



Posuzování celoživotní uhlíkové stopy (WLC) budov v ČR

Proces získávání dat, metodika výpočtu, případové studie
a prvotní referenční hodnoty GWP pro budovy v ČR

Autorský tým:

ČVUT UCEEB

Ing. Julie Železná, Ph.D.

Ing. arch. Licia Felicioni

Ing. Nika Trubina

Ing. Jan Růžička, Ph.D.

Ing. Jakub Veselka, Ph.D.

Mgr. Barbora Vlasatá

Ing. Jakub Diviš, Ph.D.

Ing. Kristýna Fořtová, Ph.D.

Ing. Marie Nehasilová, Ph.D.

Lucie Tvrzníková

CZGBC

Ing. Petr Zahradník

Ing. Anna Zora Kloužková

doc. Mgr. Eva Geršlová, Ph.D.

ŠPB

Marta Gellová

Tento dokument je koordinovaným a společným dílem Českého konsorcia partnerů mezinárodního projektu INDICATE: České vysoké učení technické v Praze – Univerzitní centrum energeticky efektivních budov (ČVUT UCEEB), Česká rada pro šetrné budovy (CZGBC) a Šance pro budovy (ŠPB).

Uvedené výsledky, navržené postupy, stanoviska a doporučení pro tento dokument Posuzování celoživotní uhlíkové stopy (WLC) budov v ČR, Proces získávání dat, metodika výpočtu, případové studie a prvotní referenční hodnoty GWP pro budovy v ČR, vznikly na základě intenzivní práce v průběhu let 2023/24. Zároveň jsou produktem dlouhodobého působení na poli národních i mezinárodních výzkumných projektů v oblasti posuzování environmentálních dopadů stavebního sektoru a stabilní výměny informací mezi stakeholdery na národní úrovni.

Navržená doporučení jsou v souladu s dekarbonizačními cíli EU v oblasti stavebnictví.

Graphic design

Luca Signorini (Distudio)

Obsah

O tomto dokumentu	03
1. Úvod	03
2. Slovníček	05
3. O projektu INDICATE	07
4. Návaznost WLC budov na evropské a národní politiky	08
Evropský kontext	08
WLC a EPBD IV	08
WLC a EU Taxonomie	09
Národní kontext	10
Výchozí stav WLC v ČR	11
Národní implementace a iniciativy v oblasti WLC	12
5. Zapojení stakeholderů do implementace WLC budov	14
Státní instituce	14
Dodavatelský řetězec ve stavebnictví	15
6. Úloha WLC budov při snižování uhlíkové stopy budov	15
WLC princip a k čemu vede	15
Referenční limitní hodnoty WLC pro ČR	16
7. Metodika výpočtu WLC v podmínkách ČR	17
Výběr nových případových studií budov	17
Sběr existujících případových studií WLC budov	18
Porovnatelnost a kvalita dat z případových studií	18
Podkladní LCA databáze	19
Klasifikační systém	20
Parametry a export výkazu výměr	22
Posouzení celoživotní uhlíkové stopy (WLC)	22
Okrajové podmínky WLC	22
Proces posuzování WLC	23
Analyzování výsledků WLC	24
8. Výsledky případových studií	28
Rodinné domy	28
Bytové domy	31
Administrativní budovy	34
Budovy pro vzdělávání	37
Logistické haly	38
Shromážděné případové studie	40
Kompletní výsledky	41
Rekonstrukce	42

Obsah

9. Stanovení referenčních hodnot – benchmarků	44
Rodinné domy	45
Bytové domy	46
Administrativní budovy	47
Budovy pro vzdělávání	48
Logistické haly	48
Kompletní výsledky	49
Rekonstrukce	50
Shromážděné existující případové studie WLC	50
Porovnání s průměrnými hodnotami GWP v EU	51
10. Nabyté zkušenosti z projektu INDICATE	52
Výzvy při zpracovávání WLC	52
Zapojení stakeholderů	52
11. Další kroky pro implementaci WLC budov v ČR	54
Strategie postupu zavádění GWP do praxe a její komunikace s odbornou veřejností	54
Příprava legislativního rámce – zákony, vyhlášky, doplnění do PENB	55
Nastavení výpočetní metodiky pro hodnocení uhlíkové stopy budov v ČR	55
Národní LCA databáze a podpora EPD	56
Případové studie, statistický vzorek a nastavení národních benchmarků	56
WLC renovací	57
Nastavení parametrů pro výpočetní nástroje LCA budov	57
Školení odborné veřejnosti v oblasti hodnocení GWP	58
12. Závěrečná doporučení	58

O tomto dokumentu

Cílem tohoto dokumentu je poskytnout informace o současném stavu posuzování celoživotní uhlíkové stopy budov (Whole Life Carbon – WLC) v kontextu Českého stavebnictví. Dokument shrnuje dosavadní vývoj metody pro vyhodnocování WLC budov, poskytuje první ucelený soubor vypočtených hodnot potenciálu globálního oteplování (GWP) pro 106 budov v ČR pro hlavní typologie, materiálová a konstrukční řešení, popisuje dotčené cílové skupiny stavební praxe a doporučuje další kroky potřebné k úspěšnému zavedení výpočtů WLC v ČR v souladu s požadavky aktuální směrnice EPBD IV.¹

Tento dokument je vhodné číst společně s následujícími dokumenty:

- **Implementace hodnocení uhlíkové stopy budov (GWP) v podmínkách ČR**, poziční dokument zpracovaný ve spolupráci ČVUT UCEEB a Centrum pasivního domu (CPD);²
- **How to establish Whole Life Carbon benchmarks, Insights, and lessons learned from emerging approaches in Ireland, Czechia, and Spain**. INDICATE, který vypracovala organizace BPIE;³
- **Snižování emisí CO₂ během životního cyklu budov v České republice**, Role cirkulární ekonomiky a rekonstrukcí při snižování zabudovaného uhlíku v budovách,⁴ Policy paper vytvořený Institutem cirkulární ekonomiky (INCIEN);
- **Zero Carbon Roadmap, Cesta ke klimaticky neutrálním budovám v České republice**,⁵ zpracovaný kolektivem autorů pod Českou radou pro šetrné budovy (CZGBC).

1. Úvod

V roce 2016 ČVUT UCEEB a aliance Šance pro budovy vyčíslili 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 %).⁶ Tyto údaje se však týkaly pouze provozních emisí a nezahrnují zabudované emise skleníkových plynů ze stavebních materiálů, které jsou také součástí celoživotní uhlíkové stopy budov, 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.

Očekává se, že průmyslové politiky, jako je Akční plán EU pro oběhové hospodářství, systém EU pro obchodování s emisemi (ETS) a revizí nařízení o stavebních výrobcích (CPR) postupně sníží dopady uhlíkové stopy materiálů a stavebních výrobků na straně nabídky. V ČR však zatím chybí komplexní národní strategie dekarbonizace stavebního sektoru a odpovědnost za stavební předpisy je roztržena mezi více ministerstev, což vyžaduje potřebu lepší koordinace.

¹ 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>

² Implementace hodnocení uhlíkové stopy budov (GWP) v podmínkách ČR, poziční dokument zpracovaný ve spolupráci ČVUT UCEEB a Centrum pasivního domu (CPD), <https://www.pasivnidomy.cz/gwp-pozicni-dokument/f10056>.

³ How to establish Whole Life Carbon benchmarks, Insights and lessons learned from emerging approaches in Ireland, Czechia and Spain. INDICATE, BPIE, https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2024/09/How-to-establish-whole-life-carbon-benchmarks_final.pdf.

⁴ 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.

⁵ Česká rada pro šetrné budovy. (n.d.). Roadmap. Retrieved May 4, 2024, from https://www.czgbc.org/download/Roadmap_CZ_final.pdf

⁶ A. Lupíšek, T. Trubačík, P. Holub: Czech Building Stock: Renovation Wave Scenarios and Potential for CO₂ Savings until 2050, <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/9/2455>

Aktualizovaná směrnice EPBD⁸ vyžaduje, aby se emise skleníkových plynů během životního cyklu vypočítávaly a zveřejňovaly prostřednictvím EPC (Energy Performance Certificate = PENB), což se bude týkat strany poptávky. 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 15978⁹ a EU Level(s).¹⁰ Tento požadavek se od roku 2028 vztahuje na nové budovy s plochou větší než 1000 m² a od roku 2030 na všechny nové budovy.¹¹ Tato změna brzy odhalí nedostatečné povědomí o WLC mezi zúčastněnými stranami v odvětví stavebnictví v ČR.

Vyčíslování uhlíkové stopy životního cyklu budov se v českém stavebnictví doposud používá pouze v omezené míře. Jedná se především o provádění certifikací udržitelnosti budov pomocí certifikačních nástrojů BREEAM, LEED a SBToolCZ, jejichž stále častější využití je motivováno zaváděním direktivy o nefinančním reportování CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive) o nefinančním reportování a nutností prokazování souladu investic s EU Taxonomií.

Státní správa postupně zavádí vyčíslování emisí skleníkových plynů a dalších environmentálních dopadů do dotačních titulů (např. environmentální bonus ve stávající NZÚ) i do veřejných zakázek (program Dostupné bydlení prostřednictvím SBToolCZ).

Pro budoucí nutné rozšíření výpočtů WLC budov je však stále potřeba překonat několik bariér: neexistence harmonizované výpočetní metodiky, nedostatečná dostupnost informací o GWP stavebních výrobků, omezená a finančně náročná dostupnost výpočetních nástrojů, dosavadní nedostatečné zkušenosti s vyčíslováním WLC a nedostatek expertů, kteří by uměli WLC vyčíslvat.

⁷ SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ, Uzavření cyklu – akční plán EU pro oběhové hospodářství

⁸ 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>

⁹ ČSN EN 15978 (730902) (2012) Udržitelnost staveb - Posuzování environmentálních vlastností budov - Výpočtová metoda

¹⁰ Evropská komise (2020) Level(s) Evropský rámec pro udržitelné budovy. https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels_en

¹¹ 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 (přepřelované znění); Evropská unie: Brusel, Belgie.

2. Slovníček

LCA – Life Cycle Assessment – Posuzování životního cyklu

Shromažďování a vyhodnocování vstupů, výstupů a možných environmentálních dopadů produktového systému během jeho životního cyklu.¹²

LCI – Life Cycle Inventory – Inventarizační analýza životního cyklu

Fáze posuzování životního cyklu zahrnující shromažďování a kvantifikaci vstupů a výstupů produktu - budovy během jejího životního cyklu.

LCIA – Life Cycle Impact Assessment – Posuzování dopadů životního cyklu

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

LCA databáze (data)

Databáze shromažďující environmentální data o produktech vyjádřena jejich potenciálním dopadem na životní prostředí, například uhlíkovou stopou.

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.

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, nicméně aktuálně platnou normou pro WLC je ČSN EN 15804+A2.

Varianty/scénáře

Varianty návrhu budovy, které jsou v rámci WLC porovnávány.

Dataset

Soubor environmentálních dat o materiálu nebo produktu.

Fáze životního cyklu

Jednotlivé etapy životního cyklu budovy, jsou definovány normou ČSN EN 15804+A1,¹³ ČSN EN 15804+A2¹⁴ a ČSN EN 15978.¹⁵

Moduly

Části fází životního cyklu budovy.

Fáze LCA

Etapy procesu vypracování LCA analýzy.

¹² Český normalizační institut ČSN EN ISO 14040 Environmentální Management – Posuzování Životního Cyklu – Zásady a Osnova; Praha, 2006

¹³ ČSN EN 15804+A1 Udržitelnost staveb - Environmentální prohlášení o produktu - Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů (2014)

¹⁴ ČSN EN 15804+A2, Udržitelnost staveb - Environmentální prohlášení o produktu - Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů (2020)

¹⁵ ČSN EN 15978 Udržitelnost staveb - Posuzování environmentálních vlastností budov - Výpočtová metoda (2012)

Model budovy pro LCA

Kompletní soubor dat potřebných pro LCA popisujících budovu z hmotného i nehmotného hlediska (výkresy, výkazy výměr, BIM, spotřeba energie, spotřeba vody, aj).

Energeticky vztažná plocha

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

Hrubá vnitřní plocha/ Gross Internal Area/ GIA

Podlahová plochu, která zahrnuje plochu od vnitřní strany obvodových stěn, směrem dovnitř.

Cut-off pravidla/omezující 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.

WLC, Whole Life Carbon

Celoživotní uhlíková stopa, tj. uhlíková stopa budovy nebo jiného produktu vzniklá v průběhu jejich celého životního cyklu.

3. O projektu INDICATE

Iniciativa projektu INDICATE (The National Building LCA Data Accelerator) usilovala o propojení **státní správy, průmyslu a akademické sféry, aby společně řešily jednu z klíčových překážek dekarbonizace zastavěného prostředí v České republice: nedostatek spolehlivých a komplexních dat o GWP celého životního cyklu budov**. Cílem projektu bylo podpořit urychlení vývoje legislativy pomocí zajištění podkladových dat o WLC typických budov reprezentujících dnešní výstavbu v ČR, což následně umožní tvůrcům legislativy stanovit limity uhlíkové stopy budov v celém jejich životním cyklu, které bude povinné v důsledku zavádění evropské legislativy.

INDICATE je akcelerační program, který poskytnul financování na získání potřebných dat o GWP na úrovni budov v Evropě po celou dobu jejich životnosti. Financování projektu poskytla nadace Laudes Foundation, implementaci zajišťovala společnost Smith Innovation a BPIE, KU Leuven a World Green Building Council poskytnuli politickou a technickou podporu. Do projektu jsou zapojeny tři pilotní země – Česká republika, Španělsko a Irsko. V České republice je projekt realizován v konsorciu Univerzitního centra energeticky efektivních budov (ČVUT UCEEB, koordinátor projektu), České rady pro šetrné budovy (CZGBC) a aliance Šance pro budovy (ŠPB).

S cílem urychlit proces výpočtu WLC se projekt INDICATE zaměřil na řešení zmíněných překážek provedením 56 nových případových studií LCA skutečných budov v ČR se zaměřením na novostavby. Tyto studie mohou být prvním krokem pro diskusi o stanovení referenčních hodnot WLC v rámci fondu budov v České republice. Jedním ze zásadních cílů projektu bylo také **využít a ověřit jednoduchou metodiku výpočtu WLC, všeobecně akceptovatelnou stavební praxí**, která by mohla připravit půdu pro **výhledové referenční hodnoty GWP** a vést tak **zúčastněné strany** ke snižování GWP a zajištění konzistentních výsledků pro jejich projekty.

Dalším důležitým výstupem projektu jsou **doporučení pro tvůrce politik v této oblasti a návrh dalších kroků nutných pro úspěšnou implementaci WLC do české praxe**, vycházejících také z **kommunikace se zásadními cílovými skupinami**.

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.

4. Návaznost WLC budov na evropské a národní politiky

Tato část dokumentu se věnuje zásadním souvislostem a doporučením s ohledem na potřeby zpracování WLC budov v ČR a EU z důvodu uvedení do celkového kontextu. Podrobné informace o politických opatřeních v oblasti WLC v ČR i v EU je možné najít především v nové zpracovaném dokumentu **INCIEN: Snižování emisí CO₂ během životního cyklu budov v České republice, Role cirkulární ekonomiky a rekonstrukcí při snižování zabudovaného uhlíku v budovách**, Policy paper.¹⁶

4.1 Evropský kontext

4.1.1 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. Celoživotní uhlíková stopa (WLC), která zahrnuje součet provozních a zabudovaných emisí během životního cyklu budovy, se stává důležitým ukazatelem pro komplexní hodnocení a naplnění národních dekarbonizačních cílů až v posledních letech. Na návrh Evropské rady a Komise se pravidla týkající se WLC stala součástí aktualizace směrnice EPBD IV (Energy Performance of Buildings Directive),¹⁷ která si klade za cíl snížit celkové emise skleníkových plynů v odvětví do roku 2050.

Jedním z velmi významných nástrojů naplnění této strategie je zavedení posuzování uhlíkové stopy budov (GWP) z pohledu jejich celého životního cyklu (s využitím metodiky LCA, Life Cycle Assessment). Od 1. 1. 2028 bude výpočet GWP součástí PENB (Průkaz energetické náročnosti budov) pro všechny nové budovy s užitnou podlahovou plochou větší než 1 000 m² a od 1. 1. 2030 pak pro všechny nové budovy, což prakticky představuje několik desítek tisíc hodnocení ročně.

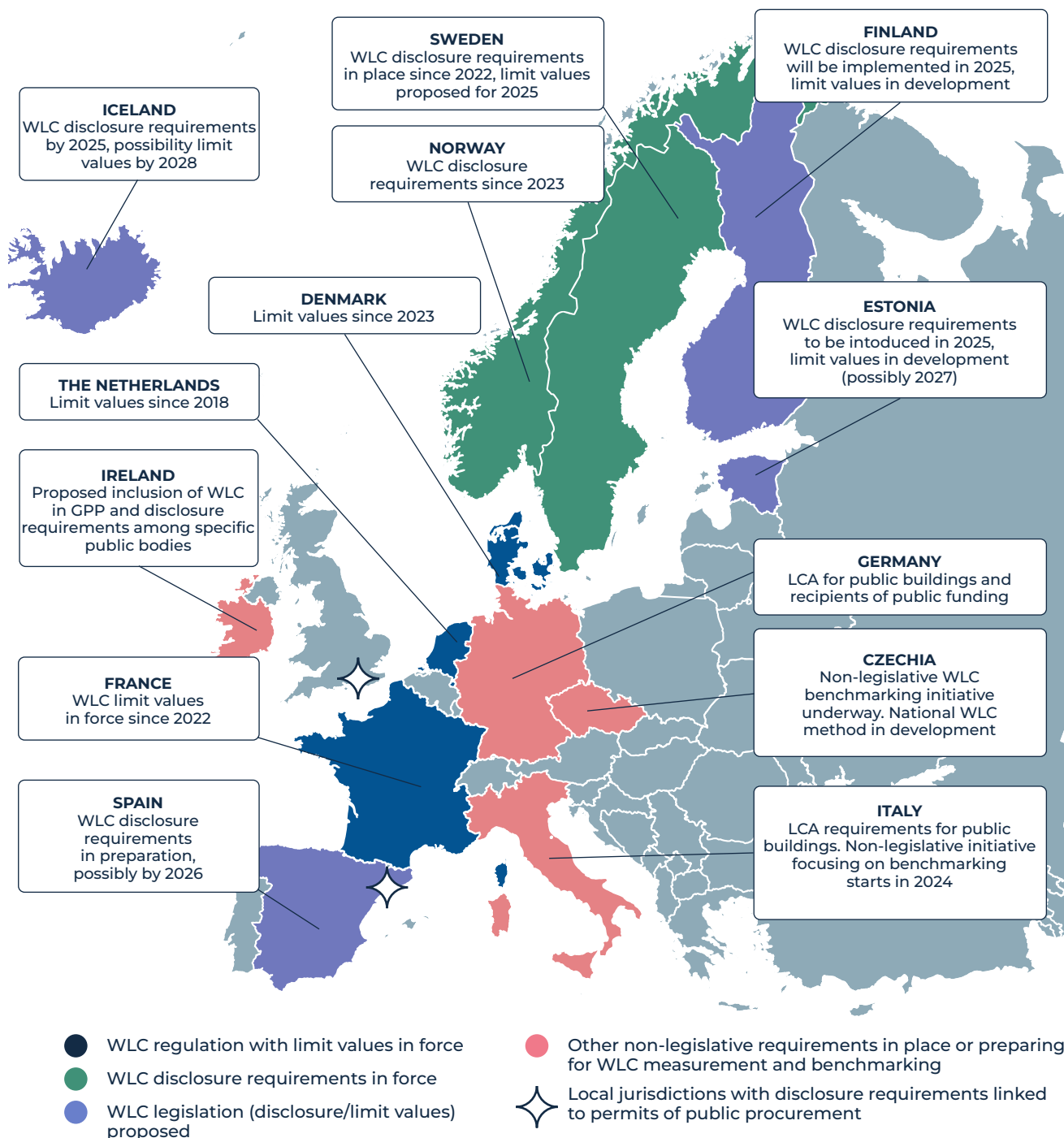
Z finální podoby směrnice EPBD 4 vyplývá, že ponechává velkou míru flexibility a rozhodování na členských státech. To představuje příležitost pro české politiky, aby využili níže zmíněné národní projekty a programy, stejně jako mezinárodní osvědčené postupy k nastavení vlastní strategie.

