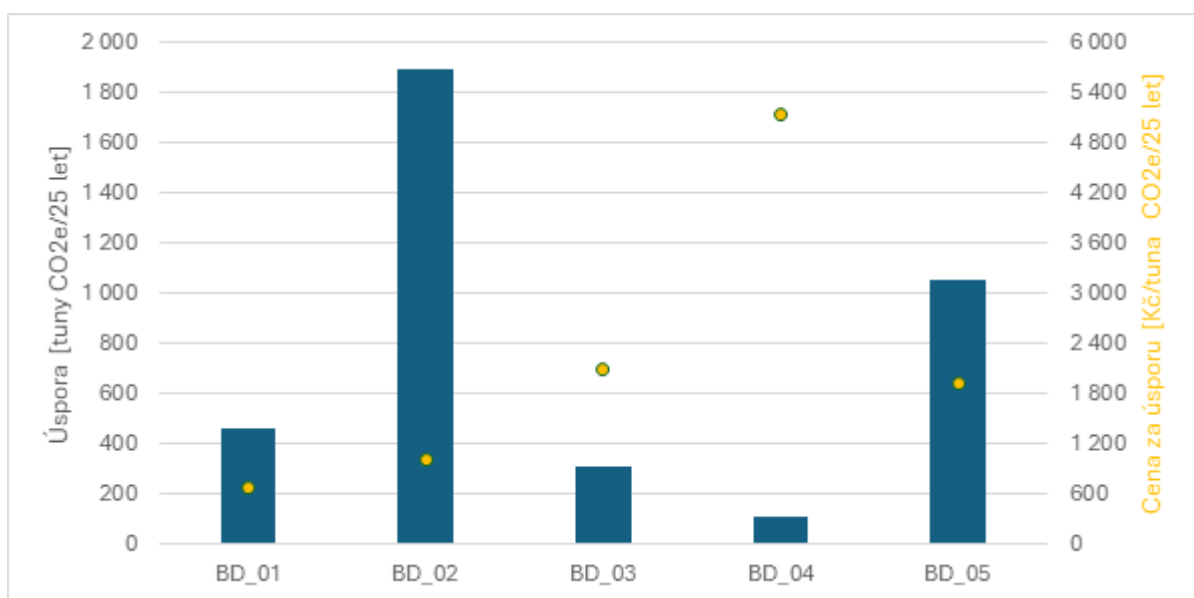


Úspora opatření – výhled do roku 2050:

Cíl Green Deal je dosáhnout na úrovni EU klimatické neutrality do roku 2050, tj. za 25 let.

Levá osa: úspora každého objektu po provedených opatření oproti stávajícímu stavu za 25 let. Průměrná úspora je 765,9 tun CO_{2,ekv}/budovu/25 let

Pravá osa: Vyčíslení dotace od státu na provedená opatření, výsledek ukazuje cenu (státní dotaci) za 1 ušetřenou tunu v intervalu 25 let, tj. do roku 2050. Průměrná cena/dotace je 2164,0 Kč/tuna CO_{2,ekv}/25 let.

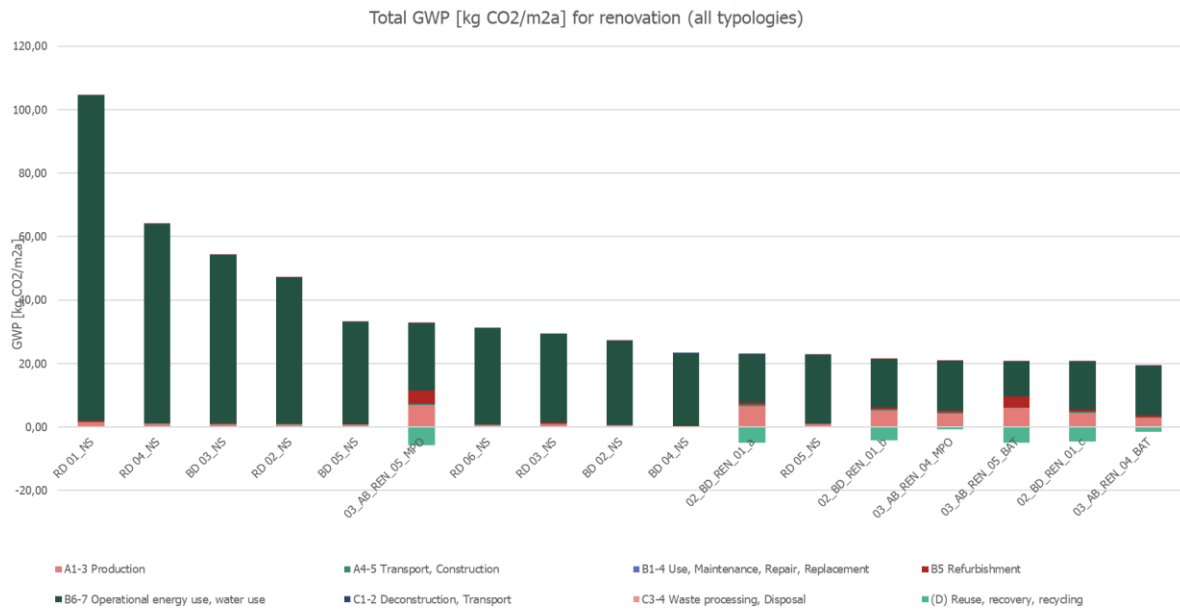


DOPORUČENÍ

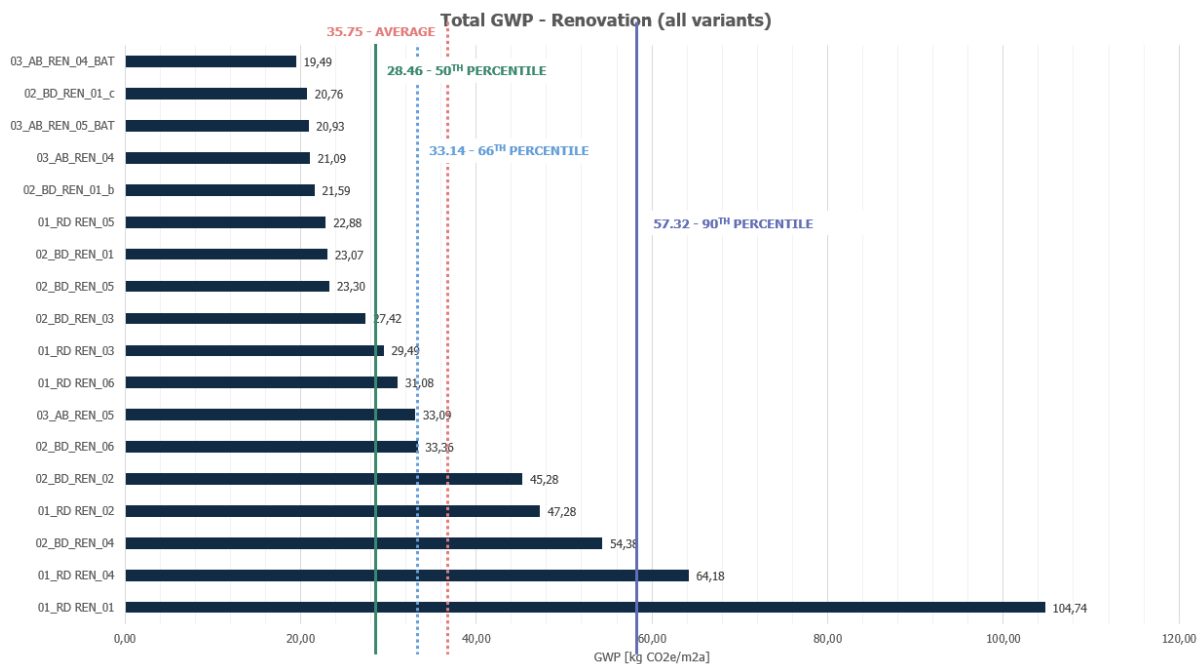
- VYUŽÍT DATA Z ENEX
- ANALYZOVAT SOUČASNÉ ENERGETICKÉ SANACE
- VÝSLEDNÁ STRATEGIE ÚSPOR UHLÍKU A DOTAČNÍ CENY ZA OPATŘENÍ NA MILNÍK 2050

- ROZŠÍŘIT POŽADAVKY NA REPORTING DO ENEX

Obrázek 63



Obrázek 63 Celkové výsledky nově zpracovaných případových studií rekonstrukcí – hodnoty GWP všech variant případových studií rozdělné dle fází životního cyklu



Obrázek 64 Celkové výsledky nově zpracovaných případových studií rekonstrukcí – celkové hodnoty GWP všech variant případových studií a stanovení možných limitních hodnot při nerozlišování typologie

5.9 Stanovení referenčních hodnot – benchmarků

Stanovení referenčních hodnot WLC je nezbytné pro jejich využití v různých politických nástrojích, jako jsou dotační programy nebo zelené veřejné zakázky, ale především pro opětovné snížení uhlíkové stopy fondu budov v souladu se směrnicí EPBD a dalšími příslušnými právními předpisy.

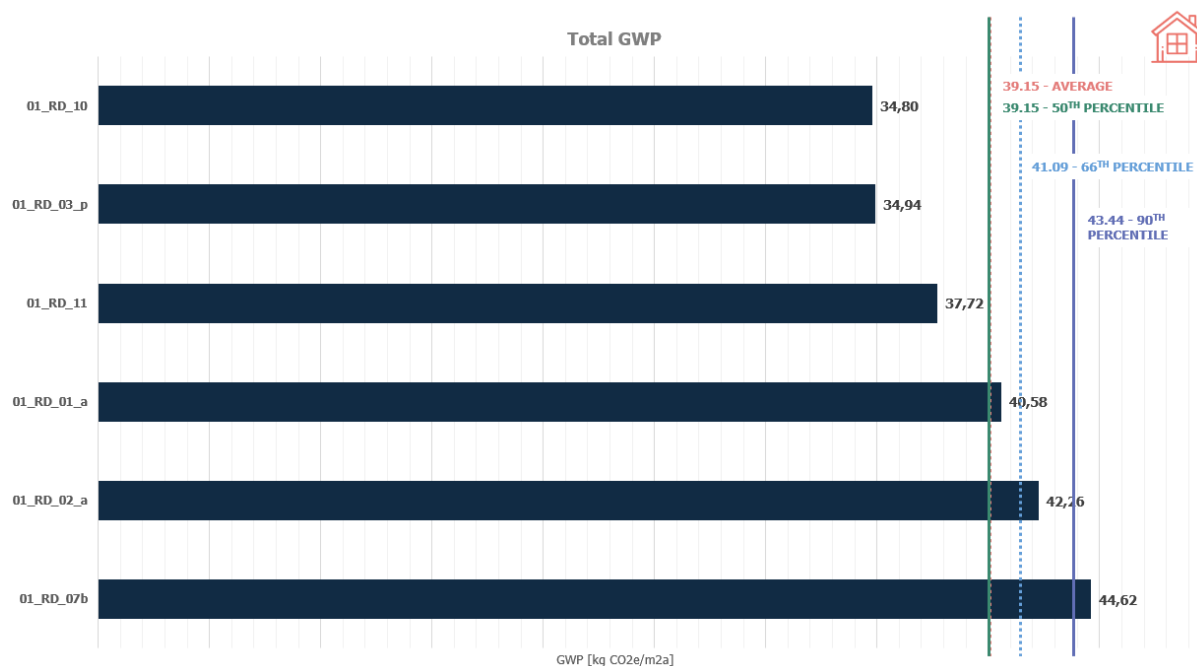
Referenční hodnoty je třeba stanovit zvolenou statistickou metodou (např. medián nebo percentil) na základě kvalitní a dostatečně velké statistické vzorky; pravděpodobně se budou lišit pro různé typologie budov a je třeba je zakotvit v právních předpisech.