Dalším bodem směrnice po poslední revizi je také nařízení, že každý členský stát do 1.12. 2026 vytvoří národní plány renovace budov (NBRP), které se budou zabývat tématy, jako je školení kvalifikovanějších pracovníků a financování renovací, a vytvoří národní renovační pasy.

Následující **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** znázorňuje přehled předpisů a iniciativ v oblasti WLC v členských státech EU (BPIE EU Policy brief).

¹⁶ 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.

¹⁷ 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>



1.1.1 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.¹⁸

¹⁸ "Společný výklad technických screeningových kritérií EU Taxonomie." Česká rada pro šetrné budovy. Dostupné z: https://www.czgbc.org/download/EU_Taxonomie_FINAL.pdf.

Požadavky EU Taxonomie je třeba harmonizovat s revidovanou směrnicí EPBD a ostatními regulacemi EU, aby bylo zajištěno jednotné vykazování WLC.¹⁹ Kromě již platné EPBD IV 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 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. Tento rámec definuje scénáře, výběr dat a výpočty v souladu s normou ČSN EN 15978. Zahrnuje také specifické stavební výrobky podle revidovaného nařízení CPR.

4.2 Národní kontext

Stavebnictví v České republice se potýká s výzvou splnění klimatických závazků, zejména snížení emisí skleníkových plynů. Česká republika nemá vytvořený žádný zastřešující strategický dokument, dílčí podoblasti jsou zakotveny v řadě jiných strategických materiálů.²⁰

Mezi tyto strategické dokumenty patří: Státní politika životního prostředí České republiky 2030,²¹ Politika ochrany klimatu v České republice,²² Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu,²³ Státní energetická koncepce (SEK)²⁴ a Akční plán Cirkulární Česko 2040 pro období 2022–2027.²⁵ Specificky budovám se věnuje Dlouhodobá strategie renovací budov.²⁶

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.^{27,28}

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 veřejně dostupný údaj o jejich podlahové ploše.²⁹

¹⁹ 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/16kPc27aX3Dc73DJPlr7eYitcg_v0uzGsuIJ-rkfIJ_U/edit#heading=h.4d34og8

²⁰ 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%20C4%8CR_V6.pdf

²¹ 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)

²² Ministerstvo životního prostředí ČR. (2017). Politika ochrany klimatu 2017-2030. Retrieved May 4, 2024, from https://www.mzp.cz/cz/politika_ochrany_klimatu_2017

²³ 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/>

²⁴ 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-koncepcie-cr-a-souvisejicich-strategickych-dokumentu--273672/>

²⁵ 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-Akcni-plan-pro-cirkularni-ekonomiku-do-roku-2027/\\$FILE/AP_C%4%8C_2040.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_20230621_Cirkularnimu-Cesku-jsme-o-krok-bliz-Vlada-schvalila-prvni-Akcni-plan-pro-cirkularni-ekonomiku-do-roku-2027/$FILE/AP_C%4%8C_2040.pdf)

²⁶ 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_dlouhodobá_strategie_renovaci_20200520_schvalene.pdf

²⁷ Český statistický úřad. (n.d.). Druh domu. Retrieved May 4, 2024, from <https://www.czso.cz/csu/scitani2021/druh-domu>

²⁸ 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_dlouhodobá_strategie_renovaci_20200520_schvalene.pdf

²⁹ Průzkum fondu nerezidenčních budov v České republice a možnosti úspor v nich; 2016; <http://sanceprobudovy.cz/wpcontent/uploads/2018/04/pruzkum-nerezidenccnich-budov-v-cr.pdf>

4.2.1 Výchozí stav WLC v ČR

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 CPR a minimálními povinnými kritérii v oblasti zelených veřejných zakázek.

Česká republika v současné době není na plošné zavedení hodnocení celoživotní uhlíkové stopy budov prakticky 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, jaké scénáře a okrajové podmínky používat atd., tj. chybí harmonizace na národní úrovni.³⁰

Posuzování WLC budov se dnes v ČR odehrává na omezeném poli projektů, především 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. Zároveň probíhá na akademické úrovni v rámci národních a mezinárodních výzkumných projektů.

Současný stav hodnocení GWP budov 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.

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. Při neodborné analýze tak mohou být výsledky interpretovány zcela zavádějícím a manipulativním způsobem.

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, pokrývající cca 15 produktových skupin a obsahuje něco přes 200 EPD výrobků z českého trhu, což nemůže pokrýt LCA celé budovy. 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.

³⁰ Implementace hodnocení uhlíkové stopy budov (GWP) v podmínkách ČR, poziční dokument zpracovaný ve spolupráci ČVUT UCEEB a Centrum pasivního domu (CPD), <https://www.pasivnidomy.cz/gwp-pozicni-dokument/f10056>.

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, 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 dostatečně statisticky reprezentativní soubor pro spolehlivé 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.

4.2.2 Národní implementace a iniciativy v oblasti WLC

Strategické dokumenty

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 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.

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 emisí.³¹

³¹ 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/16kPc27aX3Dc73DJPlr7eYitcg_v0uzGsu1J-rkf1J_U/edit#heading=h.4d34og8

Normativní dokumenty

V souvislosti s vykazováním WLC vznikly a vznikají CEN i ISO normy. Přejímání 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 deklarací (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 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.

Další iniciativy

Souběžně s výše uvedenými iniciativami vznikla **Zero Carbon Roadmap**³² popisující bariéry a k nim náležící opatření k cestě dekarbonizace českého stavebnictví do roku 2050. Byl zpracována Českou radou pro šetrné budovy (CZGBC) v úzké spolupráci s Univerzitním centrem energeticky efektivních budov (ČVUT UCEEB).

Na akademické půdě vyvíjelo ČVUT UCEEB od poloviny roku 2022 ve spolupráci se stavební praxí národní **metodiku pro posouzení WLC**.³³ 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**. Současně je výpočet GWP jedním z kritérií národní certifikační metodiky pro posuzování udržitelnosti budov **SBToolCZ**.³⁴ 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.

³² Česká rada pro šetrné budovy. (n.d.). Roadmap. Retrieved May 4, 2024, from https://www.czgbc.org/download/Roadmap_CZ_final.pdf

³³ ČVUT UCEEB. Julie Železá et.al. Metodika pro výpočet potenciálu globálního oteplování budov v kontextu ČR - Část 1: Harmonizovaná metodika pro výpočet potenciálu globálního oteplování budov v kontextu ČR.

³⁴ ČVUT UCEEB. Julie Železá et.al. Metodika pro výpočet potenciálu globálního oteplování budov v kontextu ČR - Část 1: Harmonizovaná metodika pro výpočet potenciálu globálního oteplování budov v kontextu ČR.

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**,³⁵ který je součástí Stavební knihovny DEK. Zároveň se ÚRS připravuje na implementaci GWP dat stavebních materiálů do své rozpočtářské databáze.

Důležitou iniciativou je projekt Institutu cirkulární ekonomiky (INCIEN): **Snižování emisí během životního cyklu budov v Česku - Úloha cirkulární ekonomiky a renovací budov při snižování zabudovaného uhlíku**.³⁶ Tento projekt se zaměřuje především na potenciál renovací v ČR z hlediska WLC a doplňuje tak z tohoto hlediska tento dokument, který se prioritně věnuje novostavbám.

5. Zapojení stakeholderů do implementace WLC budov

V České republice je zapojení cílových skupin dotčených budoucím povinným vykazováním **klíčovým prvkem pro úspěšnou implementaci WLC budov do praxe. Jejich zástupci poskytují údaje o projektech k posouzení, účastní se kulatých stolů, workshopů a webinářů a přispívají svým know-how k vývoji metodiky WLC pro ČR. Jsou také cílovou skupinou pro následné vzdělávání a budování kapacit.**

Díky všem aktivitám v rámci projektu INDICATE se podařilo ustanovit síť kontaktů a dlouhodobou spolupráci i 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.

5.1 Státní instituce

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

- Ministerstvo průmyslu a obchodu: Zajišťuje implementaci směrnice EPBD a legislativu a podpůrné programy pro energetiku a stavební průmysl.
- 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 pro místní rozvoj: Určuje technické požadavky a hodnotící kritéria pro zadávací dokumentaci ke stavebním investicím, pravidla pro památkové zóny, stavební zákon a stavební povolení a rámec šetrných veřejných zakázek.
- Ministerstvo financí: Řídí implementaci EU taxonomie, SFDR a CSRD.

³⁵ ČVUT UCEEB a DEKSOFT. <https://deksoft.eu/programy/envibim>.

³⁶ ČVUT UCEEB. SBToolCZ. Národní nástroj pro certifikaci kvality budov. <https://www.sbtool.cz/>.

5.2 Dodavatelský řetězec ve stavebnictví

Problematika WLC budov se dotkne velice širokého spektra cílových skupin v oboru stavebnictví jsou:

- architekti a projektanti;
- developeři, stavební společnosti a investoři;
- finanční sektor poskytující financování stavebních projektů;
- energetičtí specialisté a odborní konzultanti (AES – Asociace energetických specialistů, AEA – Asociace energetických auditorů);
- profesní sdružení a oborové asociace;
- vývojáři softwaru pro energetické výpočty a rozpočty budov;
- výrobci stavebních produktů;
- poskytovatelé technologií;
- vzdělávací instituce – významnými akademickými zainteresovanými stranami budou studenti a učitelé stavebního inženýrství se zaměřením na udržitelnost;
- koncoví vlastníci nemovitostí.

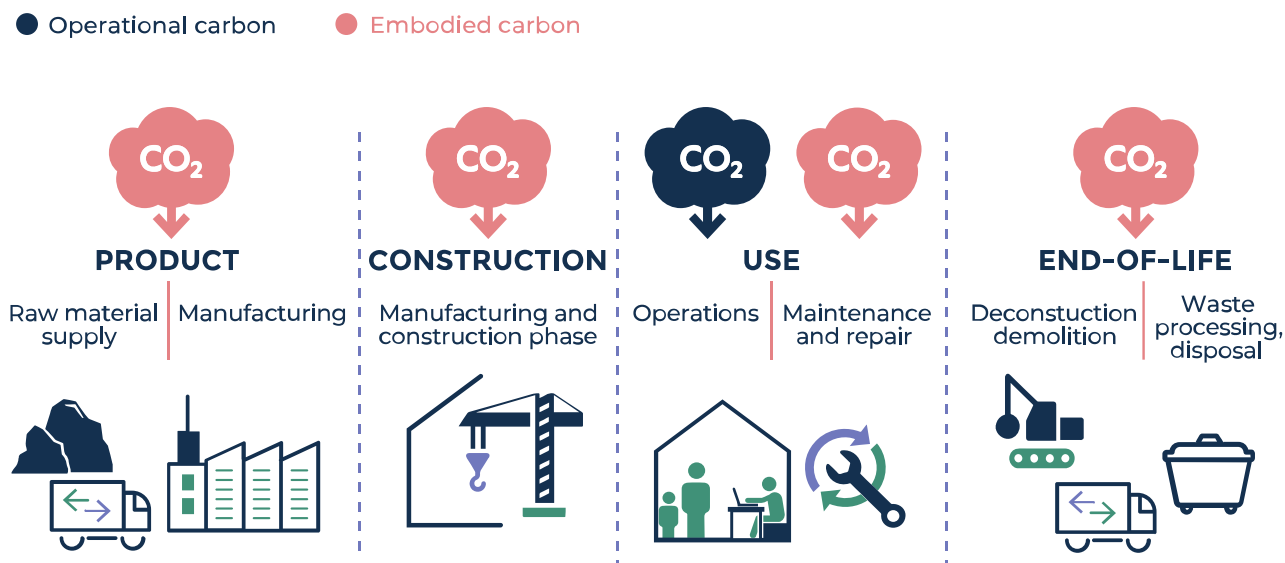
6. Úloha WLC budov při snižování uhlíkové stopy budov

6.1 WLC princip a k čemu vede

Posuzování životního cyklu (LCA) se stalo klíčovým při kvantifikaci a porovnávání vlivů stavebních materiálů a budov na životní prostředí. Posouzení celoživotní uhlíkové stopy (Whole Life Carbon = WLC) je jedním z kritérií udržitelnosti, které se vyjadřuje pomocí indikátoru potenciál globálního oteplování (GWP) v kg CO₂ ekvivalentů.

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 2. Posuzování dopadů výrobku na životní prostředí zahrnuje analýzu materiálových a energetických toků mezi daným systémem (budovou) a jeho okolím, konkrétně životním prostředím.

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.



Obrázek 2 - Životní cyklus budovy.

6.2 Referenční limitní hodnoty WLC pro ČR

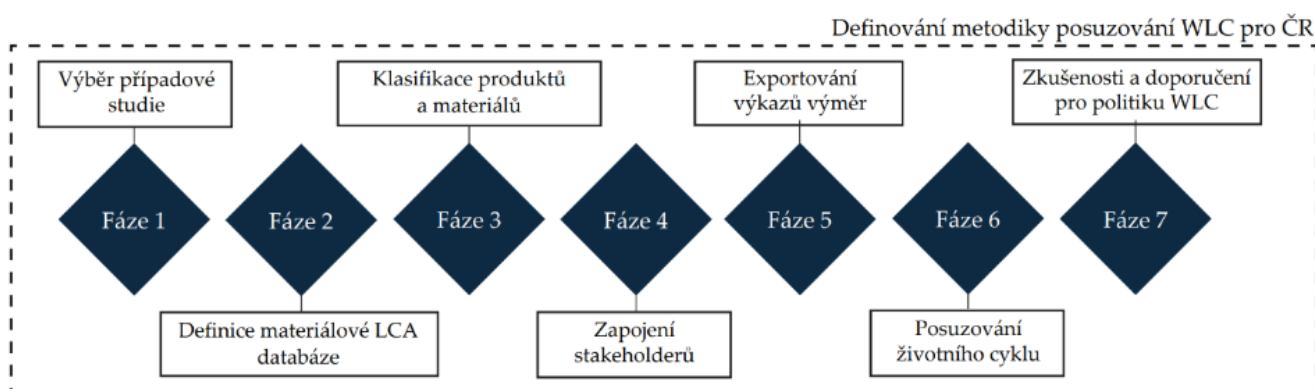
Stanovení referenčních limitních hodnot - benchmarků WLC (v kg CO₂,ekv.) je nezbytné pro jejich využití v různých podpůrných nástrojích, jako jsou dotační programy nebo zelené veřejné zakázky, ale především pro skutečné snížení uhlíkové stopy fondu budov v souladu se směrnicí EPBD a dalšími příslušnými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

V předních zemích jsou data pro benchmarky obvykle shromažďována ve spolupráci s akademickými institucemi nebo oborovými asociacemi, jako jsou národní rady pro šetrné budovy. Většina zemí shromáždila mezi 60 a 70 případovými studiemi jako první krok pro stanovení solidních benchmarků WLC (např. Norsko, Švédsko) a pokračuje ve zlepšování reprezentativnosti a kvality těchto benchmarků na základě nových případů LCA budov (např. Dánsko: 260 případových studií).

Prvnímu návrhu referenčních limitních hodnot GWP pro jednotlivé typologie budov se věnuje především kapitola 9.

7. Metodika výpočtu WLC v podmínkách ČR

V rámci projektu INDICATE proběhl sběr a vyhodnocování případových studií a komunikace se zainteresovanými skupinami v několika fázích, které zobrazuje následující Obrázek 3 a které jsou postupně popsány v následujících kapitolách a podrobněji v dokumentu White book for policy makers: Whole Life Carbon of buildings in the Czech Republic.³⁷



Obrázek 3 - Proces přípravy WLC budov pro ČR.

7.1 Výběr nových případových studií 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:

- 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.

³⁷ White Book pro Policy Makers: Whole Life Carbon of buildings in the Czech Republic.

Pro většinu uvedených případových studií byly dále vypracovány různé varianty:

1. se změnou vstupních environmentálních datasetů pro zjištěné materiálové hotspoty, tj. materiály s nejvyšším GWP (standardní/ průměrná/ BAT = best available technology – materiály/výrobky s nejnižším GWP na měrnou jednotku)
2. se změnou emisního faktoru elektřiny – varianty emisního faktoru modelující budoucí dekarbonizační potenciál energetického mixu:
 - standardní emisní faktor z vyhlášky z vyhlášky č. 140/2021 Sb.o energetickém auditu;
 - residuální emisní faktor pro ČR dle One Click LCA;
 - emisní faktor z MPO: Emisní faktor CO₂ z výroby elektřiny za léta 2010–2023;
 - emisní faktor pro Norsko dle One Click LCA – reprezentující potenciální zelenou elektřinu země;
 - zelená elektřina (prokázaný odběr elektřiny ze 100 % OZE).

Česká republika je stále silně závislá na uhlí a nemá dostatek obnovitelných zdrojů energie a oproti jiným státům EU na odlišnou skladu zdrojů elektrické energie (emisní faktor), primární zdroje energie a tedy odlišný vliv výroby stavebních materiálů na tvorbu emisí skleníkových plynů. Pokud má hodnocení WLC skutečně přispět je snížení uhlíkové stopy budov v ČR je naprosto nezbytné používat pro toto hodnocení národní lokalizovaná data o emisích stavebních materiálů.

Celkem bylo zpracováno **120 variant nových případových studií**.

7.2 Sběr existujících případových studií WLC budov

Dále bylo shromážděno 50 existujících případových studií od ČVUT UCEEB a partnerů, zpracovaných pro soukromé účely, zahrnující:

- 2 rodinné domy
- 9 bytových domů
- 4 administrativní budovy
- 32 logistických hal
- 1 technologické centrum
- 1 nemocnici
- 1 sportovní centrum

7.3 Porovnatelnost a kvalita dat z případových studií

Nově zpracované případové studie jsou založeny na výpočtech provedených 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 říct, že mají poměrně dobrou kvalitu dat díky znalosti výpočetních týmů, které je zpracovávaly, avšak možnosti kontroly konzistence byly velice omezené, protože vstupní údaje nebyly dostupné. Výpočetní metodika tedy není zcela 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.

Přehled všech případových studií, které byly řešeny v rámci projektu INDICATE, je uveden na následujícím Obrázek 4.

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 4 - Přehled případových studií budov pro ČR, zpracovaných v rámci projektu INDICATE.

Všechny projekty pocházejí z České republiky, nicméně LCA data využitá pro výpočty jsou často lokalizovaná zahraniční generická nebo zahraniční 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.

7.4 Podkladní LCA databáze

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.

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.

V rámci projektu INDICATE byla vytvořena jednotná komplexní interní databáze založená na dostupných datech. Databáze primárně obsahuje datasety z českých EPD³⁸ nebo generické datasety software One Click LCA (OCLCA)³⁹ 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+ materiálových položek byly vybrány na základě jejich reprezentativnosti jako generických dat pro český trh.

Zásadní z hlediska budoucího stanovování limitních hodnot pro ČR je fakt, že pro do databáze byly primárně voleny datasety s nejvyšší uhlíkovou stopou na měrnou jednotku (kg, m³, m²) pro daný materiál. Důvodem je skutečnost, že dle uvážení projektového týmu je potřeba prvotně nastavit limitní hodnoty tzv. „měkkí“ a postupně bude možné je případně 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 kalkulační nástroj pro národní využití.

7.5 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. Vzhledem k velkému množství dat je nutné, aby byl tento proces co nejefektivnější a ideálně 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 rámci projektu INDICATE byl pro analýzu WLC a prezentaci výsledků použit mezinárodní klasifikační rámec EU Level(s), výsledky pak následně byly agregovány do skupin dle doporučené klasifikace projektu INDICATE, což zobrazuje Tabulka 1.

Tabulka 1 - Klasifikační systémy definované OCLCA, Level(s) a doporučené projektem INDICATE.

OCLCA Structure	Level(s) Structure	Indicate Result Classification
FOUNDATION	1.1 Foundations 1.1.1 Piles 1.1.2 Basements 1.1.3 Retaining walls	Ground (i.e., substructure, foundation, basement walls, etc.)
WALL	1.2 Load-bearing structural frame	Structure (i.e., structural frame, walls, floors, roofs, etc.)
EXTERNAL WALL/COLUMN	1.2.1 Frame (beams, columns, and slab)	
BEAM EXTERNAL WALL	1.2.2 Upper floors 1.1.3 External walls 1.2.4 Balconies	

³⁸ ČSN EN 15804+A1 (730912) Udržitelnost staveb - Environmentální prohlášení o produktu - Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů (2014).

³⁹ One Click LCA. (n.d.) <https://www.oneclicklca.com/>

OCLCA Structure	Level(s) Structure	Indicate Result Classification
SLAB/INTERNAL WALL SLAB INTERNAL WALL/ DOOR	1.3 Non-load-bearing elements 1.3.1 Ground floor slab 1.3.2 Internal walls, partitions, and doors	Internal (i.e., partitions, int. finishes, etc.)
SLAB	1.3.3 Stairs and ramps	Structure (i.e., structural frame, walls, floors, roofs, etc.)
EXTERNAL WALL	1.4 Facade 1.4.1 External wall systems, cladding, and shading systems	Envelope (i.e., openings and external finishes)
WINDOW	1.4.2 Façade openings	
VERTICAL FINISH	1.4.3 External paints, coatings, and renders	
ROOF	1.5 Roof 1.5.1 Structure 1.5.2 Weatherproofing	Structure (i.e., structural frame, walls, floors, roofs, etc.)
FINISH	2.1 Fittings and furnishings 2.1.1 Sanitary fittings 2.1.2 Cupboards, wardrobes, and worktops	Appliances (i.e., fixed facilities, mobile fittings, etc.)
HORIZONTAL FINISH VERTICAL FINISH HORIZONTAL FINISH	2.1.3 Ceilings 2.1.4 Wall and ceilings finishes 2.1.5 Floor coverings and finishes	Internal (i.e., partitions, int. finishes, etc.)
BUILDTech	2.2 In-built lighting system 2.2.1 Light fittings 2.2.2 Control systems and sensors	Appliances (i.e., fixed facilities, mobile fittings, etc.)
	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 2.4.1 Air handling units 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	Services (i.e., mechanical, electrical, renew. energy, etc.)
	2.6 Other systems 2.6.1 Lifts and escalators 2.6.2 Firefighting installations 2.6.3 Communication and security installation 2.6.4 Telecoms and data installation	Appliances (i.e., fixed facilities, mobile fittings, etc.)
OTHER	3. Not defined	Not defined (i.e., energy/water consumption or any other building part)

7.6 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 analyzování.

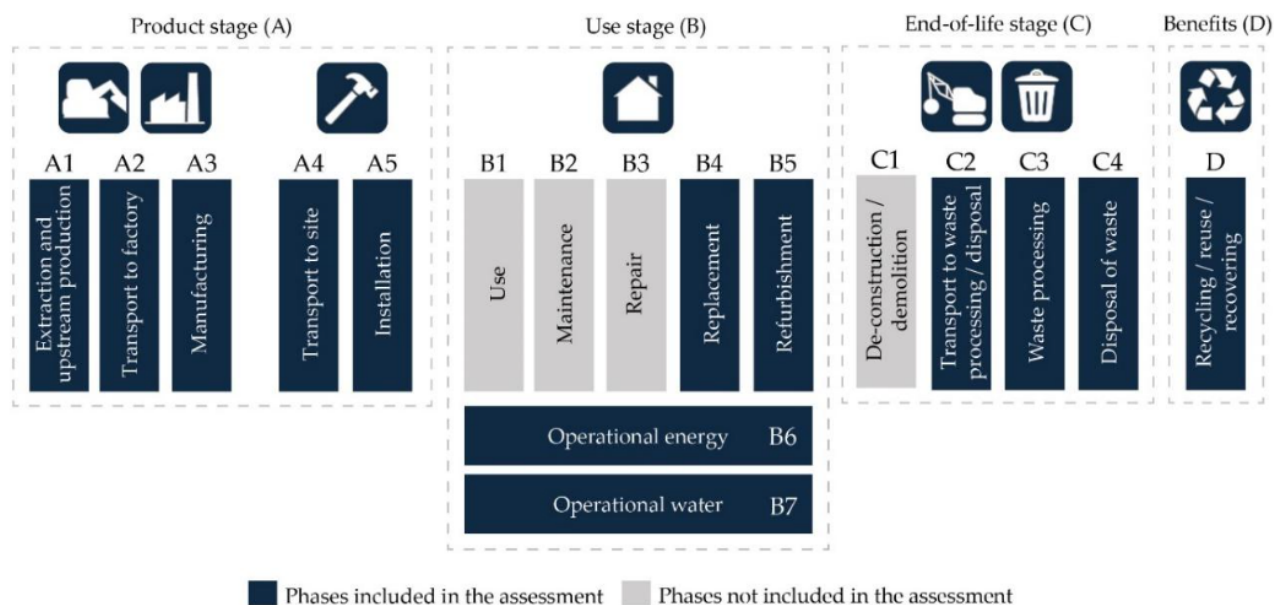
VV jednotlivých projektů se výrazně lišil a jejich příprava pro posouzení WLC byla velice časově náročná. Průměrně lze dobu přípravy výkazu výměr stanovit na 10 pracovních dní v případě klasického rozpočtářského excelu. Taková časová kapacita jistě nemůže být přijatelná pro výpočty tisíců WLC novostaveb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

7.7 Posouzení celoživotní uhlíkové stopy (WLC)

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 analyzování.

7.7.1 Okrajové podmínky WLC

V projektu INDICATE se posuzování WLC provádělo s hranicemi systému "od kolébky ke kolébce" (Cradle to cradle) podle fází zvýrazněných na Obrázek 5, a zahrnovalo tedy fázi výroby (A), fázi užívání (B), fázi konce životního cyklu (C) a přínosy nad rámec posuzování (D).



Obrázek 5 - Fáze životního cyklu zahrnuté do výpočtů.

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 2. 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 2 - Okrajové podmínky pro zpracování WLC případových studií budov v ČR.

Parametr		Burova
Funkční ekvivalent		1m ² hrubé vnitřní plochy (GIA – Gross Internal Area)
Hranice systému		A1–D (vyjma B1, B2, B3 a C1)
Životnost budovy		50 let
Pravidlo pro nezahrnutí vstupů (cut-off rule)		95 %
Zahrnutí prvků budovy		Zahrnuto bylo maximum vstupních dat TZB v některých případech zahrnuto průměrnými hodnotami ze software OCLCA
Posouzení kvality podkladních dat	Geografické pokrytí	Využití datasetů pro ČR, v případě jejich nedostupnosti datasety pro Polsko, Itálii, Německo, EU
	Technologické pokrytí	Typická stavební technologie pro ČR
	Časové pokrytí	Stáří datasetů max. 5 let
	Konzistentnost	Datasety z EPD s nejvyššími hodnotami GWP Generické datasety pro ČR Podkladní databáze 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. Důvodem byl mezinárodní konsenzus a také soulad s metodikou EU Level(s).⁴⁰

7.7.2 Proces posuzování WLC

Proces posuzování WLC všech případových studií budov byl realizován pomocí softwarového nástroje OCLCA,⁴¹ který se používá ve více než 140 zemích světa; jeho databáze zahrnuje veškerá dostupná EPD v souladu s normami EN 15804+A1⁴² a EN 15804+A2.⁴³ Nástroj umožňuje jak import VV z prostředí MS Excel, tak přímo ze softwarů BIM. Nicméně se jedná o **finančně velice náročný licencovaný nástroj, který není v současné době uzpůsoben národním podmínkám ČR** (např. v defaultních hodnotách, netransparentním přepočtu generických dat aj.).

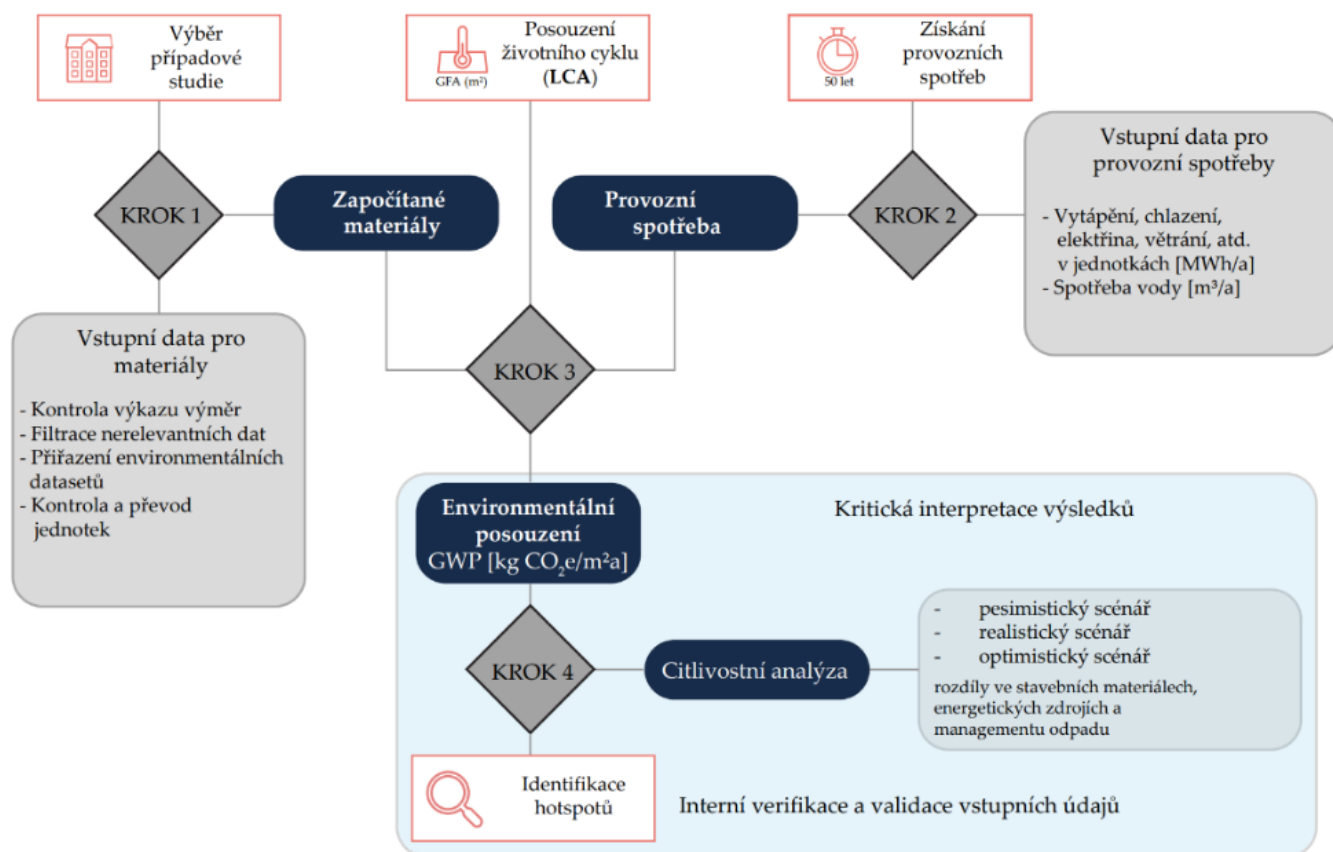
Popis procesu posuzování WLC případových studií lze graficky znázornit čtyřmi hlavními kroky, jak ukazuje Obrázek 6.

⁴⁰ 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)

⁴¹ One Click LCA. (n.d.) <https://www.oneclicklca.com/>

⁴² ČSN EN 15804+A1 (730912) (2014) Udržitelnost staveb - Environmentální prohlášení o produktu - Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů

⁴³ ČSN EN 15804+A2 (730912) (2022) Udržitelnost staveb - Environmentální prohlášení o produktu - Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů



Obrázek 6 - Pracovní postup výpočtu WLC pro případovou studii jakékoli budovy.

7.7.3 Analyzování výsledků WLC

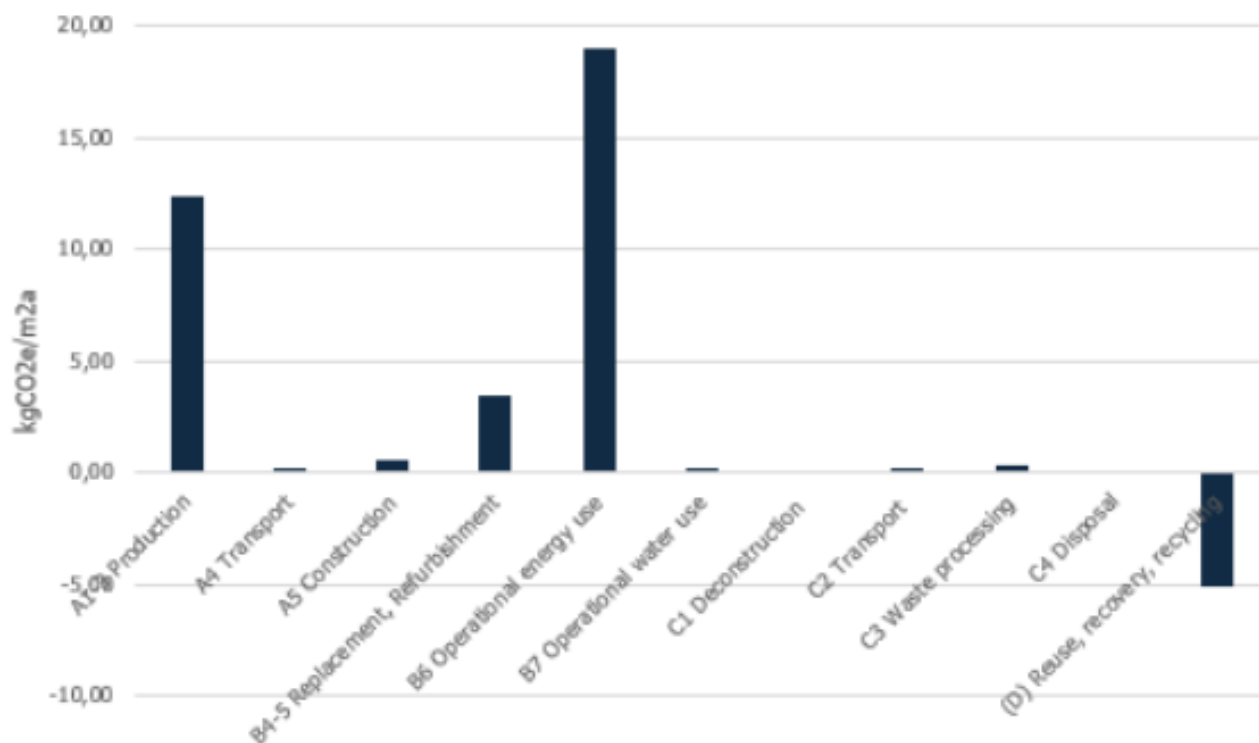
Pro snazší porovnání byly vytvořeny přehledy výsledků jednotlivých případových studií, aby se zlepšilo pochopení dopadu v jednotlivých fázích životního cyklu a jednotlivých konstrukcí budovy (v kategoriích klasifikace Level(s)). Například na Obrázek 7 jsou znázorněny výsledky pro obytnou budovu, kde je GWP rozčleněno napříč fázemi a moduly životního cyklu, aby bylo možné identifikovat ty s největším dopadem.

Obrázek 8 naopak představuje výsledky pro zabudované GWP, úzce spojené s fázemi výroby a výměny materiálu/výrobku pro stejný projekt. Obrázek 9 představuje výsledky pro celý životní cyklus. Tyto výsledky jsou rozříděny podle částí budovy podle klasifikace:

- Základy (tj. spodní stavba, základy, suterénní stěny atd.);
- Konstrukce (tj. konstrukční skelet, stěny, podlahy, střechy atd.);
- Obálka (tj. otvory a vnější povrchové úpravy);
- Vnitřní (tj. příčky, vnitřní povrchové úpravy atd.);
- Služby (tj. mechanické, elektrické, obnovitelné zdroje energie atd.);
- Zařízení (tj. pevná zařízení, mobilní vybavení atd.);
- Není definováno (tj. spotřeba energie/vody nebo jiné části budovy).