Při vývoji referenčních hodnot by měla být zvažena analýza citlivosti případových studií, pokud jde o možný vliv kvality podkladových dat LCA, reprezentace lokality, časového a technologického pokrytí, spolehlivosti a konzistence.

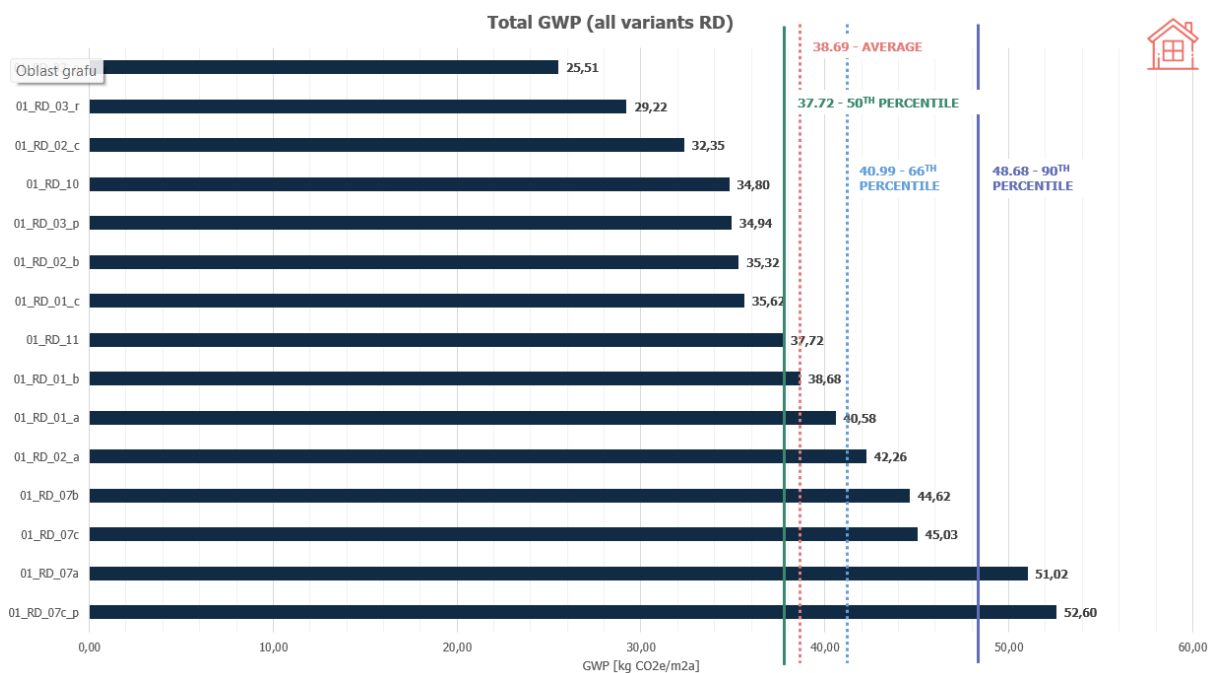
Referenční hodnoty z výsledných hodnot GWP lze nastavit jako vážený průměr, medián nebo percentil. Dalším parametrem je stanovení potřeby uspořít určité množství GWP v daném časovém horizontu, např. do roku 2030 nebo 2050, tj. v souladu s národní strategií dekarbonizace. Česká republika bohužel takovou strategii zatím nemá, a proto je možné se pouze inspirovat v zahraničí nebo stanovit referenční hodnoty politicky, např. je potřeba začít s měkčími limity a postupně je zpřísňovat s tím, jak se zpřesňují výpočty a mění energetický mix.

Například v Dánsku jsou referenční hodnoty GWP pro různé typologie budov stanoveny pro 67. percentil vypracovaných případových studií, tj. hodnoty GWP ve 2/3 celkového pořadí hodnot⁵⁷ [52].

5.9.1 Rodinné domy

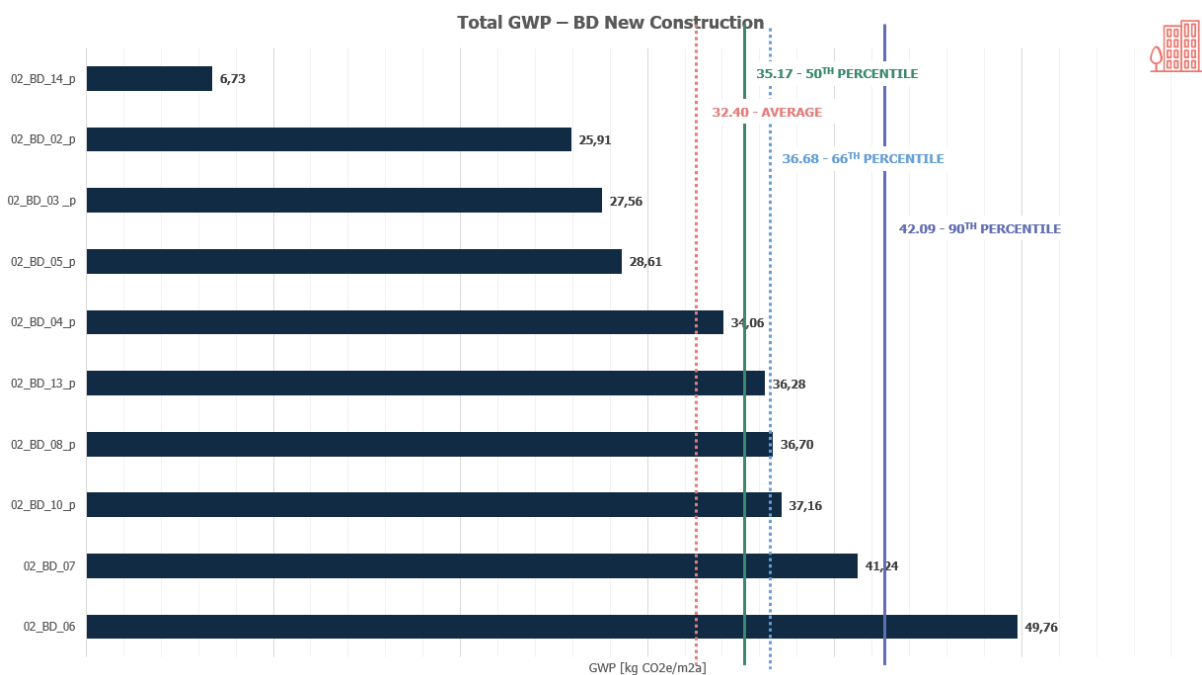


Obrázek 65 Rodinné domy – celkové hodnoty GWP základních případových studií a stanovení možných limitních hodnot pro ČR

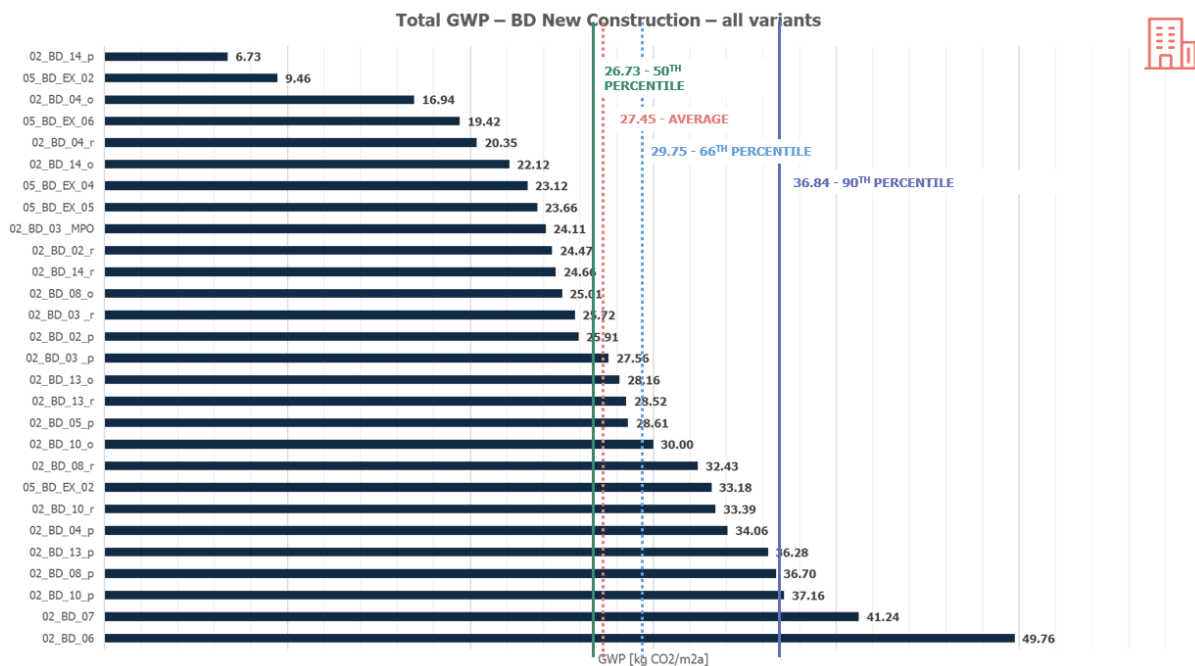


Obrázek 66 Rodinné domy – celkové hodnoty GWP všech variant případových studií a stanovení možných limitních hodnot

5.9.2 Bytové domy

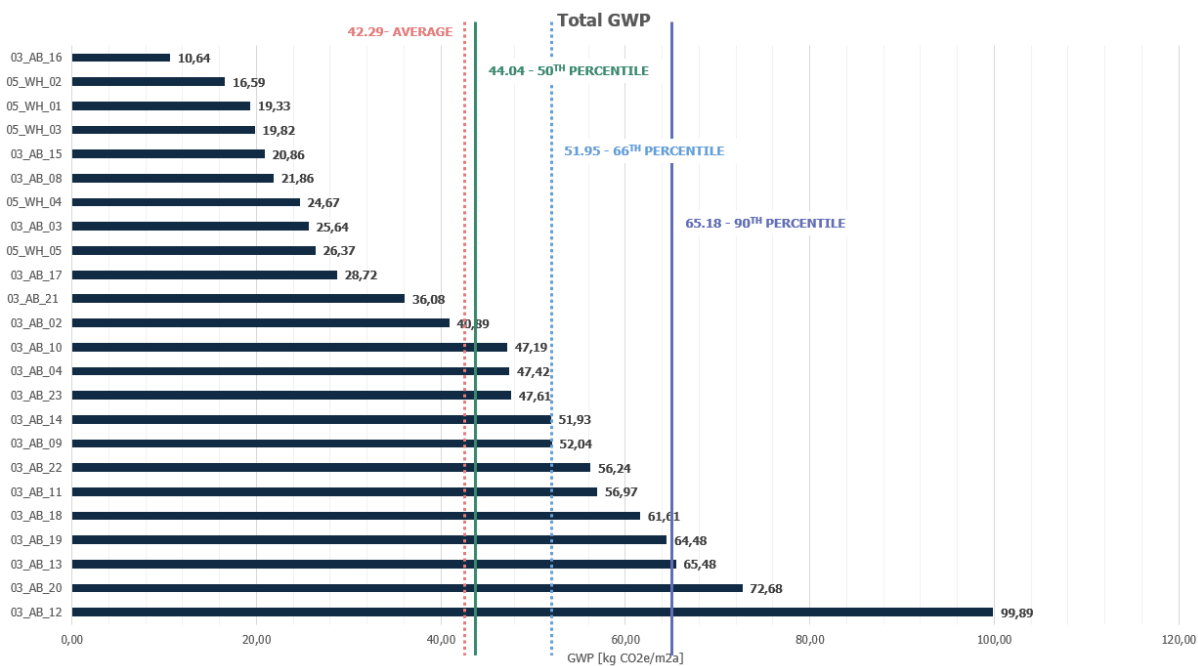


Obrázek 67 Bytové domy – celkové hodnoty GWP základních případových studií a stanovení možných limitních hodnot pro ČR