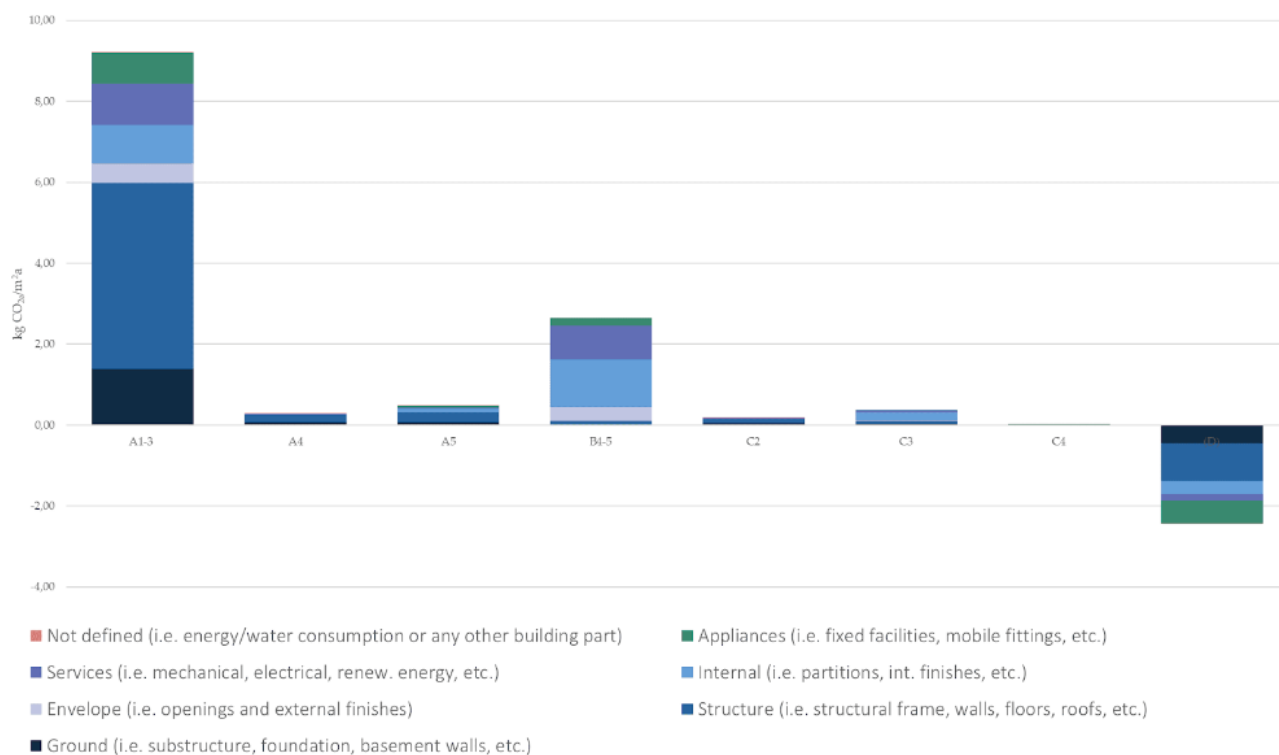
INDICAT

CASE STUDY		02_BD_08		
Building type	Residential	Project type	New Built	
Building sub typology	Multi-family house	Country of	Czech Republic	
Project data status	Detailed design	Structure type	frame concrete	
Gross floor area [m2]	20 198,20	Heated floor area [m2]	14 861,30	
Service life [years]	50	Total energy consumption [MWh/a]	936,62	
BUILDING TOTAL [kgCO2e/m2a]		36,70		
	[kgCO2e]	[kgCO2e/m2]	[kgCO2e/m2a]	[%]
A1-3 Production	12465658,02	617,17	12,34	33,6%
A4 Transport	285105,15	14,12	0,28	0,8%
A5 Construction	641932,50	31,78	0,64	1,7%
B4-5 Replacement, Refurbishment	3541103,35	175,32	3,51	9,6%
B6 Operational energy use	19239718,60	952,55	19,05	51,9%
B7 Operational water use	219501,44	10,87	0,22	0,6%
C1 Deconstruction	109070,28	5,40	0,11	0,3%
C2 Transport	189384,23	9,38	0,19	0,5%
C3 Waste processing	373480,23	18,49	0,37	1,0%
C4 Disposal	2761,51	0,14	0,00	0,0%
(D) Reuse, recovery,	-5130000,00	-253,98	-5,08	

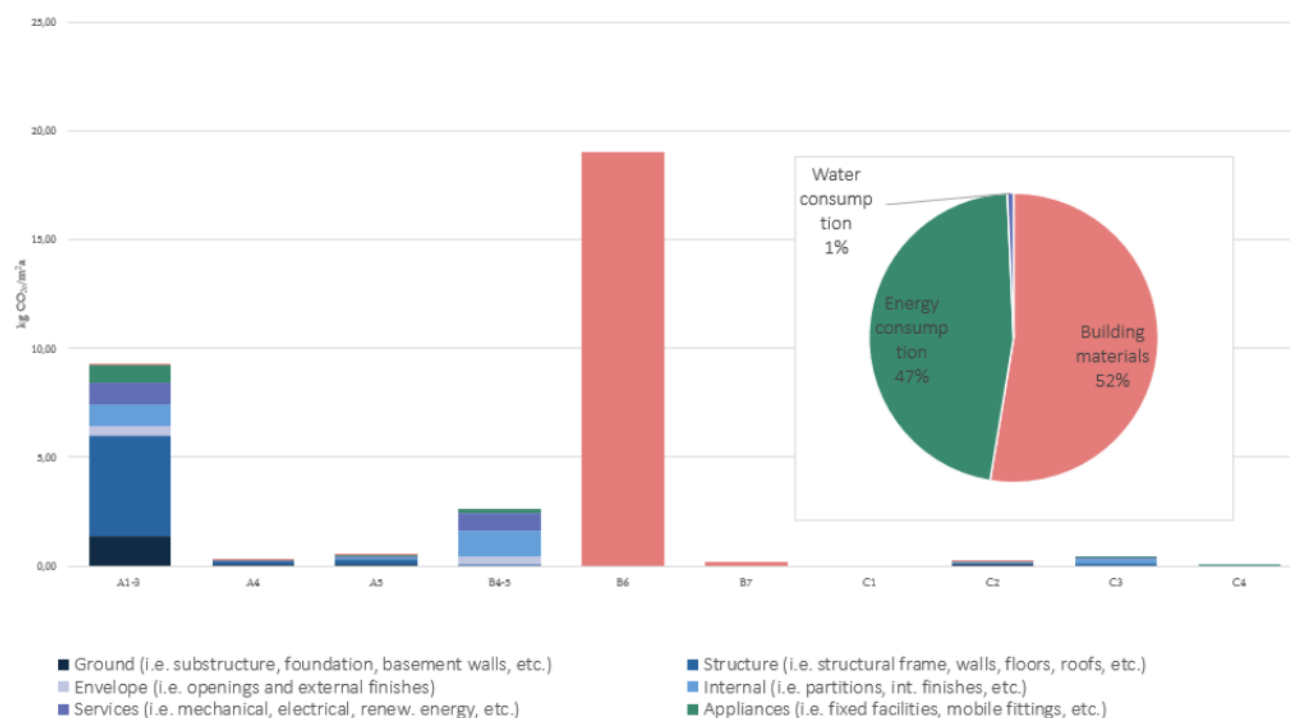


INDICATE												
BUILDING TOTAL [kgCO₂e/m²a]	36,70											
Gross floor area [m ²]	20 198,20		Service life [years]	50								
[kgCO ₂ e]												
	A1-3	A4	A5	B4-5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	(D)	
1.1 Foundations	1 820 908,07	56 018,46	90 555,14	0,00	0,00	0,00	0,00	30 790,40	29 709,56	0,02	-980 180,52	
1.1.1 Piles	454 775,39	19 972,63	20 708,45	0,00	0,00	0,00	0,00	8 313,85	4 050,39	0,00	-177 545,30	
1.1.2 Basements												
1.1.3 Retaining walls												
1.2 Load bearing structural frame	59 130,78	341,92	4 496,97	0,00	0,00	0,00	0,00	435,47	51,48	0,00	-3 651,46	
1.2.1 Frame (beams, columns and slabs)	5 657 582,17	#####	268 902,62	0,00	0,00	0,00	0,00	#####	11 006,38	0,00	-1 875 136,72	
1.2.2 Upper floors	5 026,81	25,72	362,40	6 310,72	0,00	0,00	0,00	3,50	1 343,11	0,00		
1.2.3 External walls	125 433,38	259,01	9 952,21	0,00	0,00	0,00	0,00	276,12	5 392,77	208,67	-6 956,00	
1.2.4 Balconies	84 088,27	931,96	8 313,41	0,00	0,00	0,00	0,00	2 517,63	140,81	0,59	-78 360,09	
1.3 Non-load bearing elements	474 870,66	6 163,50	57 211,27	424 940,87	0,00	0,00	0,00	18 090,08	14 567,20	2 114,88	-35 618,55	
1.3.1 Ground floor slab	106 445,10	434,52	7 659,15	20 560,24	0,00	0,00	0,00	102,91	54 279,55	2,02	-70 621,97	
1.3.2 Internal walls, partitions and doors	209 112,16	2 548,70	6 127,46	238 965,35	0,00	0,00	0,00	1 980,03	1 561,61	112,86	-4 004,03	
1.3.3 Stairs and ramps	56 689,16	2 938,56	3 077,20	183,46	0,00	0,00	0,00	1 375,01	144,78	0,09	-18 610,15	
1.4 Facade												
1.4.1 External wall systems, cladding and shading devices	170 825,44	1 160,04	3 767,05	20 467,36	0,00	0,00	0,00	1 373,42	32,63	66,23	-9 032,13	
1.4.2 Facade openings	311 007,42	2 345,21	876,68	361 695,48	0,00	0,00	0,00	5 251,55	8 470,20	66,14	-98 923,02	
1.4.3 External paints, coatings and renders												
1.5 Roof	197 782,99	1 204,45	15 041,47	89 271,37	0,00	0,00	0,00	325,73	57 237,56	31,59	-96 766,34	
1.5.1 Structures												
1.5.2 Weatherproofing												
2.1 Fittings and furnishings	3 060,79	3,96	230,36	0,00	0,00	0,00	0,00	8,40	0,46	0,00	-1 727,40	
2.1.1 Sanitary fittings	70 631,19	818,64	155,80	95 953,95	0,00	0,00	0,00	548,06	45,54	40,35	-98 923,69	
2.1.2 Cupboards, wardrobes and worktops												
2.1.3 Ceilings	26 585,30	123,32	2 024,87	0,00	0,00	0,00	0,00	330,88	140,95	0,00	-20 558,24	
2.1.4 Wall and ceiling finishes												
2.1.5 Floor coverings and finishes	426 977,67	5 534,06	40 914,39	1 220 081,14	0,00	0,00	0,00	1 407,19	143 243,96	46,31	-243 712,35	
2.2 In-built lighting system	207 466,00	244,63	2 080,57	208 056,72	0,00	0,00	0,00	315,60	28,35	2,14	-32 889,97	
2.2.1 Light fittings												
2.2.2 Control systems and sensors												
2.3 Energy system												
2.3.1 Heating plant and distribution	274 132,98	817,70	3 080,38	272 601,05	0,00	0,00	0,00	1 109,15	96,16	6,85	-107 895,15	
2.3.2 Cooling plant and distribution												
2.3.3 Electricity generation and distribution	40 312,31	772,35	510,83	40 745,45	0,00	0,00	0,00	867,11	383,18	5,39	-87 763,72	
2.4 Ventilation system	245 460,32	752,76	5 187,36	248 022,12	0,00	0,00	0,00	823,14	13 198,20	18,26	-108 930,10	
2.4.1 Air handling units												
2.4.2 Ductwork and distribution												
2.5 Sanitary system	34 015,83	232,66	3 856,32	52 860,38	0,00	0,00	0,00	103,08	22 208,21	0,75	-53 968,72	
2.5.1 Cold water distribution	1 402,31	6,22	156,06	2 138,19	0,00	0,00	0,00	1,89	727,78	0,00	-1 670,50	
2.5.2 Hot water distribution	7 141,52	118,73	74,28	7 428,22	0,00	0,00	0,00	153,17	13,76	1,04	-15 952,81	
2.5.3 Water treatment systems	3 896,62	4,13	297,91	0,00	0,00	0,00	0,00	4,86	0,25	1,87	-152,94	
2.5.4 Drainage systems	171 015,48	3 008,88	10 488,38	2 980,63	0,00	0,00	0,00	2 272,90	969,71	15,41	-126 483,58	
2.6 Other systems	958 780,72	1 540,83	72 105,43	1 375,55	0,00	0,00	0,00	2 039,19	183,88	0,25	-543 550,96	
2.6.1 Lifts and escalators	198 000,00	1 488,71	0,00	201 994,81	0,00	0,00	0,00	1 920,57	172,49	13,04	-199 033,13	
2.6.2 Firefighting installations	1 021,85	9,99	10,21	1 860,08	0,00	0,00	0,00	13,02	16,43	0,08	-1 352,29	
2.6.3 Communication and security installation	30 208,86	205,03	1 494,80	19 024,80	0,00	0,00	0,00	266,42	3 030,23	5,43	-21 200,46	
2.6.4 Telecommunications data installation	28 307,36	47,62	2 140,40	4 908,42	0,00	0,00	0,00	82,75	1 023,46	0,04	-16 901,64	
Net defined	2 665,11	11,51	22,87	0,00	0,00	0,00	0,00	30,47	0,52	0,32	-222,05	
Electricity	0,00	0,00	0,00	0,00	11 061 343,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fuel	0,00	0,00	0,00	0,00	8 178 375,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
District cool use												
District heat use												
Total water consumption	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	219 501,44		0,00	0,00	0,00		
Decommissioning/demolition scenarios							#####					
BUILDING PARTS [kgCO₂e/m²a]	A1-3	A4	A5	B4-5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	(D)	
Ground (i.e. substructure, foundation, basement walls, etc.)	2,25	0,08	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	-1,15	
Structure (i.e. structural frame, walls, floors, roofs, etc.)	6,13	0,18	0,31	0,09	0,00	0,00	0,00	0,11	0,07	0,00	-2,06	
Envelope (i.e. openings and external finishes)	0,48	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	-0,10	
Internal (i.e. partitions, int. finishes, etc.)	1,23	0,01	0,11	1,88	0,00	0,00	0,00	0,02	0,21	0,00	-0,37	
Services (i.e. mechanical, electrical, renew. energy, etc.)	1,03	0,01	0,03	0,85	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	-0,56	
Appliances (i.e. fixed facilities, mobile fittings, etc.)	1,22	0,00	0,07	0,30	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	-0,84	
Net defined (i.e. energy/water consumption or any other building part)	0,00	0,00	0,00	0,00	19,05	0,22	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	
Building materials vs building system technologies	A1-3	A4	A5	B4-5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	(D)	Total
Building materials [kgCO ₂ e/m ² a]	10,09	0,27	0,53	2,36	0,00	0,00	0,00	0,18	0,33	0,003	-3,68	10,08
Building materials [%]	82%	96%	84%	87%	#####	#####	0%	94%	87%	96%	72%	83,6%
Building system technologies [kgCO ₂ e/m ² a]	2,25	0,01	0,10	1,15	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	-1,40	2,16
Building system technologies [%]	10%	4%	16%	31%	#####	#####	0%	6%	11%	4%	29%	17,5%
Net defined							0,11					
Total [kgCO ₂ e/m ² a]	12,34	0,28	0,64	3,51	0,00	0,00	0,11	0,19	0,37	0,00	-5,08	12,36
Ratio	A1-3	A4	A5	B4-5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	(D)	Total
Building materials and technology [kgCO ₂ e/m ² a]	12,34	0,28	0,64	3,51	0,00	0,00	0,19	0,37	0,00	0,00	-5,08	12,25
Building materials	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	38,7%
Energy consumption [kgCO ₂ e/m ² a]	0,00	0,00	0,00	0,00	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,05
Energy consumption	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	60,2%
Water consumption [kgCO ₂ e/m ² a]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22
Water consumption	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	6,7%
Net defined							0,11					0,11
Total [kgCO ₂ e/m ² a]	12,34	0,28	0,64	3,51	19,05	0,22	0,11	0,19	0,37	0,00	-5,08	31,62

Obrázek 7 - Ilustrativní příklad výsledků WLC pro bytový dům, rozdělená na hlavní a detailní informace.



Obrázek 8 - Příklad výsledků zabudovaného GWP případové studie bytového domu rozdělených podle částí budovy, od modulu A po modul D.



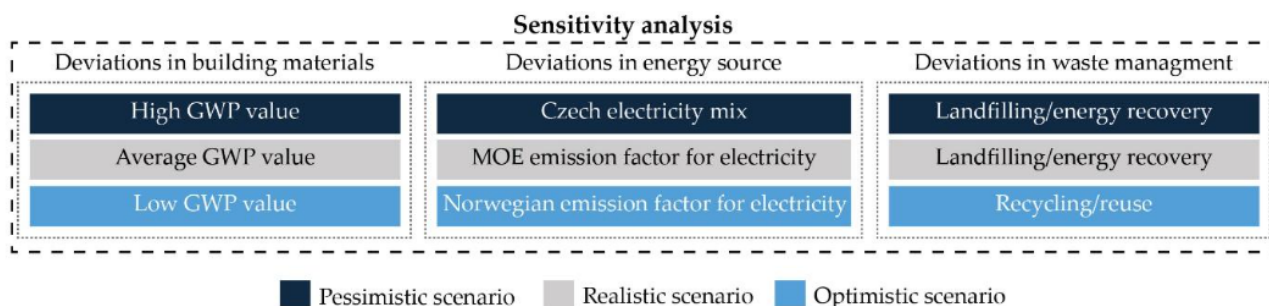
Obrázek 9 - Rozdělení GWP dle konstrukčních částí budovy pro jednotlivé moduly WLC (od modulu A po modul C).

Více informací o analýzy výsledků případových studií je uvedeno v dokumentu White book for policy makers projektu INDICATE.⁴⁴

⁴⁴ White Book pro Policy Makers: Whole Life Carbon of buildings in the Czech Republic.

Výběr metody pro hodnocení dopadů na životní prostředí v rámci LCA je spojen s nejistotou. Proto se odborníci na LCA musí při výběru spoléhat na subjektivní úsudek. Při analýze citlivosti byly zvažovány čtyři druhy scénářů, aby se zdůraznil vliv jednotlivých datasetů, viz Obrázek 10:

- Změny LCA datasetů stavebních materiálů: ovlivňuje především moduly A životního cyklu, může zahrnovat i změnu materiálového řešení.
- Změna scénáře emisního faktoru elektřiny: ovlivňuje modul B6.
- Změna scénáře konce životního cyklu: ovlivňuje moduly C a D životního cyklu.



Obrázek 10 - Možné scénáře citlivostní analýzy WLC budov.

Podrobněji jsou jednotlivé scénáře popsány ve White book projektu.⁴⁵

8. Výsledky případových studií

8.1 Rodinné domy



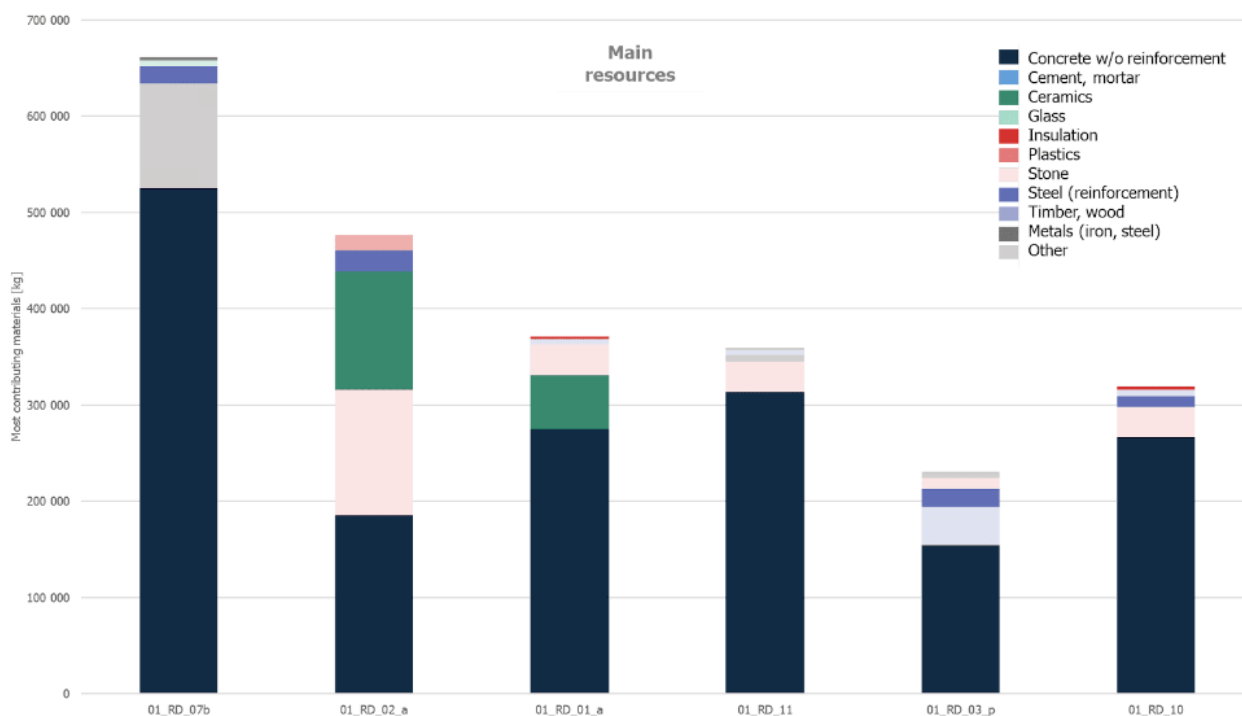
Seznam případových studií, typologií a materiálových řešení uvádí následující Tabulka 3.

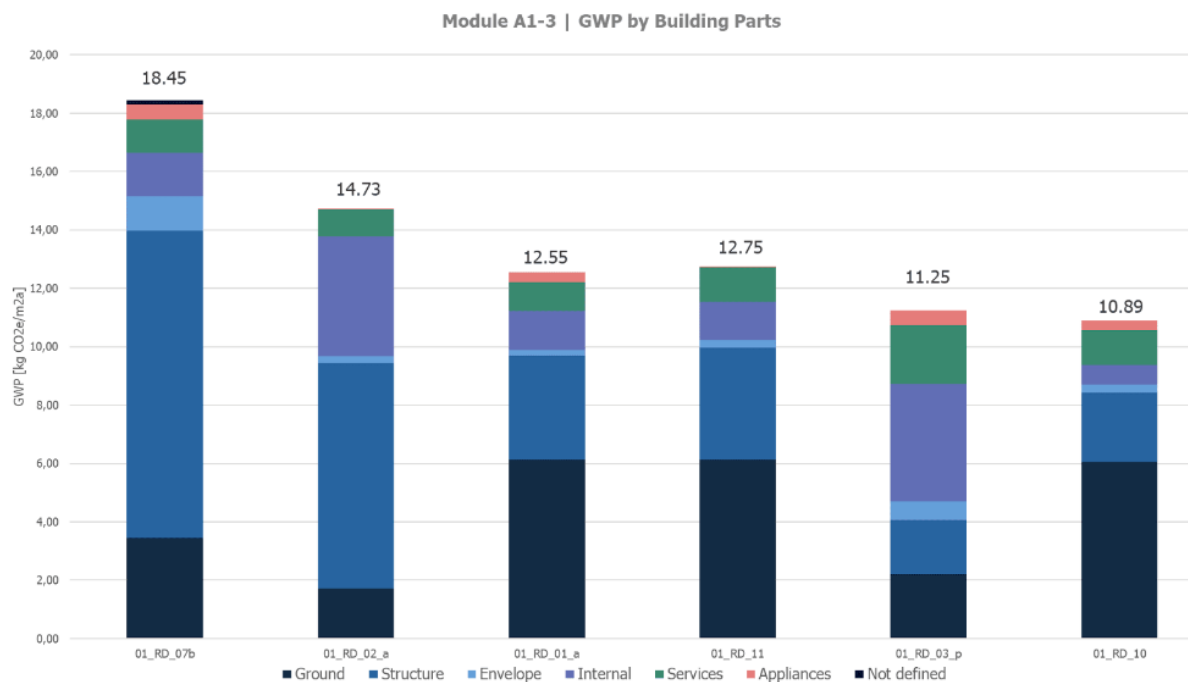
Tabulka 3 - Přehled případových studií rodinných domů, zpracovaných v rámci projektu INDICATE.

Code	Building sub typology	Project type	Gross Floor Area	Structure type and main material	Energy performance class	Energy consumption [per m²GFA]	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 11 znázorňuje rozložení hmotnosti jednotlivých materiálů v budově. Jedná se o celkovou hmotnost budov, se kterou lze následně pracovat v dalších analýzách. Z grafu jasně vyplývá význam betonu a zdicích prvků v celkové hmotnosti budov.

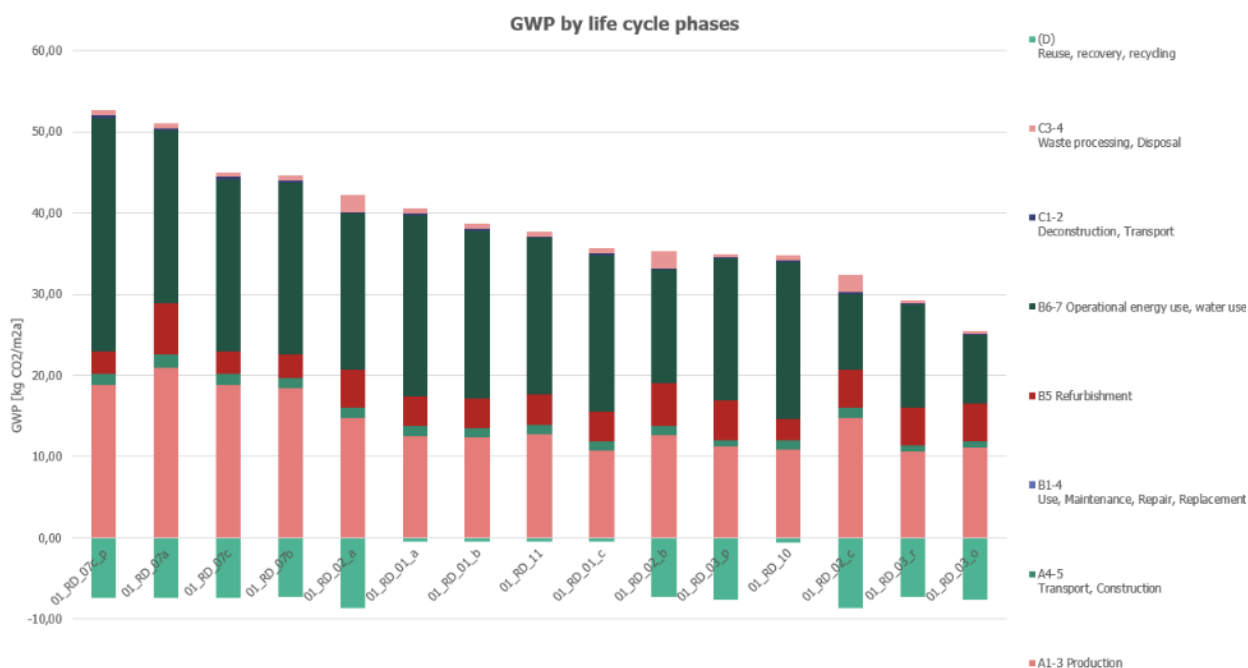
Na Obrázek 12 jsou pak zobrazeny dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový zabudovaný GWP budovy (moduly A1-A3), dle výše uvedené klasifikace. Nejvyšší dopady má v případě rodinných domů nosná konstrukce a základová konstrukce. Následně mají velký vliv vnitřní konstrukce a TZB.

**Obrázek 11** - Rodinné domy - hmotnostní rozložení materiálových skupin v budově jako celku.



Obrázek 12 - Rodinné domy – dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový zabudovaný GWP budovy (moduly A1-A3).

Obrázek 13 zobrazuje rozložení GWP dle do jednotlivých modulů životního cyklu pro všechny varianty případových studií rodinných domů. Je vyčíslen i modul D, který však stojí zvlášť a nezapočítává se do celkové hodnoty GWP budovy. Z grafu vyplývá, že nejvýznamnějším modulem životního cyklu je ve většině případů B6-7, což jsou provozní spotřeby energie a vody. Voda však má zanedbatelný vliv na celkové dopady. Další v pořadí je dle očekávání fáze výroby stavebních materiálů. Nicméně poměr mezi těmito fázemi je v mnoha případech celkem vyrovnaný.



Obrázek 13 - Rodinné domy, všechny varianty – rozdělení GWP dle jednotlivých modulů/fází ŽC (moduly A-D).

8.2 Bytové domy

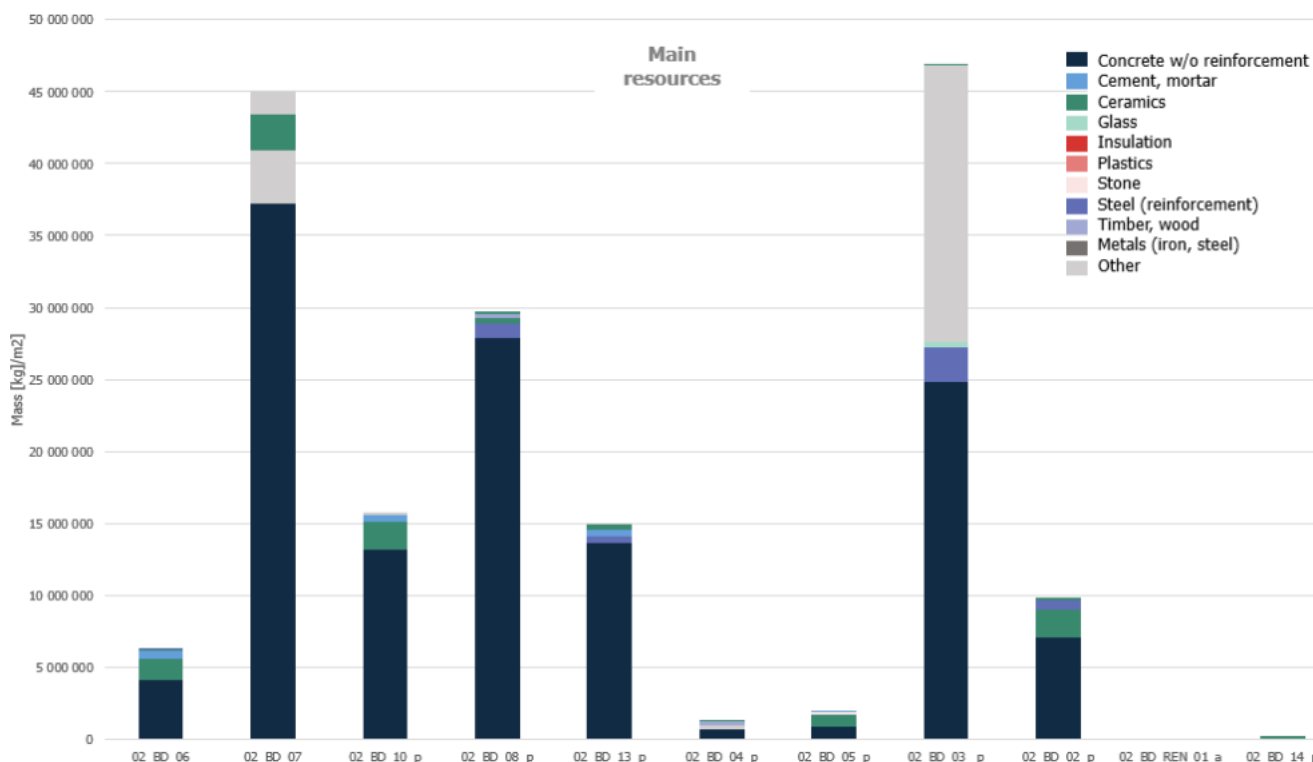


Seznam případových studií, typologií a materiálových řešení bytových domů uvádí následující Tabulka 4.

Tabulka 4 - Přehled případových studií bytových domů, zpracovaných v rámci projektu INDICATE.

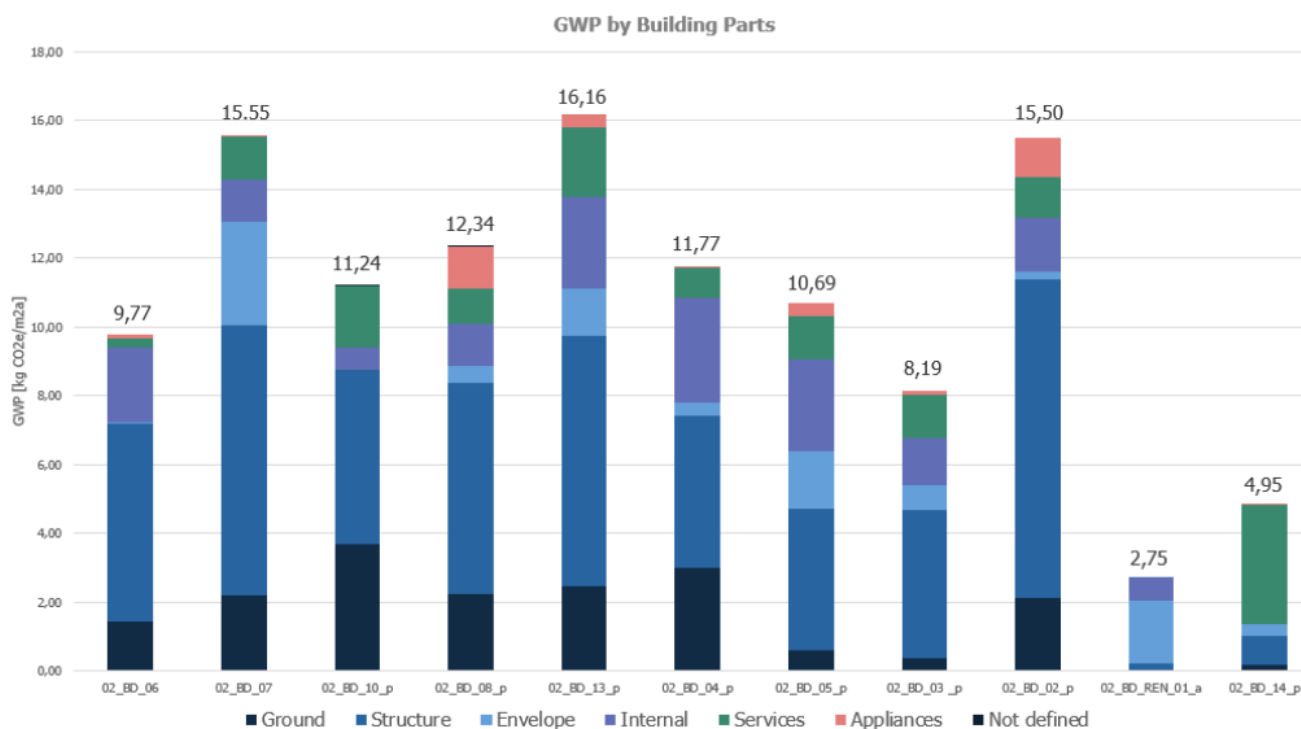
Code	Building sub typology	Project type	Gross Floor Area	Structure type and main material	Energy performance class	Energy consumption [per m ² GFA]	Energy consumption typology	Total mass of the building (all materials)
02_BD_02	Multi-family house	New Built	6270,00	frame concrete	B	67,74	EL	11 514 707
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 14 uvádí hmotnostní rozložení materiálových skupin v jednotlivých budovách jako celku. Jedná se o celkovou hmotnost budov, se kterou lze následně pracovat v dalších analýzách. Z grafu jasně vyplývá význam betonu v celkové hmotnosti budov.



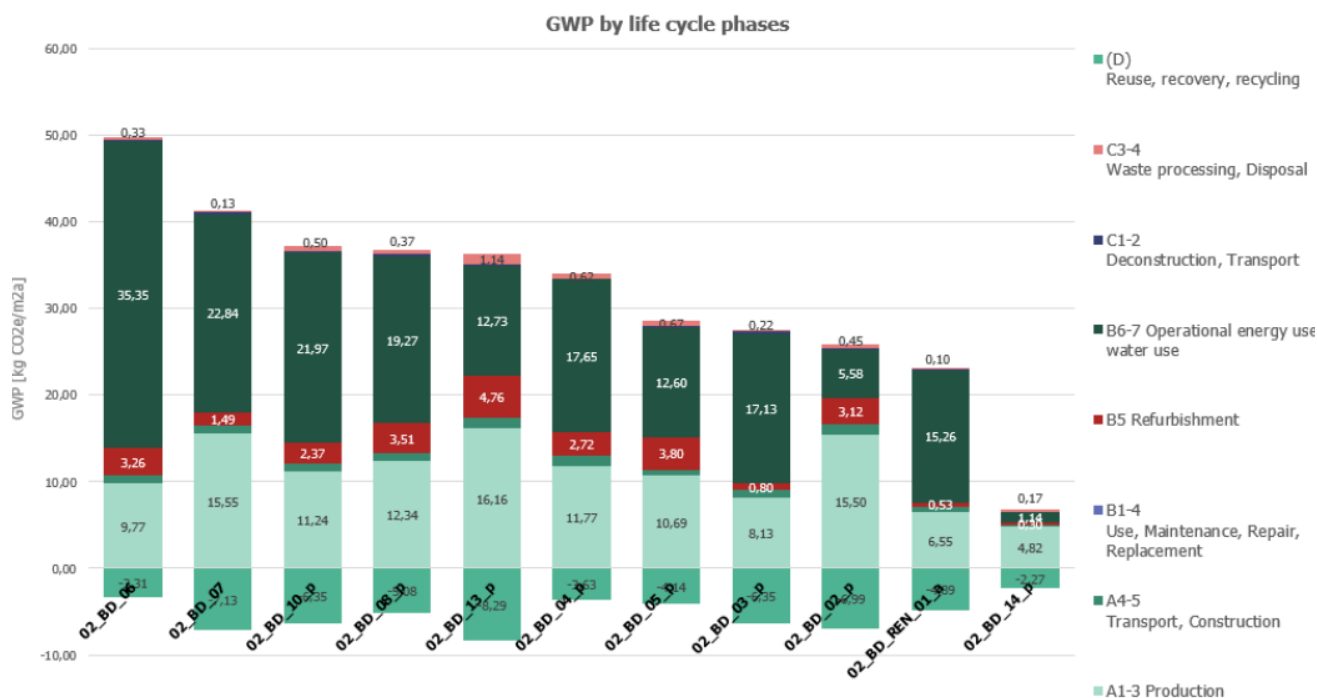
Obrázek 14 - Bytové domy - hmotnostní rozložení materiálových skupin v budově jako celku.