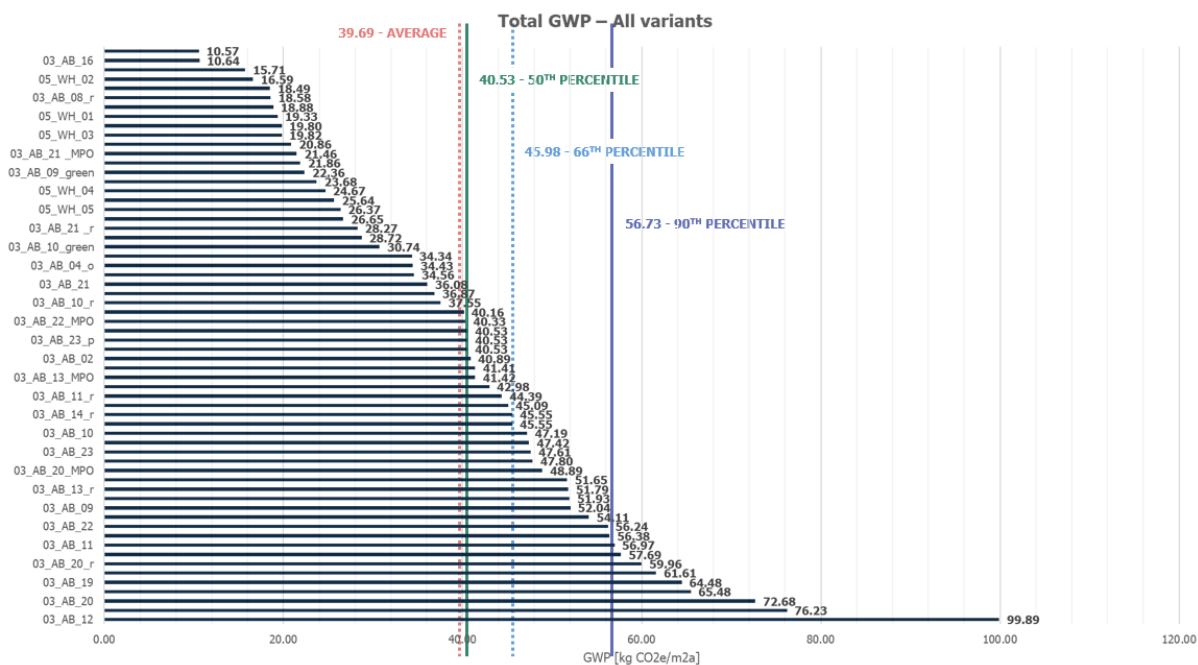


Obrázek 68 Bytové domy – celkové hodnoty GWP všech variant případových studií a stanovení možných limitních hodnot

5.9.3 Administrativní budovy

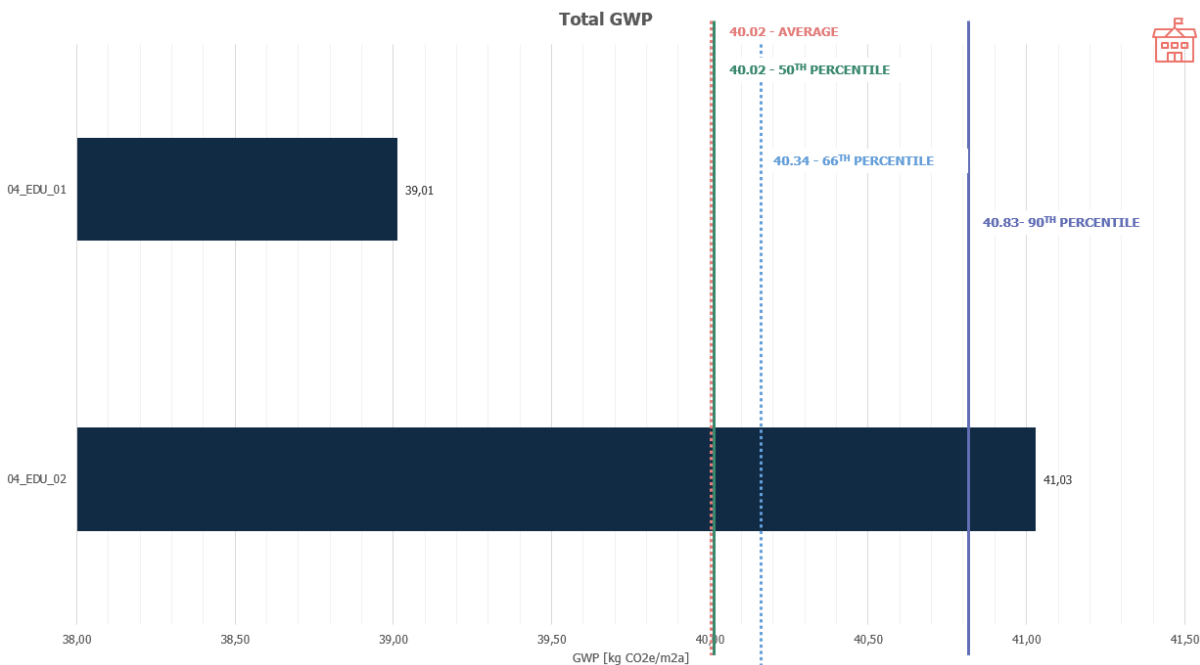


Obrázek 69 Administrativní budovy – celkové hodnoty GWP základních případových studií a stanovení možných limitních hodnot



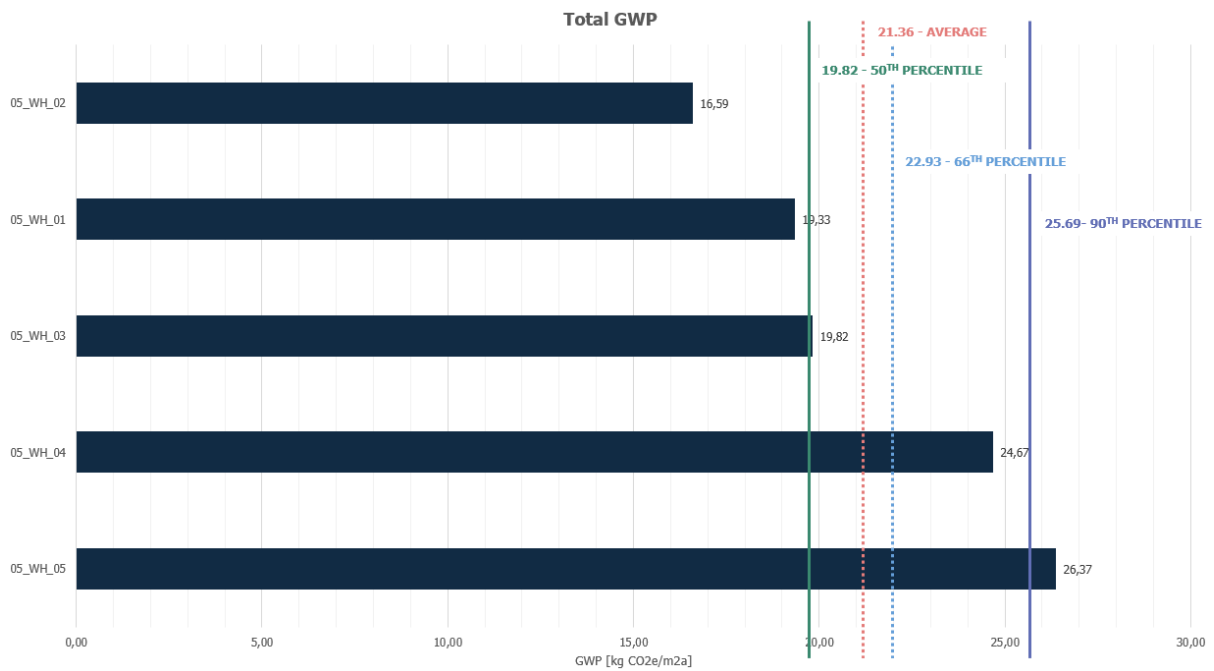
Obrázek 70 Administrativní budovy – celkové hodnoty GWP všech variant případových studií a stanovení možných limitních hodnot

5.9.4 Budovy pro vzdělávání



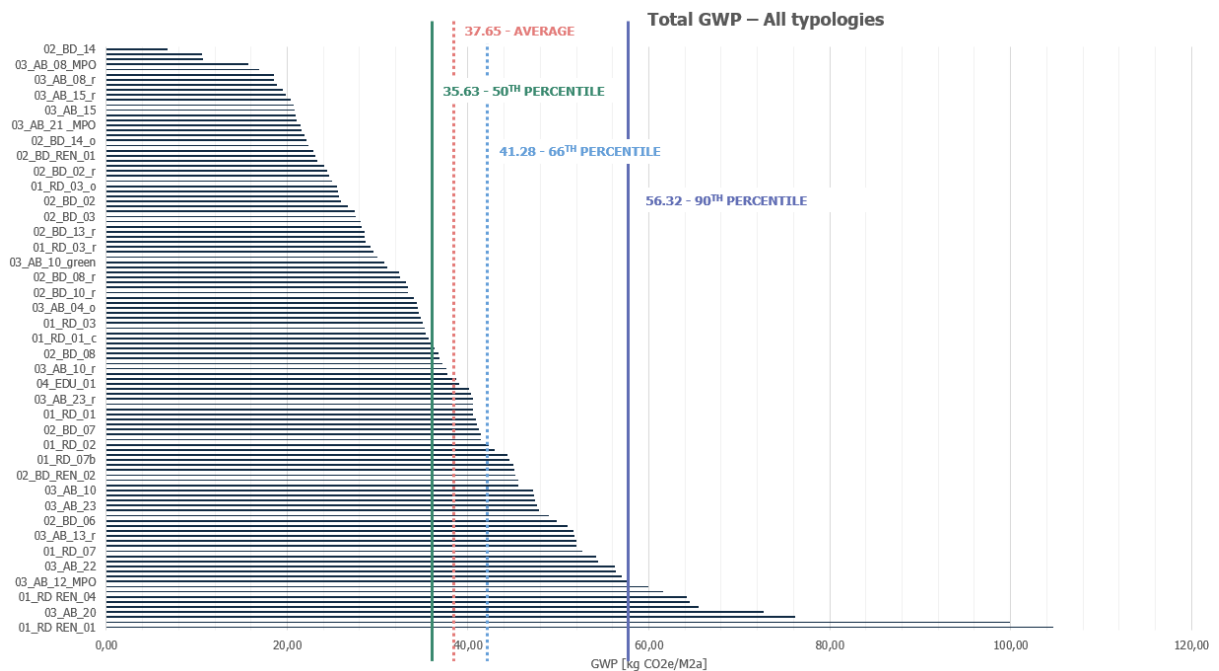
Obrázek 71 Budovy pro vzdělávání – celkové hodnoty GWP základních variant případových studií a stanovení možných limitních hodnot