Na Obrázek 15 jsou zobrazeny dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový zabudovaný GWP budovy (moduly A1-A3), dle výše uvedené klasifikace. Nejvyšší dopady má v případě bytových domů nosná konstrukce. Dále jsou významné základová konstrukce a vnitřní konstrukce, a následně TZB. Specifický případ je 02_BD_14, kde se jedná o nadstandardně úspornou dřevostavbu s velkou plochou fotovoltaických panelů a TZB tam tak tvoří nejvýznamnější část zabudovaného GWP.



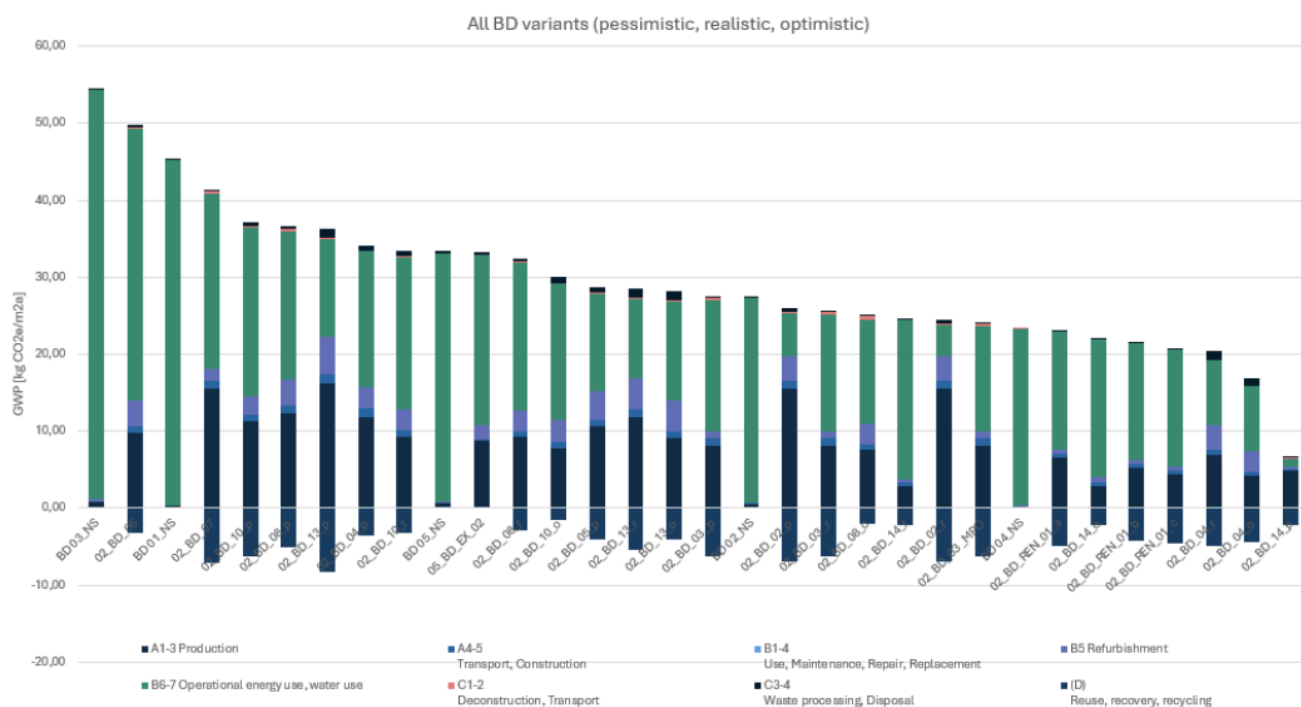
Obrázek 15 - Bytové domy – dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový zabudovaný GWP budovy (moduly A1-A3).

Obrázek 16 zobrazuje rozložení GWP dle do jednotlivých modulů životního cyklu. Je vyčíslen i modul D, který však stojí zvlášť a nezapočítává se do celkové hodnoty GWP budovy. Zahrnuta je zde i jedna komplexní renovace, kde z výsledků vyplývá, že komplexní renovace z pohledu WLC nemusí být o tolik šetrnější než novostavba.



Obrazek 16 - Bytové domy – dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový zabudovaný GWP budovy (moduly A1-A3).

Na Obrázek 17 je zobrazen GWP dle do jednotlivých modulů životního cyklu všech řešených variant bytových domů, jak nových novostaveb, renovací, tak shromážděných od partnerů.



Obrázek 17 - Bytové domy, všechny varianty - rozdělení GWP dle jednotlivých fází ŽC (moduly A-D).

8.3 Administrativní budovy

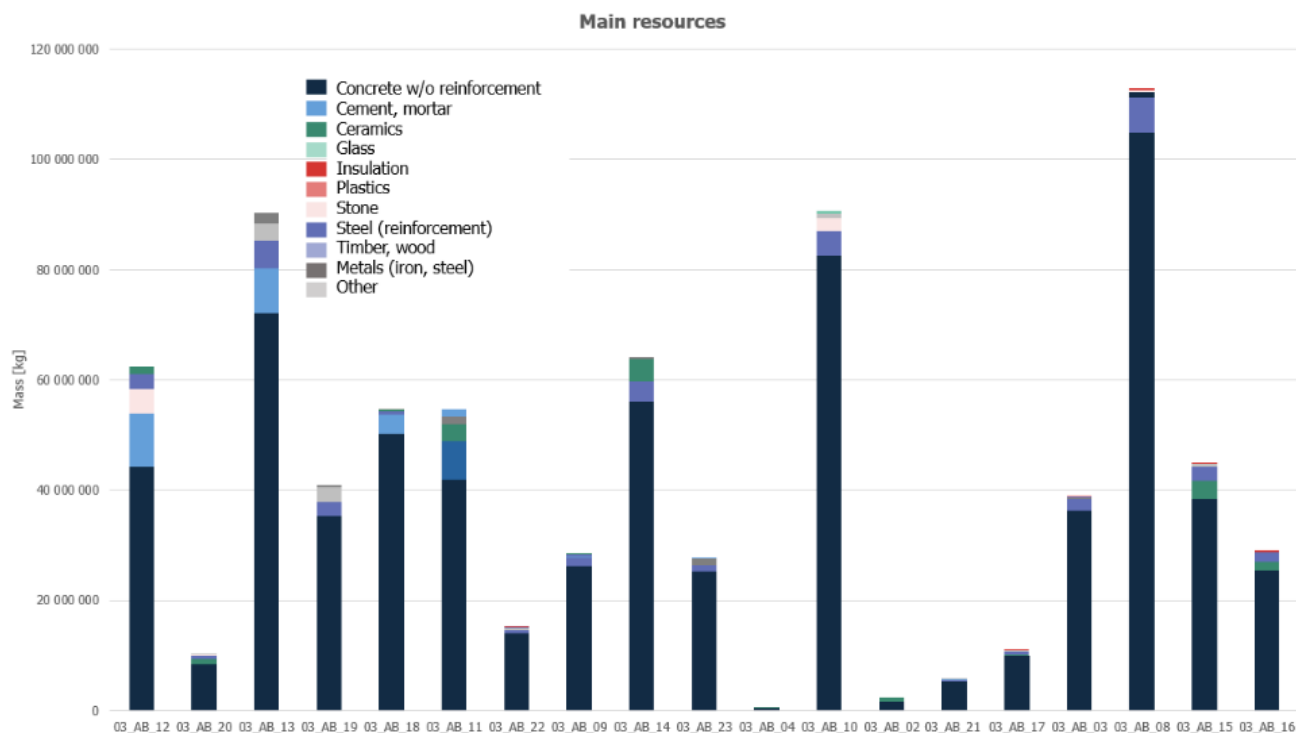


Seznam případových studií, typologií a materiálových řešení bytových domů uvádí následující Tabulka 5.

Tabulka 5 - Přehled případových studií administrativních budov, zpracovaných v rámci projektu INDICATE.

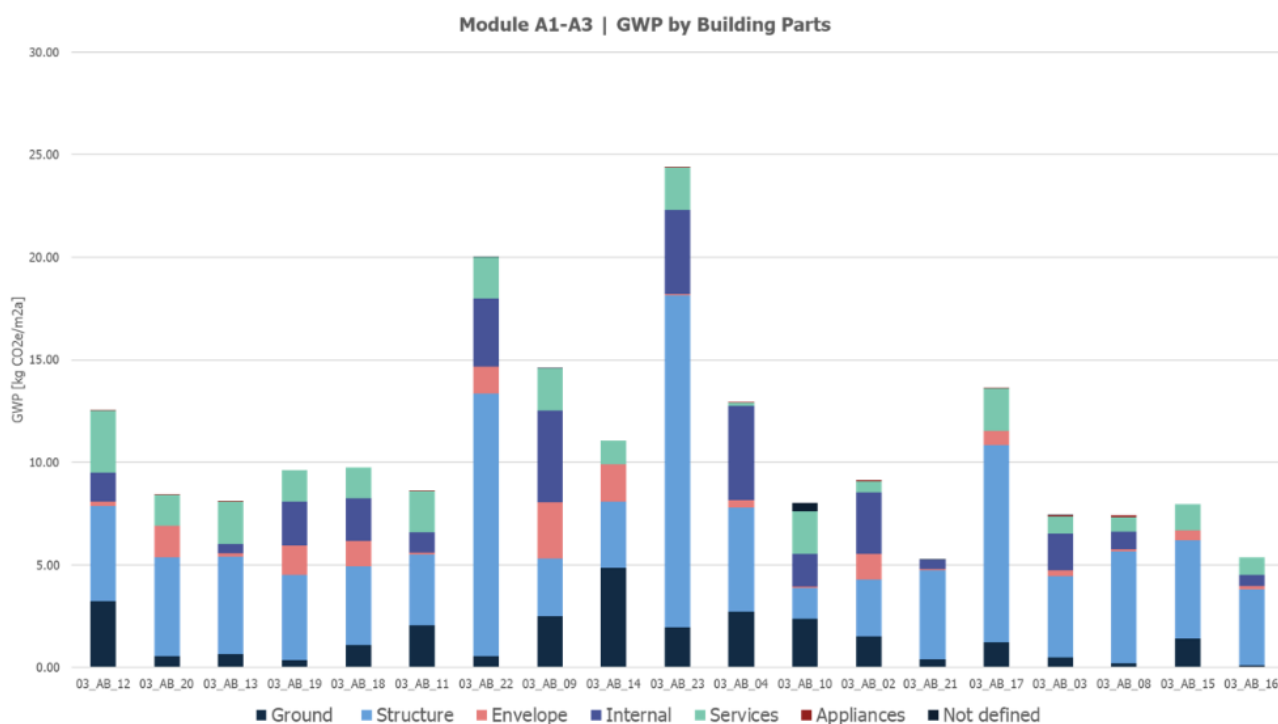
Code	Building sub typology	Project type	Gross Floor Area	Structure type and main material	Energy performance class	Energy consumption [per m ² GFA]	Energy consumption typology	Total mass of the building (all materials)
03_AB_02	Office	New Built	1534,50	massive brick	A	69,47	EL + FUEL + DH	2 911 267
03_AB_03	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

Obrázek 18 uvádí hmotnostní rozložení materiálových skupin v jednotlivých budovách jako celku. Jedná se o celkovou hmotnost budov, se kterou lze následně pracovat v dalších analýzách. Z grafu jasně vyplývá enormní význam betonu v celkové hmotnosti budov.



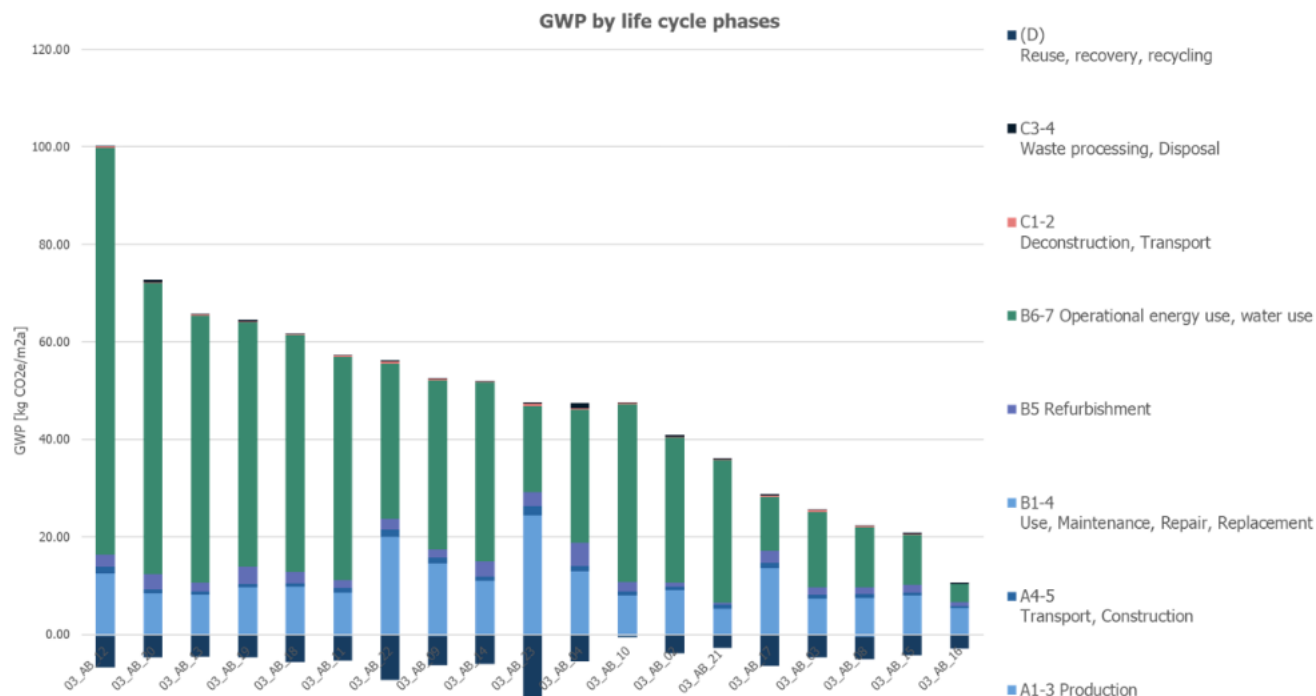
Obrázek 18 - Administrativní budovy - hmotnostní rozložení materiálových skupin v budově jako celku.

Na Obrázek 19 jsou zobrazeny dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový zabudovaný GWP budovy (moduly A1-A3), dle výše uvedené klasifikace. Nejvyšší dopady má v případě administrativních budov nosná konstrukce. Dále jsou významné vnitřní konstrukce, základové konstrukce, a následně TZB.



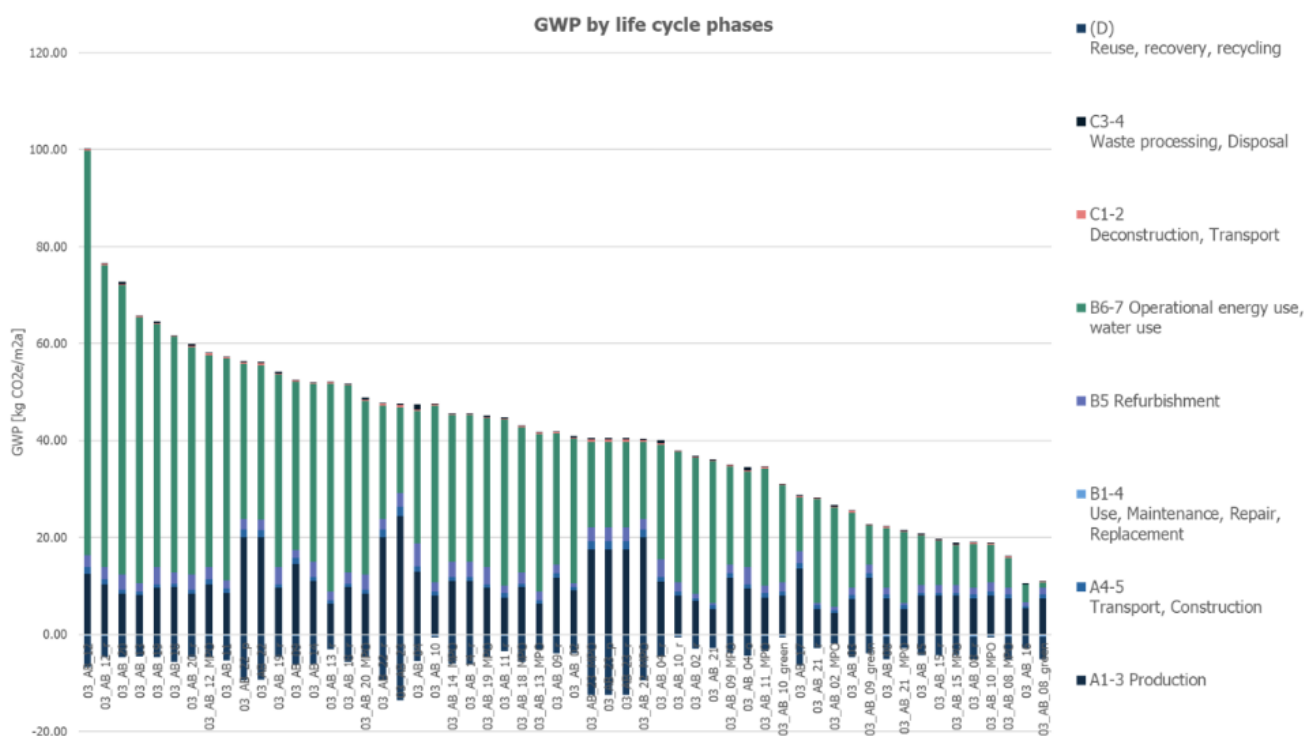
Obrázek 19 - Bytové domy - dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový zabudovaný GWP budovy (moduly A1-A3).

Obrázek 20 zobrazuje rozložení GWP dle do jednotlivých modulů životního cyklu. Je vyčíslen i modul D, který však stojí zvlášť a nezapočítává se do celkové hodnoty GWP budovy. Zde je jasné nevýznamnější fáze provozu budovy B6-7, která až na výjimky významně převažuje nad fází výroby A1-A3.



Obrázek 20 - Administrativní budovy – rozdělení GWP dle jednotlivých fází ŽC (moduly A-D).

Na Obrázek 21 jsou zobrazeny dopady jednotlivých konstrukčních částí všech nově řešených variant administrativních budov.



Obrázek 21 - Administrativní budovy, všechny varianty – rozdělení GWP dle jednotlivých fází ŽC (moduly A-D).

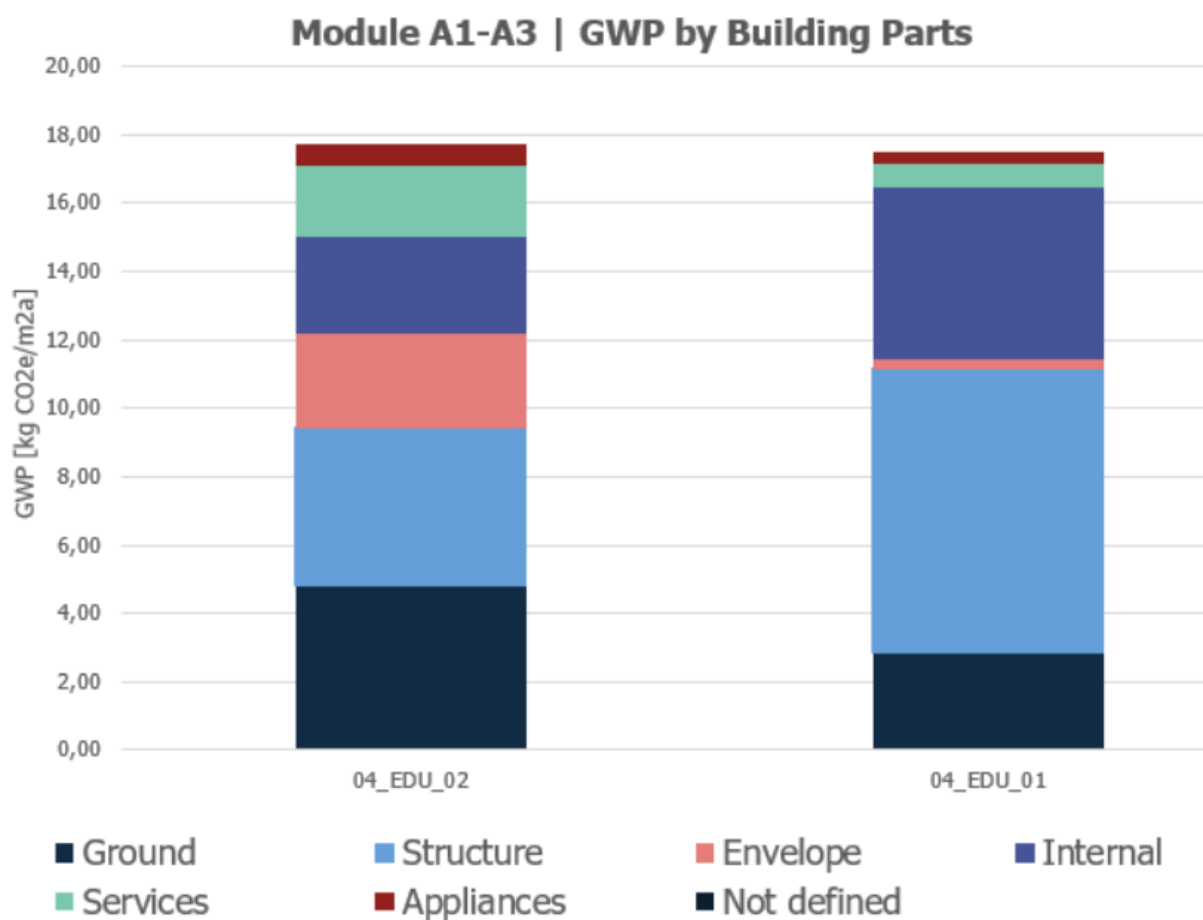
8.4 Budovy pro vzdělávání

Seznam případových studií, typologií a materiálových řešení bytových domů uvádí následující Tabulka 6.

Tabulka 6 - Přehled případových studií budov terciárního vzdělávání, zpracovaných v rámci projektu INDICATE.

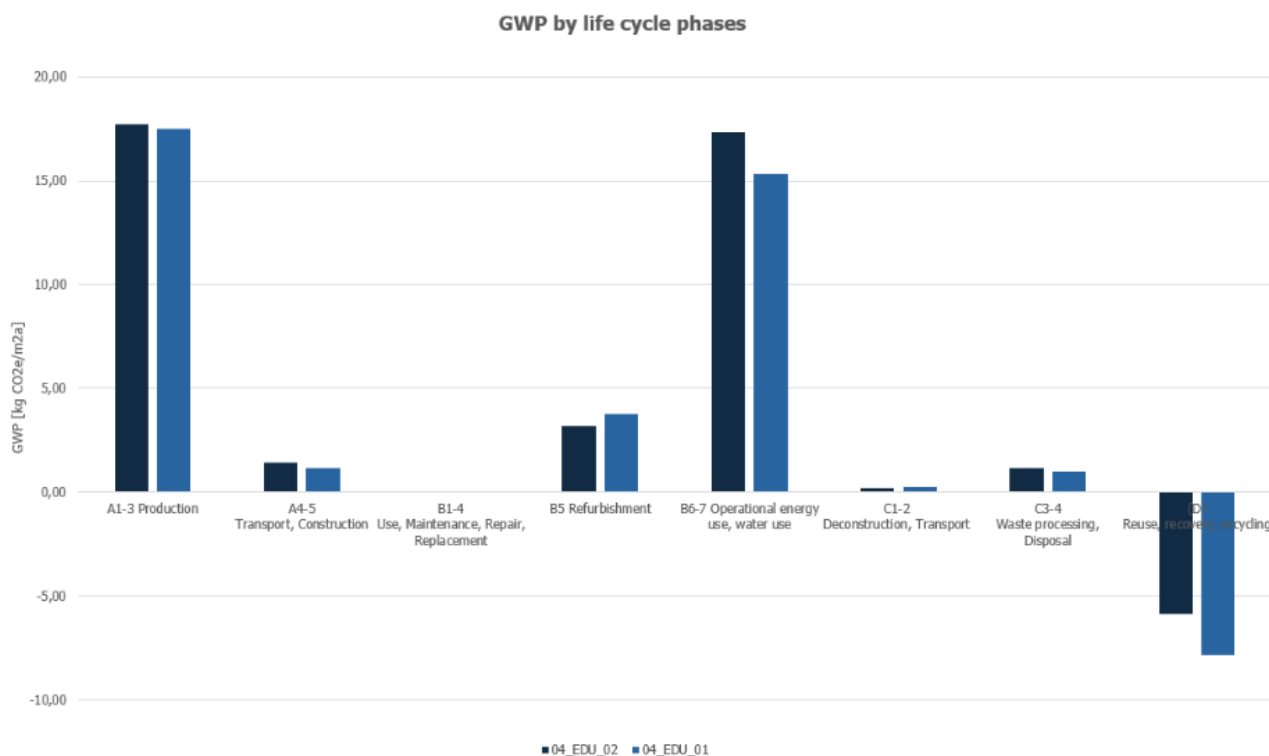
Code	Building sub typology	Project type	Gross Floor Area	Structure type and main material	Energy performance class acc. to cour. definit	Energy consumption (per m²GFA/yr)	Energy consumption typology	Total mass of the building (all materials)
04_EDU_01	School and Daycare	New Built	1326,9	frame concrete	A	49,29	EL + FUEL	3 881 770
04_EDU_02	School and Daycare	New Built	673,9	massive brick	A	30,12	EL	2 847 943

Na Obrázek 22 jsou zobrazeny dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový zabudovaný GWP budovy (moduly A1-A3), dle výše uvedené klasifikace. Nejvyšší dopady má v případě budov pro vzdělávání nosná konstrukce. Dále jsou významné vnitřní konstrukce, základové konstrukce, a následně TZB.



Obrázek 22 - Budovy pro vzdělávání - dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový zabudovaný GWP budovy (moduly A1-A3).

Obrázek 23 zobrazuje rozložení GWP dle do jednotlivých modulů životního cyklu. Je vyčíslen i modul D, který však stojí zvlášť a nezapočítává se do celkové hodnoty GWP budovy. V případě řešených budov pro vzdělávání je fáze výroby skoro rovna fázi provozu. Vzhledem k tomu, že se ale jedná pouze o dvě případové studie, nelze to považovat za statistiku.



Obrázek 23 - Budovy pro vzdělávání – rozdělení GWP dle jednotlivých fází ŽC (moduly A-D).

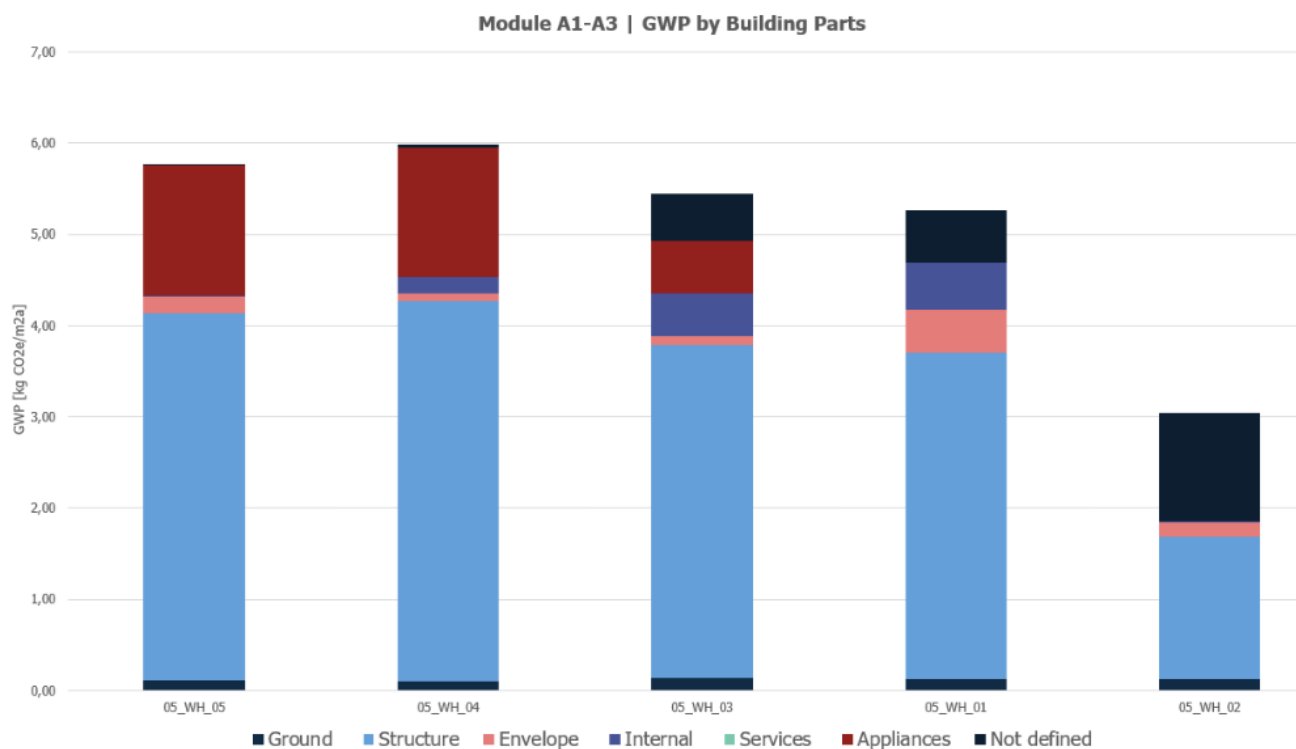
8.5 Logistické haly

Seznam případových studií, typologií a materiálových řešení bytových domů uvádí následující Tabulka 7.

Tabulka 7 - Přehled případových studií budov logistických hal, zpracovaných v rámci projektu INDICATE.

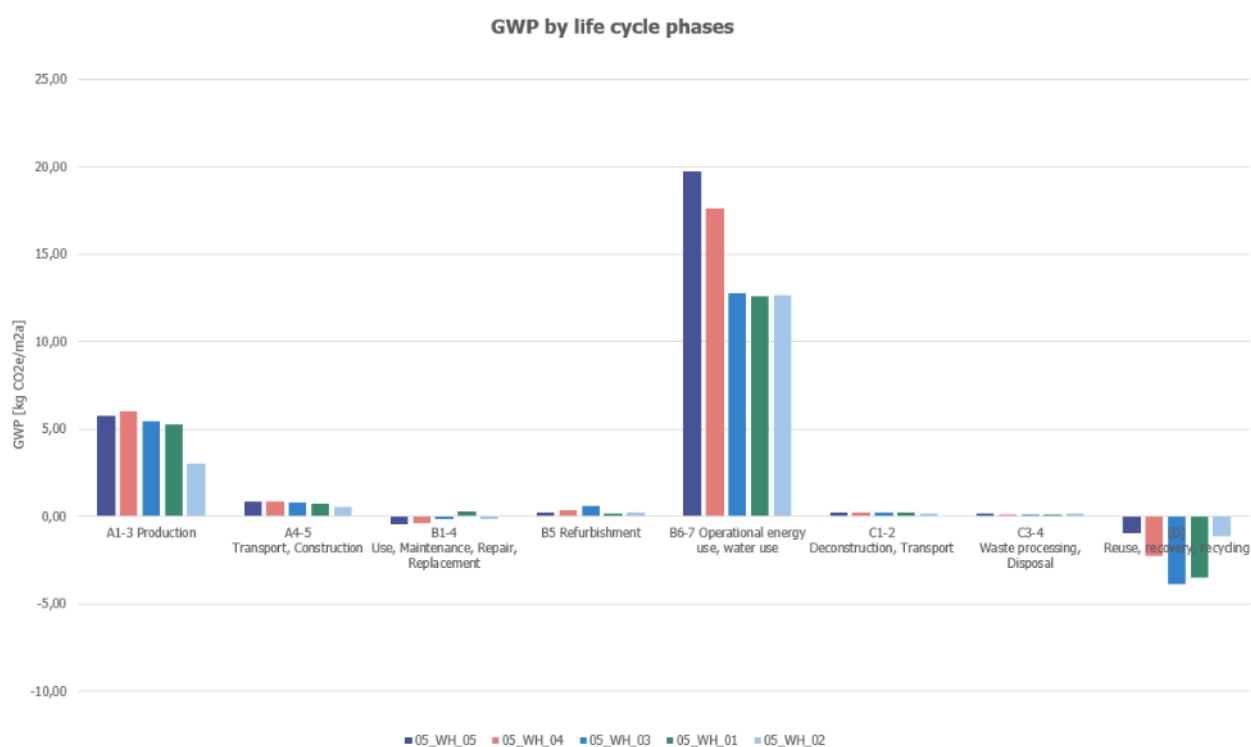
Code	Building sub typology	Project type	Gross Floor Area	Structure type and main material	Energy performance class acc. to cour. definit.	Energy consumption [per m²GFA/yr]	Energy consumption typology	Total mass of the building (all materials)
05_WH_01	Warehouse	New Built	28098,0	frame concrete	C	58,42	EL + FUEL	41 526 149
05_WH_02	Warehouse	New Built	30085,0	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	28 842 277
05_WH_04	Warehouse	New Built	20511,0	frame concrete	D	81,15	EL + FUEL	40 508 102
05_WH_05	Warehouse	New Built	4577,0	frame concrete	D	91,14	EL + FUEL	8 787 889

Na Obrázek 24 jsou zobrazeny dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový zabudovaný GWP budovy (moduly A1-A3), dle výše uvedené klasifikace. Zdaleka nejvýznamnější dopady má v případě logistických hal nosná konstrukce. Dále jsou významné TZB a vnitřní konstrukce.



Obrázek 24 - Logistické haly - dopady jednotlivých konstrukčních částí – tříd na celkový zabudovaný GWP budovy (moduly A1-A3).

Obrázek 25 zobrazuje rozložení GWP dle do jednotlivých modulů životního cyklu. Je vyčíslen i modul D, který však stojí zvlášť a nezapočítává se do celkové hodnoty GWP budovy. Provozní GWP zde významně převažuje nad zbylými fázemi ŽC.



Obrázek 25 - Logistické haly – rozdělení GWP dle jednotlivých fází životního cyklu (moduly A-D).