5.9.5 Logistické haly



Obrázek 72 Logistické haly – celkové hodnoty GWP základních variant případových studií a stanovení možných limitních hodnot

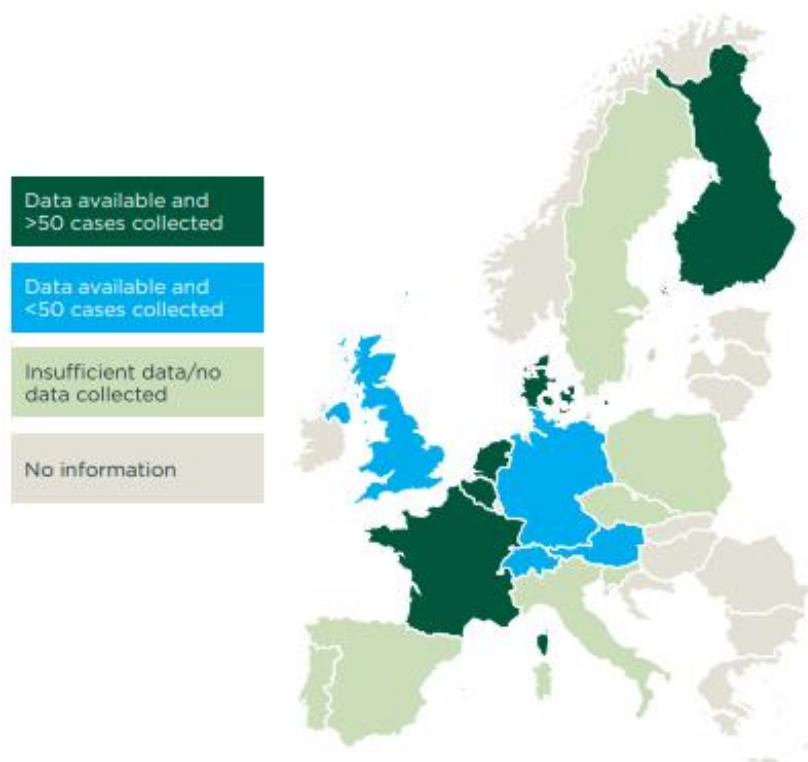
5.9.6 Kompletní výsledky



Obrázek 73 Celkové výsledky nově zpracovaných případových studií – celkové hodnoty GWP všech variant případových studií a stanovení možných limitních hodnot při nerozlišování typologie

5.9.7 Porovnání s hodnotami EU

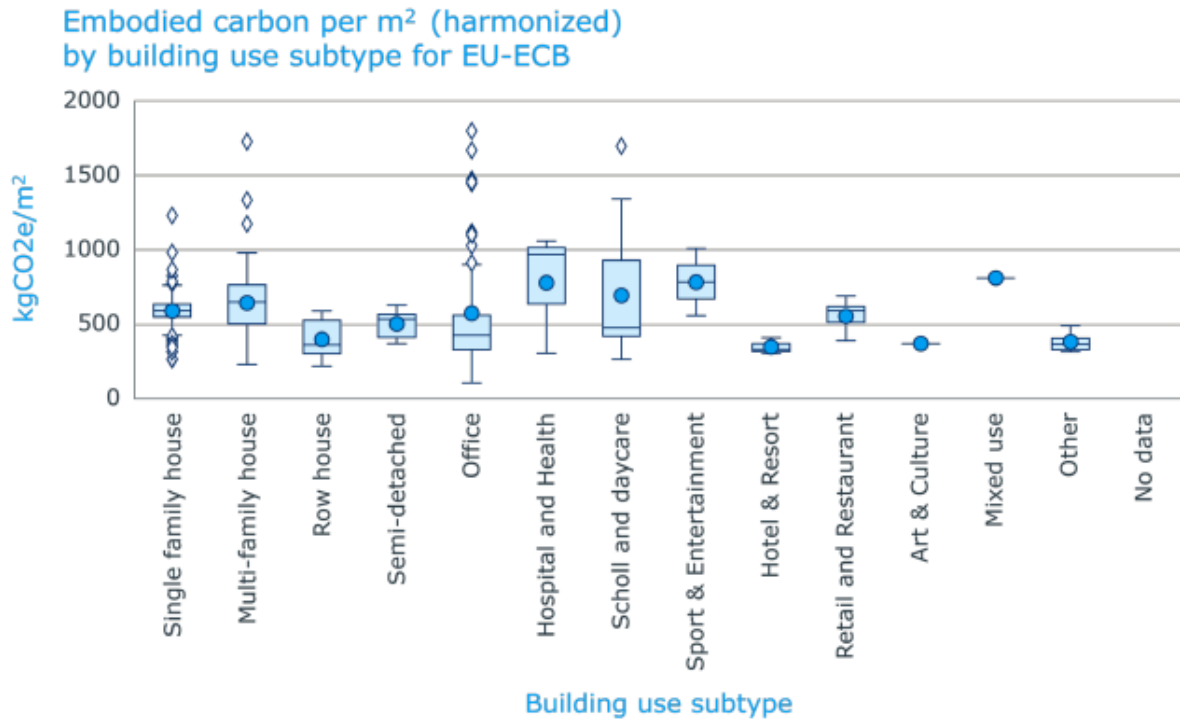
Figure 4: Overview of status from building LCA data screening and collection across European countries.



Obrázek 74

<https://fs.hubspotusercontent00.net/hubfs/7520151/RMC/Content/EU-ECB-2-Setting-the-baseline.pdf>

Figure 7: Harmonised life cycle embodied carbon per m² gross floor area by building use subtype based on the EU-ECB dataset



Obrázek 75

Table 6: Life cycle embodied carbon for different building use types per country [kg CO₂e/m²], where count is the number of cases in each data subset and mean is the average embodied carbon from said subsets.

Metric \ Type of structure	BE	DK	FI	FR	NL	EU-ECB
mean Non-residential	-	34	31	27	18	110
mean Residential	105	38	28	434	29	634
mean All types	105	72	59	461	47	744
Non-residential	-	348	532	1102	397	593
Residential	591	356	457	634	385	591
All types	591	352	497	661	389	591

Obrázek 76

Figure 3: Global trends in life cycle GHG emissions from buildings, showing a relative and absolute increase of embodied GHG emissions in new advanced buildings (as in [2], Figure 3.a).

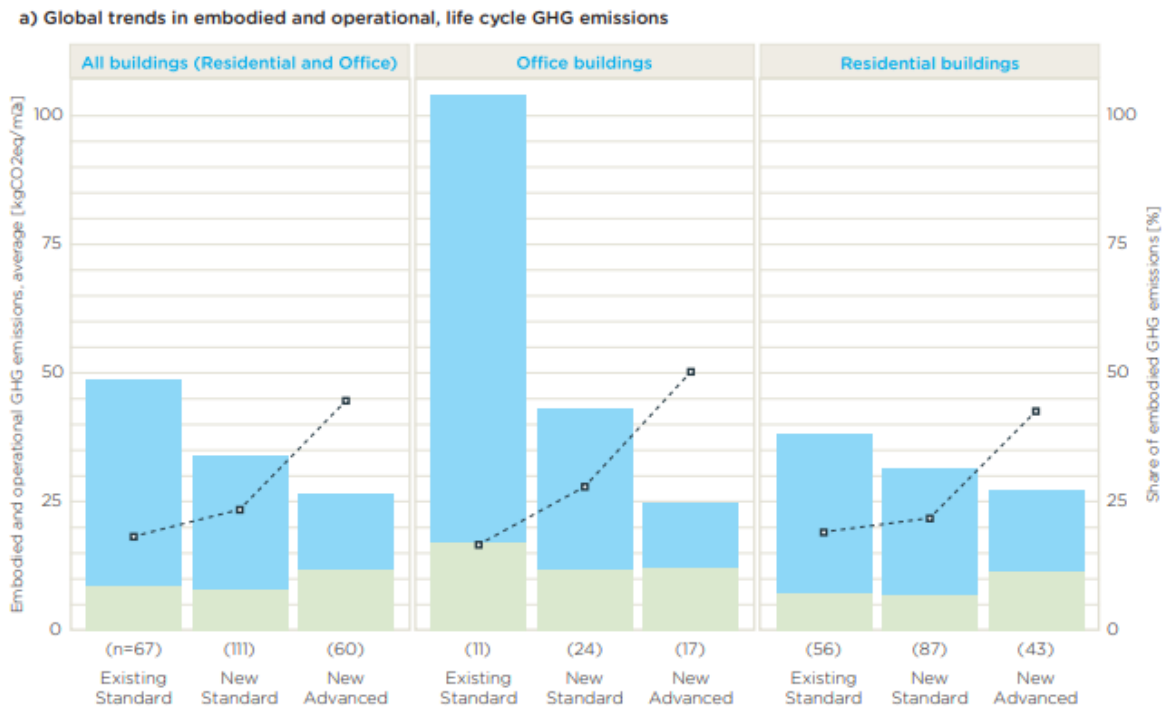
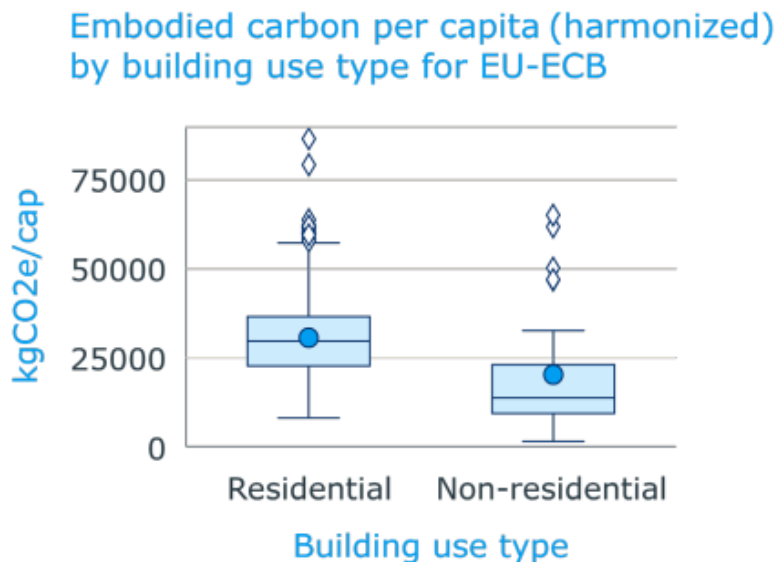


Figure 3 presents the results of the meta-study regarding the whole life cycle of GHG emissions for buildings in different energy performance classes (Existing standard; New standard; New advanced). The stacked bar charts show results for both embodied (red) and operational (blue) emissions, respectively. The dashed line expresses the relative share of embodied GHG emissions [%] within whole life cycle emissions and highlights the evolution and increasing share of embodied emissions for new buildings. The three boxes distinguish results based on subsets of the data for different building use types (Left box: residential buildings and offices, centre box: office buildings, right box: residential buildings).

Obrázek 77

Figure 6: Harmonised life cycle embodied carbon per m² gross floor area by building use type based on the EU-ECB dataset



Obrázek 78

6 Identifikace bariér a cesty k jejich překonání

Tato kapitola shrnuje identifikované bariéry související s výsledky projektu INDICATE. Je rozdělena na dvě části, na bariéry přímo ovlivňující úspěšnou implementaci výsledků projektu a na ty, které s výsledky souvisí spíše nepřímo. Během sestavování těchto bariér bylo využito jejich rozdělení ze zero carbon roadmapy publikované Českou radou pro šetrné budovy na začátku tohoto roku (bariéry týkající se témat technických, ekonomických, legislativních, znalostních, témat z oblasti vzdělávání a o světy, správních a strategických a organizačních). Pro shrnutí všech bariér je třeba nahlédnout do samotné roadmapy.

6.1 Bariéry implementace WLC

6.1.1 Komplexní nedostatek dat pro dekarbonizaci stavebního sektoru

Efektivní implementace WLC vyžaduje přístup ke kvalitním a relevantním datům, které jsou klíčové pro široké spektrum uživatelů, od projektantů po politické činitele. Současná situace však ukazuje významné nedostatky v dostupnosti těchto informací.

Prvním významným problémem je absence jednotné LCA databáze pro stavební materiály na českém trhu, což komplikuje porovnávání materiálů podle jejich GWP (Global Warming Potential). Toto omezení brání architektům a projektantům ve správném hodnocení emisí skleníkových plynů v životním cyklu budov jejich návrhů, zvláště ve fázích, kdy jsou zapotřebí specifická data o konkrétních výrobcích pocházející z EPD. Zároveň chybí dostatek dat o emisích skleníkových plynů spojených s produkcí stavebních výrobků (tzv. Zabudované emise).

Druhý významný nedostatek spočívá v omezené dostupnosti dat o celkovém fondu budov. Tyto informace jsou nezbytné pro posouzení potenciálů rekonstrukcí a prodloužení životnosti budov, což by mohlo výrazně snížit potřebu nových stavebních materiálů a tím i emisní zátěž. Aktuální model fondu budov není pravidelně aktualizován, což snižuje jeho užitečnost pro strategické rozhodování.

Třetí problém představuje nedostatek oficiálních informací o emisních intenzitách jednotlivých energetických zdrojů, které jsou klíčové pro plánování strategií dekarbonizace. Potřeba aktuálních údajů o českém energetickém mixu a jeho predikce do budoucna je nezbytná pro efektivní a realistické plánování snižování emisí ve stavebnictví, včetně vývoje energetických scénářů pro elektřinu, plyn a jejich alternativy.

Pro zlepšení situace je doporučeno zahájit iniciativy na vytvoření národní LCA databáze, zlepšit informovanost o energetických zdrojích a poskytovat pravidelné aktualizace dat o fondu budov, aby bylo možné efektivně reagovat na výzvy spojené s dekarbonizací stavebnictví.⁵⁸

Opatření:

- Iniciovat vytvoření národní LCA databáze stavebních výrobků (s integrovanými generickými daty pro použití v prvotních fázích navrhování budov a specifická data pro jednotlivé stavební výrobky (MŽP)
- Vydat jasný harmonogram povinného dokladování a elektronického evidování EPD ke stavebním výrobkům, například prostřednictvím CENIA
- Úzce koordinovat vytvoření LCA databáze a souvisejících postupů s vývojem mezinárodně uznávaných metodik k posouzení WLC na úrovni EU (MŽP, Odbor stavebnictví a stavebních hmot na MPO)
- Rozšířit energetický štítek o materiálovou skladbu (MPO, MŽP)
- Rozšířit soubor poskytovaných statistik o fondu budov (ČSÚ)
- Poskytnout scénáře s uvedením hodnot emisních faktorů energií a postupně novelizovat zákony a vyhlášky tak, aby se na tato dat odvolávala (MPO)
- Při registraci EPD vyžadovat povinně el. formu datových tabulek (např. využití EN ISO 22057) – většina operátorů programů EPD v EU tak již činí. Je to pak zdroj dat pro národní LCA databázi (MŽP/CENIA)

6.1.2 Nedostatečná dostupnost a rozšířenost nástrojů pro WLC a závazný metodický postup hodnocení

Nutnou podmínkou pro úspěšnou implementaci výpočtů GWP do české praxe je dostupnost výpočetního nástroje pro LCA budov. Ten v ČR dosud neexistuje, proto se pro LCA aktuálně využívají především poměrně drahé komerční zahraniční nástroje, které výrazně navyšují náklady projektu a postrádají reprezentativnost pro ČR a často i transparentnost. Problémem je i nejednotnost používaných LCA metodik ve výpočetních nástrojích, a nedostatečné ukotvení LCA metodiky i v rámci jednoho nástroje. Další příčinou nepřesností jsou i rozdílné zdroje LCA dat používané v existujících nástrojích, vedoucí k neporovnatelným výsledkům. Existující softwary jsou pro architektky a projektanty nečitelné, není jasný původ a kvalita dat.

⁵⁸ Česká rada pro šetrné budovy. (n.d.). *Roadmap*. Retrieved May 4, 2024, from https://www.czgbc.org/download/Roadmap_CZ_final.pdf

Opatření

- Vytvořit národní kalkulační nástroj, buď samostatně nebo formou integrace do existujících výpočetních nástrojů pro tvorbu PENB nebo rozpočtů a legislativně ukotvit výpočetní metodiku (MŽP/TA ČR)
- Jako základ pro závaznou metodiku je možné použít metodiku, kterou v rámci projektu pro ECF v roce 2023 vytvořilo ČVUT-UCEEB.
- Po zavedení jednotné metodiky, databáze, software a vyhodnocení dostatečného vzorku fondu budov zavést legislativní limity na zabudované CO₂eq./m² pro novostavby.

6.1.3 Rozmělnění záměru EU směrnic při jejich implementaci

V ČR nedosahuje podpora uhlíkové neutrality takové intenzity jako na úrovni EU, hlavně kvůli slabé mezirezortní koordinaci a nedostatečné integraci agend. Nedostatek personálních kapacit rezortů komplikuje tvorbu a implementaci směrnic týkajících se klimatické změny, což vede k zpožděním a nesrovnalostem v jejich aplikaci. Tento problém je zřetelný i v nastavení a výkladu technických kritérií EU směrnic a ESG, což vyžaduje lepší koordinaci a jednotné standardy. Dále je potřeba zajistit soulad s dalšími regulačními iniciativami, zejména revizí nařízení o stavebních výrobcích (CPR) a minimálními povinnými kritérii v oblasti zelených veřejných zakázek.

Opatření:

- Zajistit komplexní meziresortní koordinaci transpozice a implementace nové legislativy.
- Vytvořit metodiky pro výklad směrnic SFDR, CSRD a technických kritérií EU Taxonomie, zejména kapitoly 7 “klimatického” nařízení v přenesené pravomoci a kapitoly 3 Přílohy II “environmentálního” nařízení v přenesené pravomoci, týkajících se budov a specificky pro příslušné dotační programy.

6.1.4 Znalostní bariéry

V rámci stavebního sektoru existují tři hlavní znalostní bariéry, které brzdí úspěšnou implementaci WLC. První se týká soukromých stavebníků, kteří často nerozumí přínosům udržitelných řešení, což ovlivňuje jak novostavby, tak renovace. Tento nedostatek znalostí je způsoben nedostatečnou informovaností ze strany projektantů a architektů, kteří jsou primárním zdrojem informací pro investory. Druhá bariéra se vyskytuje u veřejných investorů, kteří si nejsou vědomi nutnosti reportování uhlíkové stopy, což může ohrozit financování budoucích stavebních projektů. Třetí zásadní problém se objevuje u malých výrobních a realizačních firem, které nemají kapacity sledovat vývoj legislativních a tržních požadavků na dekarbonizaci, což je nezbytné pro splnění budoucích regulativních nároků včetně povinností vyplývajících ze směrnice CSRD a novely CPR. Tyto bariéry ukazují na potřebu zvýšené osvěty a posílení odborných kapacit napříč stavebním sektorem.

Opatření

- Stát ve spolupráci s oborovými organizacemi, profesními sdruženími a neziskovými organizacemi mají zajistit plošnou informační a osvětovou kampaň sloužící

k odstraňování mýtů a nevýhodnosti udržitelných řešení směřovanou na širokou veřejnost, tj. na všechny typy soukromých investorů do budov.

- Developeři mohou efektivně využít přínosy nízkoemisních řešení z ESG reportu do svého marketingu, což může být další forma osvěty veřejnosti.
- Zajistit metodickou podporu pro zadavatele veřejných zakázek s konkrétními doporučenými parametry (zadávací podmínky i hodnotící kritéria).
- Zajistit monitoring připravenosti stavebních projektů na jednotlivých resortech a upozorňovat na nutnost plnění environmentálních požadavků na projekty.

6.1.5 Strategické a organizační bariéry

V České republice probíhá aktualizace klíčových strategických dokumentů, jako jsou Politika ochrany klimatu⁵⁹ a Státní energetická koncepce⁶⁰, které se snaží stanovit závazky pro snížení produkce skleníkových plynů. Tyto dokumenty, včetně Vnitrostátního plánu v oblasti energetiky a klimatu⁶¹, však nejsou v současné době dostatečně konkrétní na to, aby z nich bylo možné dovodit, jestli a kdy budou stanoveny požadavky na úspory WLC. Neexistuje státní strategie pro stavebnictví.

Kromě toho, navzdory tomu, že stavebnictví produkuje třetinu emisí skleníkových plynů v zemi, chybí na relevantních ministerstvech (MPO, MŽP, MMR, MF) personální kapacity pro soustavnou a koordinovanou práci na dekarbonizaci tohoto sektoru. Tyto problémy ukazují na potřebu zlepšení strategického plánování a zvýšení kapacit pro efektivnější implementaci environmentálních závazků.

Opatření

- Připravit harmonogram zavádění implementace revize EPBD a v rámci PENB bude požadovat výpočet uhlíkové stopy budov v celém životním cyklu a iniciuje diskusi o požadovaných cílových parametrech budov a jejich zavádění v čase (MPO)
- Posílit personální kapacity příslušných ministerstev, bez něhož nebude možné dekarbonizaci kvalitně a včas realizovat (MPO, MŽP, MMR, MF)
- Zajistit průběžné odborné vzdělávání zaměstnanců a podporovat jejich účast na mezinárodních akcích s cílem prohloubit mezinárodní spolupráci a získávání znalostí a zkušeností (MPO, MŽP, MMR, MF)

⁵⁹ Ministerstvo životního prostředí ČR. (2017). *Politika ochrany klimatu 2017-2030*. Retrieved May 4, 2024, from https://www.mzp.cz/cz/politika_ochrany_klimatu_2017

⁶⁰ Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. (n.d.). *Východiska aktualizace státní energetické koncepce ČR a souvisejících strategických dokumentů*. Retrieved May 4, 2024, from <https://www.mpo.cz/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/vychodiska-aktualizace-statni-energeticke-koncepcce-cr-a-souvisejicich-strategickych-dokumentu--273672/>

⁶¹ Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. (n.d.). *Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu*. Retrieved May 4, 2024, from <https://www.mpo.cz/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/vnitrostatni-plan-ceske-republiky-v-oblasti-energetiky-a-klimatu--252016/>

6.2 Další související bariéry

Do dalších bariér souvisejících s implementací WLC spíše nepřímo dále patří následující uvedena sdružená témata. Bližší komentáře a následná opatření jsou uvedeny v zero carbon roadmapě⁶²:

6.2.1 Bariéry spojené s technologiemi a materiály

Tradiční stavební materiály čelí výzvam s nahrazením fosilních paliv a chemických procesů bez dopadů na klima. Nákladné a technologicky náročné procesy, jako je elektrifikace výroby, vyžadují alternativy jako bioplyn nebo syntetické plyny. Nedostatek nízkouhlíkových materiálů a pomalé tempo jejich zavádění komplikuje přechod, stejně jako nedostatečné technologie pro recyklaci stavebních odpadů. Konkrétní bariéry:

- Obtíže s nahrazením fosilních paliv v tradičních materiálech
- Nedostatečné tempo zavádění nízkouhlíkových materiálů
- Nevyužitý potenciál odpadních materiálů
- Rezervy v materiálové efektivitě ve výrobě

6.2.2 Bariéry ve financování a ekonomické podpoře

Financování nízkouhlíkových projektů trpí nedostatkem jasné národní metodiky a nejednotnými postupy finančních institucí, což komplikuje získávání financí. Veřejný sektor se potýká s nedostatečně plánovanými financemi pro renovace, zatímco trh s dekarbonizací výroby stavebních materiálů a teplárenství čelí ekonomickým výzvam z důvodu omezené konkurence a vysokých nákladů na přechod. Konkrétní bariéry:

- Nejasné podmínky pro financování nízkouhlíkových stavebních projektů
- Nekoncepční dlouhodobé financování renovací budov
- Financování dekarbonizace výroby stavebních materiálů
- Financování dekarbonizace soustav zásobování tepelnou energií
- Financování renovace budov pro snížení emisní zátěže

6.2.3 Legislativní a správní bariéry

Legislativní rámec komplikuje recyklaci stavebních materiálů, jelikož neexistuje jasná definice odpadu/neodpadu a systém recertifikace. Správní praxe ve veřejných zakázkách a přípravě investičních projektů je nekoncepční a neefektivní, což vede k nákladovým a časovým ztrátám. Konkrétní bariéry:

- Legislativní omezení recyklace ve stavebnictví
- Nezohledňování emisní náročnosti při zadávání veřejných zakázek
- Nekoncepční příprava investičních projektů renovací
- Nedostatečné renovace budov ústředních vládních institucí

⁶² Česká rada pro šetrné budovy. (n.d.). *Roadmap*. Retrieved May 4, 2024, from https://www.czgbc.org/download/Roadmap_CZ_final.pdf

6.2.4 Vzdělávání a osvěta

Stávající vzdělávací programy nedostatečně reflektují potřebu dekarbonizace a udržitelnosti ve stavebnictví. Chybí systematické začlenění těchto témat do osnov na všech úrovních vzdělávání, což brání efektivní přípravě odborníků pro moderní výzvy v oboru. Konkrétní bariéra:

- Nedostatečné zařazení problematiky dekarbonizace do vzdělávacích programů

7 Poučení

7.1 Výzvy, řešení projektu INDICATE

První výzvou bylo samozřejmě najít dostatek případových studií, což zabralo více času, než se očekávalo, nakonec asi 5 měsíců, než jsme měli kompletní soubor více než 50 projektů dostatečně reprezentativních pro český trh.

Největší výzvou pro výpočetní tým UCEEB bylo vyvinout skutečně konzistentní metodu výpočtu případových studií tak, aby byly výsledky porovnatelné. Kromě toho bylo třeba se vypořádat s několika zásadními faktory, a to: nedostatkem lokálních LCA dat pro stavební materiály, nedostupností národního výpočetního nástroje a nutností používat komerční software One Click LCA, jehož metodika výpočtu není zcela transparentní (např. lokalizace LCA dat pro ČR), vzděláváním týmu ve výpočtech WLC a v programu One Click LCA.

Zásadní bylo také doladění okrajových podmínek metodiky výpočtu WLC - např. použití jednotného souboru dat pro všechny případové studie (interní jednotná databáze), příprava klasifikačního systému – sladění národního systému s tím, co vyžaduje EU Level(s) a projekt INDICATE, řešení rozdílů mezi BIM/výkazem výměr, filtrace a příprava položek VV, které nebyly dostatečně definovány, určení, co se bude/nebude započítávat, práce s výsledky, nastavení citlivostních analýz atd.

Další výzvou byla a je časová náročnost výpočtů. Vzhledem k tomu, že na podrobné sladění výše uvedených okrajových podmínek výpočtů bylo zapotřebí hodně času (asi 9 měsíců diskusí a testování na prvních případových studiích) a důkladná příprava týmu na práci se softwarem One Click LCA, zbylo na vlastní tvorbu výsledků méně času, než bylo plánováno. Kapacita výpočetního týmu byla postupně navýšena na 10 osob, aby bylo možné výsledky dodat včas. Kvalitní následné analýzy, práce s výsledky a přípravy článků a publikací by nicméně budou vyžadovat ještě větší časovou dotaci.

Zásadním zjištěním projektu je, že se mohou výsledky WLC v jednotlivých zemích výrazně lišit, a proto nedoporučujeme přebírat zahraniční hodnoty. Rozdíly jsou především v energetickém mixu, ale také v technologických postupech, přepravních vzdálenostech a životnosti. Při přebírání zahraničních údajů je nutná hlubší analýza původu dat. Vidíme, že např. ve srovnání s Dánskem má Česká republika cca 4krát vyšší celkovou WLC budov (dánský benchmark - 12 kg CO₂eq/m²a, český průměr je zatím cca 40 kgCO₂eq/m²a), neboť česká energie je stále z velké části vyráběna z uhlí.

7.2 Zapojení stakeholderů

V průběhu projektu jsme se setkali se zásadními otázkami, zájmy a obavami ze strany zainteresovaných stran, které zahrnovaly následující:

- Jak můžeme implementovat směrnici EPBD IV, když implementace směrnice EPBD III byla právě dokončena?
- Nemáme národní LCA databázi, co nám tedy výsledky dají? Proč nemáme národní databázi? Kolik by ministerstva stálo její vytvoření?
- Kdy budeme mít nějaký národní nástroj, který bude schopen vypočítat WLC?
- Co renovace? Jak s nimi budeme pracovat?
- Je Evropa z globálního hlediska opravdu tak důležitá?
- Jaká plocha by měla být použita pro výpočet WLC na m²? A měla by to být plocha nebo na obyvatele?
- Nebudeme schopni vypočítat podrobné WLC, je to příliš časově náročné - nákladné. Musí to být rychlé a levné, aby to bylo proveditelné a udržitelné pro všechny novostavby.
- Účastníme se, protože chceme získat náskok.
- Účastníme se, protože chceme, aby pro nás byla implementace WLC reálná.
- Nemáme dostatečné výkazy výměr ve fázi předběžného návrhu - je třeba zjednodušení - potřebujeme nějaké zástupné údaje.
- Nemáme kapacity pro výpočty WLC.
- Chceme se naučit, jak správně vypočítat LCA, protože nyní, když ji počítáme, se výsledky mohou značně lišit.

Přístup zainteresovaných stran lze rozdělit na dvě skupiny – pozitivní a negativní:

- a) Pozitivní
 - Všichni vědí, že se blíží něco zásadního, a musí se s tím smířit;
 - Jsou rádi, že se mohou podílet na realizačních krocích - účast na kulatých stolech, workshopech byla vždy pozitivní;
 - Chtějí, aby vše bylo spravedlivé a důsledné jak na národní, tak mezinárodní úrovni;
 - Chtějí, aby se implementace směrnice EPBD stihla včas bez chybných kroků;
 - Opravdu je zajímaví výsledky.
- b) Negativní
 - Domnívají se, že náklady a časová náročnost všech opatření budou neúnosné;
 - Jsou vyčerpáni další verzí směrnice EPBD, když zrovna dořešili poslední verzi;
 - Postrádají kapacity;
 - Nemají dostatečné vstupní údaje a nástroje pro správné WLC;
 - Chybí jim konzistentní metodika WLC

8 Východiska, doporučení a další kroky

Turbulentní prostředí posledních několika let a probíhající transformace stavebního a energetického sektoru považujeme za vhodnou příležitost k systémovému nastavení dekarbonizace budov. Velmi oceňujeme aktivity, které v této oblasti všechna zainteresovaná ministerstva realizují nebo připravují, stejně jako oceňujeme dlouhodobou konstruktivní spolupráci v nastavování transparentního a funkčního legislativního rámce. Chápeme

náročnost implementace evropských požadavků bez předem jasného metodického rámce, navíc v krátkých transpozičních termínech. Text této kapitoly je převzat z pozičního dokumentu vypracovaného ČVUT UCEEB a Centra pasivního domu (CPD) (<https://www.pasivnidomy.cz/gwp-pozicni-dokument/f10056>).

Pro úspěšné zavedení hodnocení GWP do běžné stavební praxe chybí 1) relevantní vstupní data a jednotné transparentní výpočetní postupy, aby bylo hodnocení průkazné a věrohodné, 2) dostupné a ekonomicky akceptovatelné výpočetní nástroje podporující implementaci v praxi, a v neposlední řadě 3) znalostní báze a kapacity odborníků, kteří by v praxi hodnocení prováděli.

Cílem v nadcházejícím období by mělo být nastavit implementaci hodnocení GWP v etapách a postupnými kroky tak, aby bylo možno trh na tyto požadavky postupně připravit, a zároveň aby bylo možno v rámci procesu zavádění hodnocení GWP do praxe získat zpětnou vazbu od zúčastněných stran a poznatky postupně zakomponovat. Zároveň je třeba v prvních fázích zavádění hodnocení GWP do praxe zohlednit plánovanou výši investice a celkový rozsah posuzovaného projektu, aby těmito požadavky nebyli paralyzováni menší investoři, kteří s ohledem na velikost projektu nemají finanční rezervy na pokrytí tohoto hodnocení. Jedná se především o soukromé budovy o malé užité ploše, kde by další požadavky na projektovou dokumentaci výstavbu neúměrně finančně i administrativně zatěžovaly. Navrhujeme proto postupné rozšiřování od jednoduššího (zjednodušené výpočty GWP) ke složitějšímu (detailní výpočty GWP). V první fázi je nezbytné zajistit srozumitelnost, jednotnost a transparentnost hodnocení s relevantními vstupními daty a přehlednými výpočetními postupy tak, aby si stavebník za hodnocením dokázal představit také konkrétní opatření, které mohou přispět k reálnému snižování uhlíkové stopy budov.

Současně je třeba hodnocení a vykazování GWP budovy nastavit tak, aby společně se snižováním zabudované uhlíkové stopy budov byly patrné také synergické efekty např. v podobě snižování energetické náročnosti budovy a tím efektivnější provoz, snižování množství použitého materiálu a tím investiční úspory apod. Hodnocení a následné benchmarky je třeba nastavit tak, aby nebyly v rozporu s ostatními požadavky na budovy např. z hlediska jejich komplexní kvality, z pohledu taxonomie a uplatňování principů udržitelné výstavby atd.

Hodnocení GWP v celém životním cyklu budov je komplexní proces, pracuje s velkým množstvím dat, s velkým časovým výhledem, s různými scénáři vývoje. Proto je třeba výsledky řádně a odborně interpretovat. Bohužel se v současnosti ve stavebním segmentu objevují zkratkovité závěry, někdy s daty a výsledky vytrženými z kontextu, marketingové zkratky o výhodnosti či nevýhodnosti konkrétního technologického řešení či jednotlivých stavebních materiálů. Zde je třeba stavební praxi odborně edukovat tak, aby interpretace výsledků hodnocení GWP budov byla objektivní a konstruktivně přispívala k dekarbonizaci sektoru, nikoliv aby neobjektivní a z kontextu vytržené části hodnocení byly marketingově zneužívány.

Odpovědné rozhodnutí o směřování stavebního segmentu musejí být založena na nezávislých relevantních datech, nikoliv na marketingových zkratkách. Cílem hodnocení GWP není diskriminovat některé stavební technologie. Jsme přesvědčení, že všechny současné technologie na trhu mají své místo, byť každá z nich má odlišné vlastnosti. Komplexním návrhem budovy a smysluplnou kombinací technologií a opatření je možno systematicky snižovat uhlíkovou stopu budov a hodnocení GWP v tomto může

být motivačním a optimalizačním nástrojem. Zároveň může být motivačním nástrojem pro vývoj nových nízkoemisních technologií výroby stavebních produktů.

Důležitými prvky úspěšné implementace je **definování jednotného metodického rámce hodnocení GWP, vytvoření jednotné národní LCA databáze stavebních materiálů a produktů, vznik výpočetního nástroje respektujícího národní specifika a dostatečně obsáhlého statistického vzorku případových studií budov.**

Za klíčové proto považujeme urychlené **definování jasné strategie včetně akčního plánu implementace hodnocení uhlíkové stopy budov do národní legislativy** tak, aby stavební segment měl s předstihem jasnou časovou osu implementace a mohl se na celý proces připravit a dále brzké zahájení práce na výše uvedených klíčových prvcích implementace. Funkční zavedení tohoto požadavku do praxe je pro transformaci stavebního sektoru skutečně rozhodující.

Tento návrh je koordinovaným a **společným dílem níže uvedených zájmových skupin i akademické obce.** Navržené postupy, náměty a stanoviska jsou zformulována na základě dlouhodobé spolupráce těchto skupin v oblasti udržitelné výstavby a uhlíkově neutrálních budov a také na základě zkušeností z mezinárodní spolupráce a výstupů z mezinárodních vědecko-výzkumných projektů. Zároveň jsou tato stanoviska plně v souladu s cíli a směřováním EU v oblasti dekarbonizace stavebnictví. Jedná se o „vstup do diskuse“, hypotézy zde obsažené vychází ze zkušeností členů pracovní skupiny a z trhu a jsou otevřené k další odborné debatě a přizvání a zapojení dalších stakeholderů.

K úspěšné implementaci hodnocení uhlíkové stopy budov v podmínkách ČR je nezbytné vytvoření akčního plánu implementace, který definuje jednotlivé kroky a jejich časové propojení. **Cílem je snižování uhlíkové stopy, její vykazování je jen nástrojem,** jak snížení dosáhnout či jej akcelarovat. Úsilí a prostředky by měly být primárně vloženy do realizace konkrétních opatření, ne do přípravy a administrativy. Doporučujeme, aby se akční plán skládal z následujících kroků:

8.1 Strategie postupu zavádění GWP do praxe a její komunikace s odbornou veřejností

Úkolem je připravit **strategii postupného zavádění výpočtu GWP do praxe. Musí být jasně definovány cíle a postupné kroky a časová osa, která k nim povede.** Strategie by měla stanovit klíčové segmenty v oblasti výstavby, kde je největší potenciál ke snižování uhlíkové stopy a cíle, kterých je potřeba v ČR dosáhnout s ohledem na dekarbonizaci stavebnictví. Na tyto klíčové segmenty by se strategie měla zaměřit a podle nich by měly být uzpůsobeny výpočtové nástroje a metodiky. Klíčové oblasti mohou být definovány na základě typologie, podle rozsahu výstavbového projektu, podle investora (veřejný vs. soukromý).

Pozitivní úlohu v procesu zavádění hodnocení uhlíkové stopy budov mohou sehrát státní programy podpory - Nová zelená úsporám, Operační programy apod. Všechny programy postupně implementovaly řadu pobídek v oblasti stavebnictví a udržitelné výstavby. Od počáteční podpory snižování energetické náročnosti budov a využití obnovitelných zdrojů energie (OZE) postupně přinesly i podporu opatření pro modrou a zelenou infrastrukturu a v současnosti na dobrovolné bázi drobně podporují environmentálně šetrná materiálová a technologická řešení staveb. Dobrovolné naplňování metodiky

hodnocení LCA v rámci programů podpory může kormě zvyšování povědomí odborné i laické veřejnosti o problematice přinést také cennou zpětnou vazbu pro další vývoj hodnocení.

Důležité je Strategii komunikovat od samého počátku se všemi stakeholdery tak, aby postup zavádění hodnocení GWP do praxe byl pro stavební segment transparentní a předvídatelný a aby se jednotliví hráči mohli na navazující kroky připravit. Otevřená komunikace a diskuze nad názory všech zainteresovaných stran je zásadní pro bezproblémové přijetí budoucích povinností v oblasti GWP stavební praxí ČR.

8.2 Nastavení metodického rámce pro hodnocení uhlíkové stopy budov v ČR

Hodnocení uhlíkové stopy budovy pracuje s velkým objemem vstupních dat a systémovými nejistotami v rámci jednotlivých kroků hodnocení. Vlastní výsledky jsou tak zatíženy vysokým stupněm nejistot, které se mohou násobit přístupem hodnotitele (optimistický či konzervativní přístup), případně přímo chybami v průběhu posuzování. Zároveň je třeba zajistit vzájemnou porovnatelnost hodnocení u jednotlivých projektů.

Cílem je taková metodika, která bude důvěryhodná a transparentní, bude pracovat s jasnými daty a přehlednými výpočtovými postupy a bude tak cíleně snižovat prostor na systémové a lidské chyby. Proto je potřeba nad rámec platných (ale nezávazných) mezinárodních norem nastavit metodický rámec hodnocení LCA na národní úrovni, přesně nastavit vstupní parametry a okrajové podmínky výpočtu, které budou uchopitelné a srozumitelné nejen pro odborníky z oblasti LCA, ale i pro další odborníky z řad projektantů a architektů. Prvotní metodický rámec pro hodnocení GWP budov v praxi byl formulován v rámci projektu „Metodika pro výpočet potenciálu globálního oteplování budov v kontextu ČR“ pod European Climate Foundation zpracovaného UCEEB ČVUT, Univerzitním centrem energeticky efektivních budov. Další cenné zkušenosti s hodnocením uhlíkové stopy budov byly získány v rámci mezinárodního projektu INDICATE, v jeho rámci zpracoval UCEEB ČVUT, CZGBC a ŠPB 50 případových studií hodnocení LCA z reálné praxe v ČR.

Národní metodika hodnocení GWP se může v čase zpřesňovat a upravovat v souladu s mezinárodním vývojem a stavem poznání a také s ohledem na nabyté zkušenosti. Jednotlivé milníky a etapy zhodnocení metodiky by měly být obsaženy ve Strategii postupu zavádění hodnocení GWP do praxe.

Při návrhu metodiky **musí být zohledněna časová náročnost hodnocení** tak, aby byla úměrná výstupům hodnocení a jejich přínosům pro kvalitu projektu a jeho význam. Z tohoto pohledu je relevantní úvaha nezatěžovat potřebou detailního hodnocení LCA v první fázi malé projekty do stanovené výše investičních nákladů, případně projekty omezené podlahovou plochou nebo typologií. Zjednodušené hodnocení by mělo být umožněno i požadavky EPBD při využití národní metodiky, pokud bude dostupná. Zároveň **musí být hodnocení nastaveno tak, aby bylo v souladu s dalšími požadavky na budovy v oblasti komplexní kvality budov.**

8.3 Národní LCA databáze a podpora EPD

V současnosti je rozsah databáze EPD pro české prostředí nedostatečná. Pro výpočet GWP a jiných environmentálních indikátorů budov je bezpodmínečná dostupnost databáze

LCA dat pro stavební materiály z českého trhu. **Vytvoření národní LCA databáze je zásadním krokem ke kvalitnímu, přesnému a vypovídajícímu posuzování či porovnávání uhlíkové stopy budov v ČR.** Součástí Strategie má být zároveň **podpora zpracování EPD pro materiálovou a produktovou základnu v ČR**, například v souladu s budoucím nařízením o stavebních výrobcích CPR. Metodika by měla podporovat a bonifikovat využití materiálů s EPD, generická národní LCA databáze by měla být nastavena konzervativně, aby využití EPD v procesu hodnocení bylo bonifikováno.

8.4 Případové studie, statistický vzorek a nastavení národních benchmarků

V rámci projektu INDICATE byly formulovány první metodicky sjednocené soubory výpočtů uhlíkové stopy budov v ČR. Zahrnuty jsou různé typologie i materiálová řešení. Jakkoliv jsou výsledky cenné a relevantní a ukazují určité trendy, je pro objektivní stanovení budoucích limitních hodnot pro hodnocení GWP v ČR potřeba vytvořit dostatečný statistický vzorek.

Aby bylo možné hlouběji rozvíjet metodiku LCA pro různé typologie a velikosti budov a nastavovat jasná pravidla hodnocení GWP a benchmarky, **je nutné mít k dispozici reprezentativní statistický vzorek a zpracovat dostatečné množství případových studií LCA budov.** Příkladem může být vývoj v Dánsku, kde nejprve vzniklo 60 případových studií na základě penalizovaných generických LCA dat, načež následně začali výrobci stavebních materiálů produkovat EPD, aby prokázali skutečné environmentální vlastnosti svých výrobků, a navíc se statistický vzorek pod tlakem soukromého sektoru rozšířil na 260 případových studií, což už jistou statistiku umožňuje.

8.5 Nastavení parametrů pro výpočetní nástroje LCA budov

Pro implementaci hodnocení uhlíkové stopy do běžné praxe a zajištění přijatelně nízkých pořizovacích nákladů je nezbytné vytvářet účinné nástroje respektující národní metodiky a specifika stavebního trhu. Takové nástroje v ČR zatím neexistují a používané zahraniční nástroje nepovažujeme za vhodné. Výpočtové nástroje mohou mít různou úroveň podrobnosti a vhodnou oblast použití, vždy ale musí být **založeny na jednotném metodickém rámci, stanovujícím jasné a jednotné požadavky na vstupy i výstupy LCA hodnocení.**

V ČR se nabízí následující možnosti výpočetních nástrojů GWP/LCA budov:

- a) LCA data propojená s rozpočtářskou databází - princip této varianty spočívá v napárování každé materiálové položky rozpočtářské databáze s environmentálními parametry z podkladové databáze LCA pro daný materiál.
- b) LCA data propojená se software pro energetické navrhování - tento způsob je výhodný z pohledu možné minimalizace časové náročnosti. Nevýhodu v podobě značného zjednodušení a omezení výpočtu na již využívaný rozsah dat lze eliminovat pomocí generických dat z velkého statistického vzorku.
- c) Komerční LCA nástroje - vznik nových či využití stávajících komerčních nástrojů závisí na nastavení jednotného metodického rámce hodnocení a nastavení strategie implementace do české legislativy.

- d) Národní LCA kalkulační nástroj - jeho využití by bylo omezené na první fázi zavádění GWP především v oblasti zjednodušeného hodnocení budov.

Zásadním faktem pro definici metodického rámce nástrojů pro LCA budov, které se budou využívat na národní úrovni, je fakt, že veškeré požadavky musí být legislativně zakotveny a musí být v souladu s platnou legislativou a s požadavky tvůrců politik. Konkrétní směřování bude diskutováno v širším zastoupení stakeholderů a státní správy.

8.6 Příprava legislativního rámce – zákony, vyhlášky, doplnění do PENB

Hodnocení uhlíkové stopy je nezbytné pevně ukotvit v rámci národních legislativních předpisů – zákonů a vyhlášek, případně i doplňkově normativními dokumenty. Na implementaci požadavků směrnice EPBD IV je poměrně krátký čas – do 12. 4. 2026, proto **by měl být vytvořen plán definující konkrétní předpisy a časový rámec jejich přípravy, ideálně jako součást Strategie postupu zavádění hodnocení GWP do praxe.** Časová náročnost úpravy příslušných legislativních předpisů se liší, proto je vhodné připravit akční plán těchto změn. Za zásadní považujeme následující předpisy:

Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií – je nutné doplnit požadavkovou část směrnice týkající se hodnocení GWP v rámci PENB

Vyhláška č.264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov – je nutné doplnit do paragrafového znění základní rámec, rozsah a podrobnost hodnocení včetně případného odkazu na samostatnou přílohu podrobněji specifikující zásadní body metodického přístupu a odkaz na český normativní rámec; **upravena musí být i podoba samotného průkazu energetické náročnosti budovy PENB**, která bude rozšířena o požadovaný ukazatel, případně **část hodnocené GWP může vzniknout jako samostatná část PENB**, která ale bude jeho nedílnou a povinnou součástí.

Normativní rámec – lze předpokládat nezbytnost definování podrobného metodického přístupu včetně zdrojových agregovaných dat a databází prvků a materiálů, který bude překračovat možnosti vložení do legislativního předpisu (vyhlášky). **Za vhodné proto považujeme přípravu nového normativního dokumentu, který bude odkázán vyhláškou č.264/2020 Sb. a bude sloužit jako jednotný podklad pro hodnocení GWP.**

8.7 Školení odborné veřejnosti v oblasti hodnocení GWP

Převedení výše uvedeného rámce hodnocení LCA do reálné praxe **bude vyžadovat proškolení dostatečného počtu odborníků na všech úrovních stavební praxe – architekt, projektant, rozpočtář, technický specialista, energetický specialista, realizační firma a dodavatelé materiálů a technologií.** Těžiště hodnocení nicméně bude pravděpodobně stát na energetických specialistech nebo na LCA specialistech.

Bylo by vhodné např. ve spolupráci s odbornými a profesními organizacemi, jako např. ČVUT UCEEB, VUT Brno, CPD, ČAIT, ČKA, Asociace energetických specialistů apod. **připravit plán odborného vzdělávání v oblasti hodnocení GWP** a zároveň připravit program pro proškolení specialistů pro toto hodnocení. Současně by měla být připravena kampaň, které s těmito požadavky seznámí i laickou veřejnost. **V ideálním případě by měl být plán na školení odborné veřejnosti součástí Strategie postupu zavádění hodnocení GWP do praxe.**

9 Shrnutí

Cesta ke klimaticky neutrálním budovám do roku 2050 se skládá z jednotlivých opatření s označením kritických částí. Nejdůležitější je sestavení strategie ČR v dekarbonizaci stavebního prostředí.

Na základě procesu výpočtu WLC případových studií a setkání a workshopů se zúčastněnými stranami, které se konaly za účelem zajištění úspěšné implementace hodnocení budov WLC do české praxe, je třeba zvážit následující doporučení pro tvůrce politik:

- Vytvořit národní databázi LCA: Je třeba vytvořit centralizovanou databázi, která by obsahovala ověřené a aktuální údaje o hodnocení životního cyklu různých stavebních materiálů a stavebních metod. To pomůže zefektivnit proces hodnocení a zajistit konzistentnost použitých údajů a reprezentativnost výsledků.
- Schválení jednotné metodiky: Je třeba sjednotit národní metodiku pro provádění posuzování emisí uhlíku během celého životního cyklu a zakotvit ji v právních předpisech. To pomůže zajistit, že hodnocení budov prováděna konzistentně a transparentně, což usnadní porovnávání výsledků u různých projektů.
- Poskytnout pokyny pro konzistentní výkazy výměr: Je třeba připravit společné pokyny, jak připravit VV, které budou obsahovat relevantní údaje pro provádění LCA. To pomůže zjednodušit proces hodnocení WLC a usnadní odborníkům jeho začlenění do plánování projektů.
- Využití výhod BIM: Technologie BIM může usnadnit začlenění posuzování WLC do procesu projektování a výstavby. Tvůrci politik by měli podporovat používání nástrojů BIM.
- Vyvinout národní nástroj pro výpočet WLC: Uživatelsky přívětivý a standardizovaný kalkulační nástroj pro provádění posouzení WLC by odborníkům zjednodušil proces. Tvůrci politik by měli investovat do vývoje takového nástroje, aby podpořili široké přijetí postupů udržitelnosti ve stavebnictví.
- Provádět více případových studií: Padesát případových studií nepředstavuje dostatečný statistický vzorek; jsou pouze výchozím bodem. Mělo by být provedeno alespoň 200 případových studií, které pomohou vytvořit zásobárnu osvědčených postupů a získaných zkušeností, jež mohou být podkladem pro budoucí politická rozhodnutí a postupy v odvětví.
- Provádět zjednodušení WLC: Vzhledem k vysoké časové náročnosti de-tailed WLC studií je nutné stanovit možná zjednodušení, která znovu sníží časové a tím i finanční požadavky. Tato zjednodušení musí vycházet z výše uvedeného statistického vzorku a mohla by zahrnovat hodnocení některých částí budov pomocí procent (např. procenta GWP pro HVAC), hodnocení budov na základě složení hlavních stavebních konstrukcí (složení 1 m² vnějších stěn, střechy, půdorysu a podlahy), podle objemu hlavních hmot, podle specifických pokut v případě zjednodušené LCA atd.
- Investovat do vzdělávání a budování kapacit: V neposlední řadě by tvůrci politik měli upřednostnit iniciativy v oblasti vzdělávání a budování kapacit, aby se zvýšilo povědomí a porozumění hodnocení WLC mezi odborníky ve stavebnictví. To pomůže vybudovat znalosti a dovednosti potřebné k jejich účinnému zavádění do praxe.
- Kvalita údajů o projektu: Aby bylo možné získat relevantní výsledky, musí být projektová data kvalitní. Minimálně je nutná kontrola dat třetí stranou, což může výrazně zvýšit časovou náročnost prováděných studií. Kontrolu však lze zjednodušit,

pokud jsou jasně definovány okrajové podmínky a procesy zadávání vstupních dat jsou nastaveny co nejjednodušeji, aby se zabránilo lidským chybám.

Mezi ně patří (i) přesnější a jednodušší příprava výkazu výměr pro účely LCA - např. převod všech položek na hmotnost, aby se předešlo chybám způsobeným použitím nesprávné měrné jednotky, jasná pravidla pro oddělování a definovaná klasifikace konstrukčních částí; ii) jasná definice obecných datových sad LCA - jediná obecná datová základna LCA pro použití pro obecné stavební materiály v raných fázích návrhu budovy; iii) co největší automatizace přiřazování datových sad LCA k položkám z výkazu výměr a iv) automatická kontrola výstupů s upozorněním na podezřelé položky.

- Metodická zjednodušení: Na základě poznatků získaných z rozsáhlé výpočetní analýzy případových studií lze tvrdit, že bude nutné zjednodušit výpočty WLC, což může zahrnovat: (i) stanovení úrovně podrobnosti posouzení na základě velikosti projektu nebo investice, přičemž větší pozornost bude vyhrazena větším projektům, které vyžadují podrobnější LCA; (ii) zjednodušení výpočtů WLC na základě statistických údajů pro jednotlivé stavební součásti - například procentuální podíl základů, systémů služeb budovy nebo nosné konstrukce na celkové konstrukci; a (iii) implementaci posouzení WLC do stávajících nástrojů používaných českými energetiky nebo rozpočtáři z důvodu konkrétních kapacit trhu. Nicméně dosažení takového zjednodušení vyžaduje podstatně větší statistický vzorek než 50 případových studií zpracovaných v rámci projektu INDICATE.

Hlavní přínosy používání základních limitních hodnot GWP z projektu INDICATE pro tvůrce politik jsou následující:

- Výsledky lze využít k ideálnímu nastavení národní strategie snižování emisí z budov, která je v souladu s cíli národní strategie a strategie EU.
- Tvůrci politik mohou výsledky využít pro systematické mapování českého stavebního fondu, zajištění kvalitních renovací, průběžnou podporu dotačních programů.
- Dále mohou výsledky podpořit nastavení konkrétního znění technických požadavků a hodnotících kritérií pro zadávací dokumentaci a následné hodnocení dotačních programů.
- Je třeba také zmínit, že výsledky projektu mohou být využity tvůrci politik pro vzdělávání ve vlastních řadách, všech jejich pracovníků, k zajištění dostatečných kapacit na jejich straně.

Mezi hlavní přínosy využití INDICATE pro průmysl patří:

- možnost využití jednotné metodiky při hodnocení WLC, výsledky jsou pak srovnatelné, jednotně prezentovatelné, využitelné pro žádosti o dotace na budovy a využitelné pro získání certifikátů.
- Výsledky projektu mohou také inspirovat zástupce průmyslu k cestě k minimalizaci uhlíkové stopy při výstavbě nových budov, rekonstrukcích a při provozu budov s cílem dosáhnout nulových emisí prostřednictvím všech uvedených případových studií.
- Průmyslové subjekty mohou všechny semináře a následnou jednotnou metodiku využít ke vzdělávání svých zaměstnanců.

Aby bylo dosaženo stanovených cílů, je z hlediska politiky nutné realizovat následující opatření:

- Vláda ČR musí jednoznačně definovat **komplexní národní strategii pro ochranu klimatu**, transformaci energetiky a stavebnictví. Důležitý je soulad dílčích politik,

pravidelné monitorování a vytváření specifických akčních plánů s jejich průběžným hodnocením.

- Je nezbytné zajistit stabilní a předvídatelné právní prostředí, zahrnující kvalitní transpozici relevantních směrnic, jasnou **definici výkladu pravidel EU Taxonomie** a úpravy financování energeticky úsporných projektů.
- Státní správa a samosprávy musí převzít odpovědnost za tuto agendu a sloužit jako příklad ve veřejných investicích do ekologicky šetrných nemovitostí. Kvalitní plánování a ekologicky zaměřené veřejné zakázky by měly být systematicky podporovány, včetně využívání inovativních metod zadávání a financování.
- Výrobci stavebních materiálů potřebují systematickou podporu pro dekarbonizaci výroby, včetně aktualizace technických norem k podpoře přírodních a recyklovaných materiálů s nízkou uhlíkovou stopou. Je nezbytné zavést bonifikace těchto materiálů v dotačních programech, legislativně ukotvit vykazování emisí skleníkových plynů a vytvořit databázi zabudovaných emisí.
- Vzdělávací systém musí posílit témata udržitelnosti, dekarbonizace a energetických úspor na všech úrovních vzdělávání. Je třeba rozšířit stávající studijní obory a vytvořit nové, které zajistí odborné znalosti a technické dovednosti, a také navýšit kapacity celoživotního vzdělávání v oblasti udržitelnosti, čisté energetiky a digitalizace stavebnictví.
- Systematická a dlouhodobá informační kampaň je klíčová pro zvýšení povědomí o opatřeních ke snižování emisí skleníkových plynů. Tato kampaň by měla podporovat poptávku po nízkoemisních řešeních ve výstavbě a renovacích a informovat stavební firmy o možnostech dekarbonizace. Obsah a forma kampaně musí být přizpůsobeny specifickým cílovým skupinám na základě sociologických průzkumů a konzultací s odborníky.