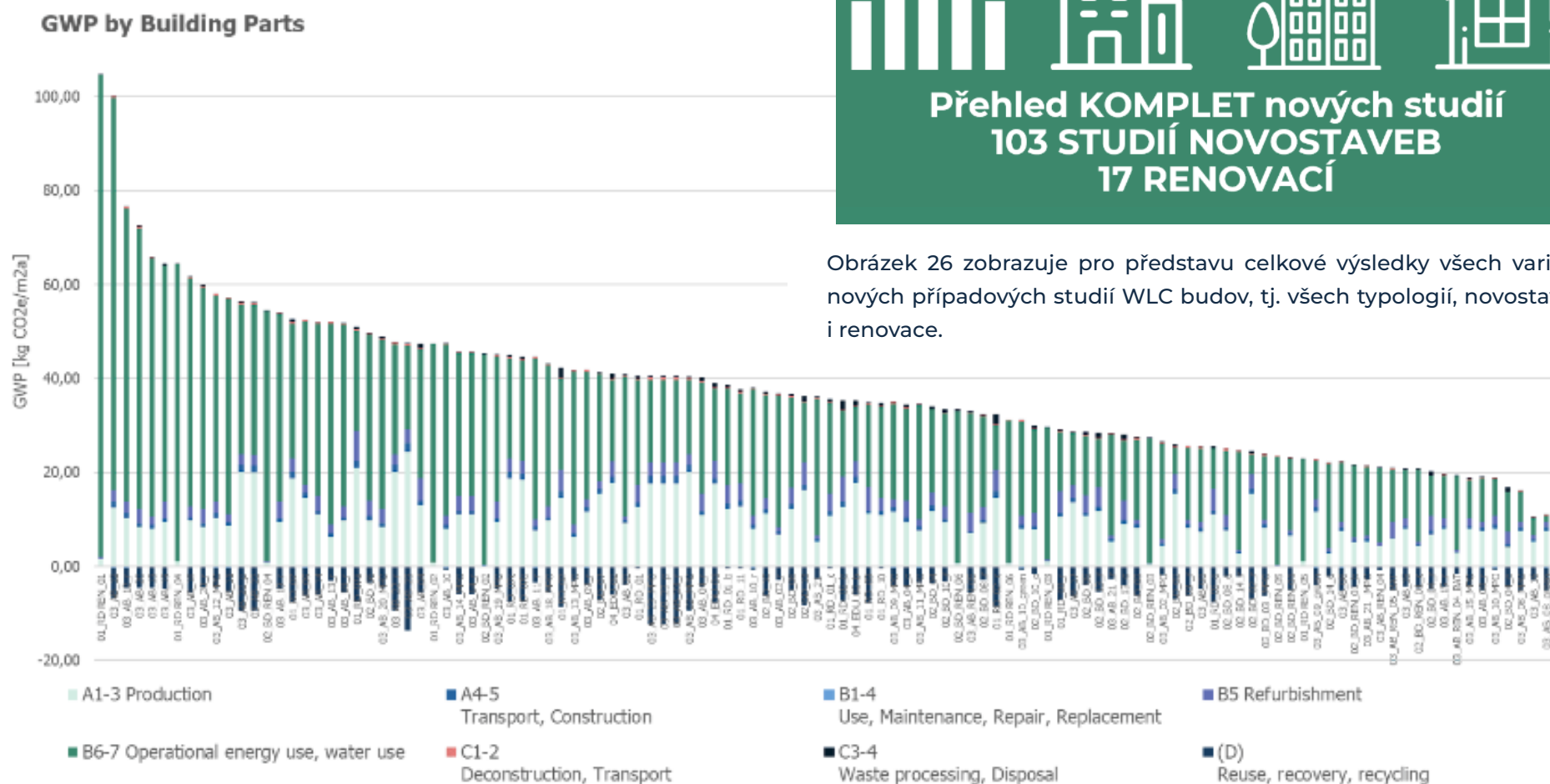
8.6 Shromáždění případové studie

Seznam těchto studií je uveden v Tabulka 8. Výsledky jsou uvedeny až v následující kapitole 7.

Tabulka 8 - Přehled všech případových studií shromážděných od partnerů v rámci projektu INDICATE.

Code	BUILDING DESCRIPTION				
	Building type	Building sub typology	Project type	Gross Floor Area	Structure type and main material
05 AB EX 01	Non-residential	Office	New Built	4712.0	frame concrete
05 AB EX 02	Non-residential	Office	New Built	1392.9	frame concrete
05 AB EX 03	Non-residential	Office	New Built	1534.5	massive brick
05 AB EX 04	Non-residential	Office	New Built	7850.2	frame concrete
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 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 07	Residential	Multi-family house	New Built	1097.2	massive brick
05 BD EX 08	Residential	Multi-family house	New Built	26071.0	frame concrete
05 BD EX 09	Residential	Multi-family house	New Built	6145.0	frame concrete
05 HE EX 01	Non-residential	Hospital and Health	New Built	12931.6	frame concrete
05 RD EX 01	Residential	Single family house	New Built	260.0	massive brick
05 RD EX 02	Residential	Single family house	New Built	167.0	massive brick
05 SE EX 01	Non-residential	Sport & Entertainment	New Built	4087.1	frame concrete
05 TS EX 01	Non-residential	Techonology & Science	New Built	5751.0	frame concrete
05 WH EX 01	Non-residential	Warehouse	New Built	27945.0	frame concrete
05 WH EX 02	Non-residential	Warehouse	New Built	18995.0	frame concrete
05 WH EX 03	Non-residential	Warehouse	New Built	4595.0	frame concrete
05 WH EX 04	Non-residential	Warehouse	New Built	22534.7	frame concrete
05 WH EX 05	Non-residential	Warehouse	New Built	3121.0	frame concrete
05 WH EX 06	Non-residential	Warehouse	New Built	41314.5	frame concrete
05 WH EX 07	Non-residential	Warehouse	New Built	2408.0	frame concrete
05 WH EX 08	Non-residential	Warehouse	New Built	5839.6	frame concrete
05 WH EX 09	Non-residential	Warehouse	New Built	20135.4	frame concrete
05 WH EX 10	Non-residential	Warehouse	New Built	30109.1	frame concrete
05 WH EX 11	Non-residential	Warehouse	New Built	17743.5	frame concrete
05 WH EX 12	Non-residential	Warehouse	New Built	13582.6	frame concrete
05 WH EX 13	Non-residential	Warehouse	New Built	13372.6	frame concrete
05 WH EX 14	Non-residential	Warehouse	New Built	6768.4	frame concrete
05 WH EX 15	Non-residential	Warehouse	New Built	9009.0	frame concrete
05 WH EX 16	Non-residential	Warehouse	New Built	12646.0	frame concrete
05 WH EX 17	Non-residential	Warehouse	New Built	10250.0	frame concrete
05 WH EX 18	Non-residential	Warehouse	New Built	11708.9	frame concrete
05 WH EX 19	Non-residential	Warehouse	New Built	23145.0	frame concrete
05 WH EX 20	Non-residential	Warehouse	New Built	9615.0	frame concrete
05 WH EX 21	Non-residential	Warehouse	New Built	14585.6	frame concrete
05 WH EX 22	Non-residential	Warehouse	New Built	30038.8	frame concrete
05 WH EX 23	Non-residential	Warehouse	New Built	3117.0	frame concrete
05 WH EX 24	Non-residential	Warehouse	New Built	8368.0	frame concrete
05 WH EX 25	Non-residential	Warehouse	New Built	9947.9	frame concrete
05 WH EX 26	Non-residential	Warehouse	New Built	41113.5	frame concrete
05 WH EX 27	Non-residential	Warehouse	New Built	23538.0	frame concrete
05 WH EX 28	Non-residential	Warehouse	New Built	80457.2	frame concrete
05 WH EX 29	Non-residential	Warehouse	New Built	34226.5	frame concrete
05 WH EX 30	Non-residential	Warehouse	New Built	26917.6	frame concrete
05 WH EX 31	Non-residential	Warehouse	New Built	11372.7	frame concrete
05 WH EX 32	Non-residential	Warehouse	New Built	22781.3	frame concrete

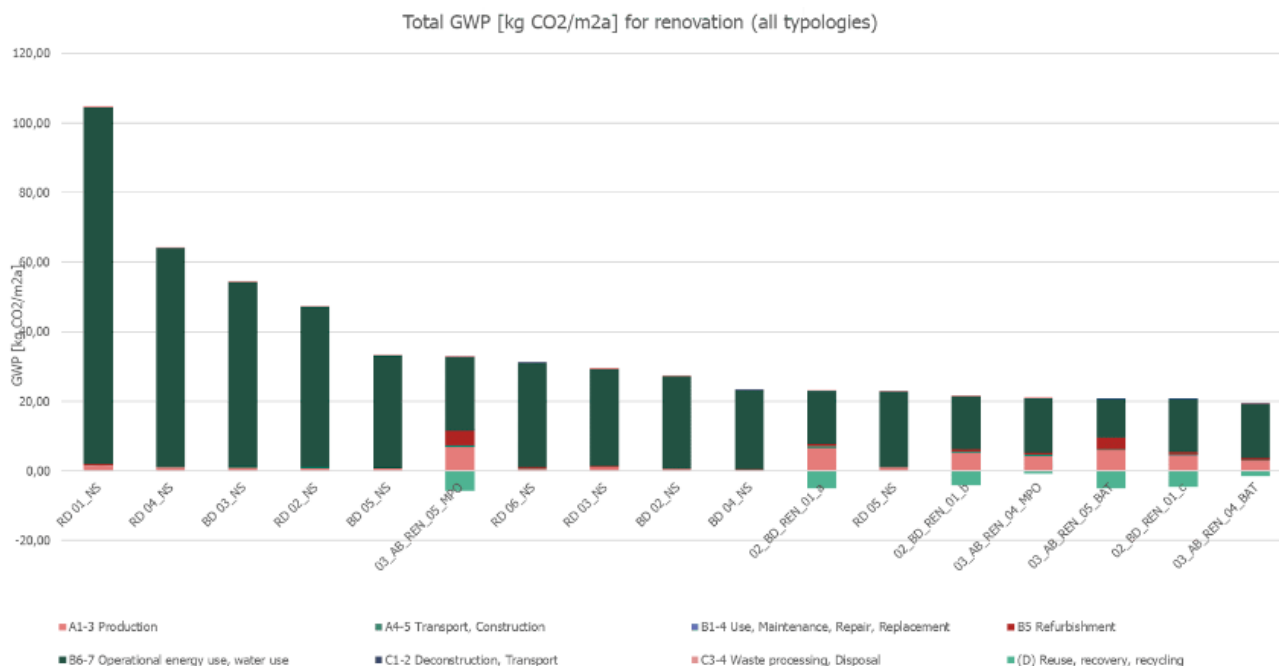
8.7 Kompletní výsledky



Obrázek 26 - Celkové výsledky nově zpracovaných případových studií – hodnoty GWP všech variant případových studií rozdělné dle fází životního cyklu.

8.7.1 Rekonstrukce

V rámci projektu bylo vyhodnoceno také několik rekonstrukcí budov. Jednalo se jak o komplexní, hloubkové rekonstrukce, tak o energetické sanace v rámci dotačního programu NZÚ. Nicméně výsledky naznačují, že i po renovaci má provozní fáze velkou uhlíkovou stopu a v závislosti na energonositeli jsou hodnoty GWP srovnatelné s WLC novostaveb.



Obrázek 27 - Celkové výsledky nově zpracovaných případových studií rekonstrukcí – hodnoty GWP všech variant případových studií rozdělné dle fází životního cyklu.

Dotační program Nová zelená úsporám (NZÚ) spravuje Státní fond životního prostředí ČR a je zaměřený na úspory energie v budovách určených pro trvalé bydlení (rodinné domy a bytové domy). Hlavním cílem programu je zlepšit stav životního prostředí snížením produkce emisí znečišťujících látek a skleníkových plynů (především emisí CO₂). Od roku 2021 je zdrojem prostředků unijní Nástroj pro oživení a odolnost (RRF – Recovery and Resilience Facility) prostřednictvím Národního plánu obnovy (19 mld. Kč) a následně Modernizační fond zřízený Evropskou komisí (program HOUSEnerg, 55 mld. Kč).

Renovace podpořené právě touto dotací mají jistá specifika – jedná se převážně o energetické sanace obálky budovy na systémové hranici a výměny stávajících zdrojů ze environmentálně šetrnější. V rámci takové renovace ale obvykle chybí některé podklady, které jsou nutné pro zpracování podrobné LCA analýzy: výkaz výměr, kompletní projektová dokumentace. Je zde ovšem velký potenciál pro analýzu dat a zjednodušený výpočet LCA s pomocí databáze Enex.

Evidence Enex, modul spravovaný Ministerstvem průmyslu a obchodu sloužící energetickým specialistům k naplňování povinnosti podle § 10 odst. 6 písm. d) zákona o hospodaření energií, obsahuje informace z dokumentů zpracovaných energetickými specialisty (energetické audity, energetické posudky, průkazy energetické náročnosti budov PENB, zprávy o kontrole systému vytápění nebo kombinovaného systému vytápění a větrání a zprávy o kontrole systému klimatizace nebo kombinovaného systému klimatizace a větrání). A právě PENB jsou nedílnou součástí renovací podpořených programem NZÚ a jsou povinně importovány pomocí jednotného formátu (*.xml) do databáze Enex.

Potenciál analýzy těchto dat je zřejmý např. ze Zprávy o průběžné evidenci průkazů energetické náročnosti budov za rok 2023 vydané MPO 25. 4. 2024 (<https://www.mpo.gov.cz/assets/cz/energetika/uspory-energie/strategicke-dokumenty/2024/4/Zprava-o-prubezne-evidenci-prukazu-energeticke-narocnosti-budov-v-CR-za-rok-2023.pdf>). Zpráva uvádí, že v roce 2023 bylo zpracováno 61 712 PENB, z toho 12 % pro Větší změnu dokončené budovy a 38 % pro Jiný účel zpracování. V kategorii „Jiný účel zpracování“ se primárně jedná o posouzení stávajícího stavu budovy pro účely dotačního programu NZÚ, a to až z 94 %. Z toho vyplývá, že renovací, ke kterým jsou doložitelná data, prošlo v roce 2023 až 30 tis. obytných budov.

Z Enex lze získat mnoho informací, toto je výčet jen těch nejpodstatnějších pro analýzu:

- Typologie budovy
- Objem budovy, objemový faktor
- Energeticky vztažná plocha (Podlahová plocha zóny z vnějších rozměrů)
- Čistá podlahová plocha
- Seznam konstrukcí na systémové hranici, jejich plochy a součinitel prostupu tepla
- Skladby řešených konstrukcí
- Zdroje vytápění, chlazení, větrání a přípravy TV
- Celková dodaná energie
- Primární energie z neobnovitelných zdrojů

Co ovšem z databáze nelze vyčíst je výpis všech dalších použitých materiálů (např. parapety, kotvy, lišty, tepelná izolace detailů aj.), chybí informace o renovaci technických systémů (rozvody, koncové prvky apod.) a nejsou dostupné informace o materiálech (a jeho množství) použitých při případné renovaci v interiéru. Další zásadní nepřesnost vnáší plochy definované ze systémové hranice obálky budovy – stanovené „metodikou“, které jsou odlišné od reálných ploch, které by se objevily ve výkazu výměr renovované budovy. I přesto přináší analyzovaná dostupná data mnoho zajímavých informací.

Při rozdělení uhlíkové stopy podle fází LCA renovovaných budov podpořených dotací NZÚ je zřejmé, že fáze provozu (energetická spotřeba) představuje 95 – 99 % emisí. Z toho lze konstatovat, že použité materiály mají při renovaci v celém životním cyklu minimální dopad. Naopak, je důležité se zaměřit na zdroje energií, které významně ovlivňují výslednou uhlíkovou stopu rekonstrukcí. Při snížení dopadu energetických spotřeb mohou mít rekonstrukce výrazně nižší uhlíkovou stopu během ŽC než novostavby.

Dle rozsahu renovace je návratnost provedených materiálových opatření z pohledu emisí $\text{CO}_{2,\text{ekv}}$ 0,5 až 4,5 roku. Průměrná úspora renovovaných budov je 385,8 tun $\text{CO}_{2,\text{ekv}}$ /budovu/25 let oproti stávajícímu stavu pro rodinné domy a 765,9 tun $\text{CO}_{2,\text{ekv}}$ /budovu/25 let pro bytové domy (25 let zde figuruje z důvodu milníku 2050).

Při zahrnutí dat z Agendového informačního systému SFŽP ČR (AIS SFŽP ČR) můžeme výsledky propojit také s výší dotace za provedená opatření. Tím lze ukázat, že výsledná průměrná cena (dotace, částka vyplacená státem) za ušetřenou tunu $\text{CO}_{2,\text{ekv}}$ je 1 634,9 Kč pro rodinné domy a 2 164,0 Kč/tuna $\text{CO}_{2,\text{ekv}}$ pro bytové domy.

9. Stanovení referenčních hodnot – benchmarků

Stanovení referenčních hodnot WLC je nezbytné pro podpůrné nástroje, jako jsou dotační programy nebo zelené veřejné zakázky, ale především pro dlouhodobé snižování uhlíkové stopy fondu budov v souladu se směrnici EPBD a dalšími příslušnými právními a strategickými předpisy.

Referenční hodnoty z výsledných hodnot GWP je třeba stanovit zvolenou statistickou metodou – lze je nastavit jako vážený průměr, medián nebo percentil, na základě kvalitního a dostatečně velkého statistického vzorku pro různé typologie.

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 hodnot.

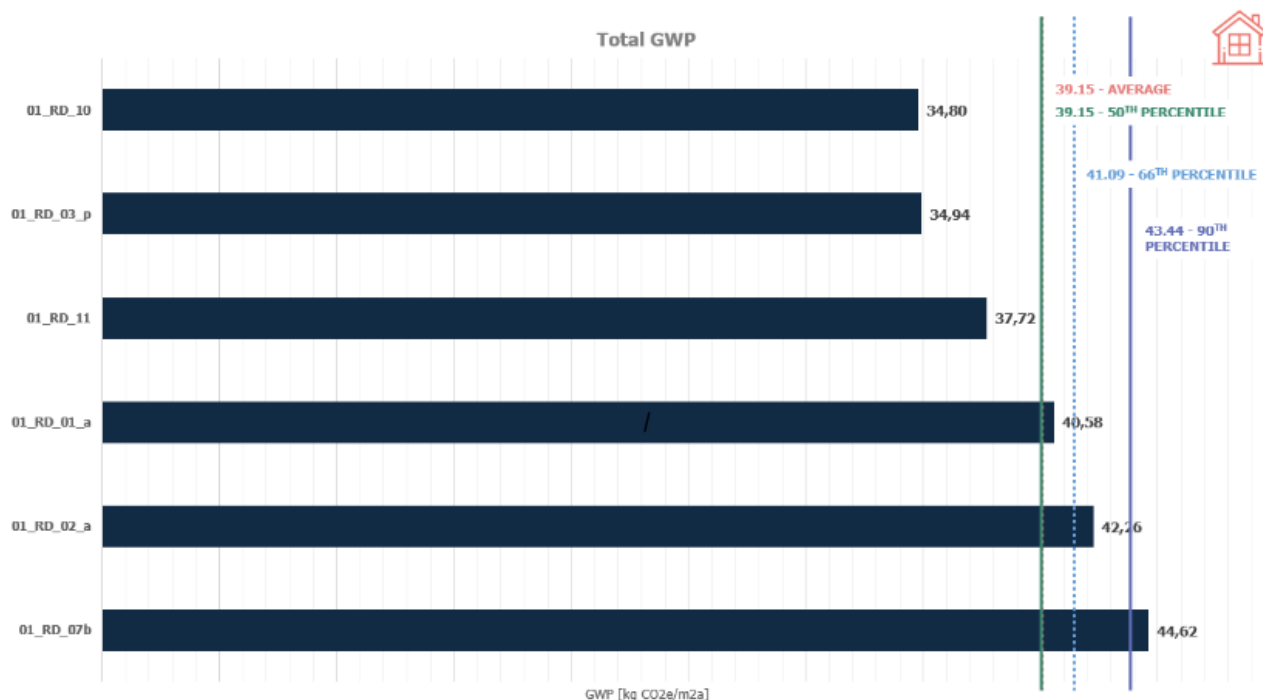
Při vývoji referenčních hodnot by měla být zvažena analýza citlivosti případových studií na kvalitu podkladových LCA dat, geografickou, časovou a technologickou reprezentativnost, spolehlivost a konzistenci.

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, která ale v ČR zatím chybí. I proto je potřeba začít s měkčími limity a postupně je zpřísnovat s tím, jak se zpřesňují výpočty a mění energetický mix.

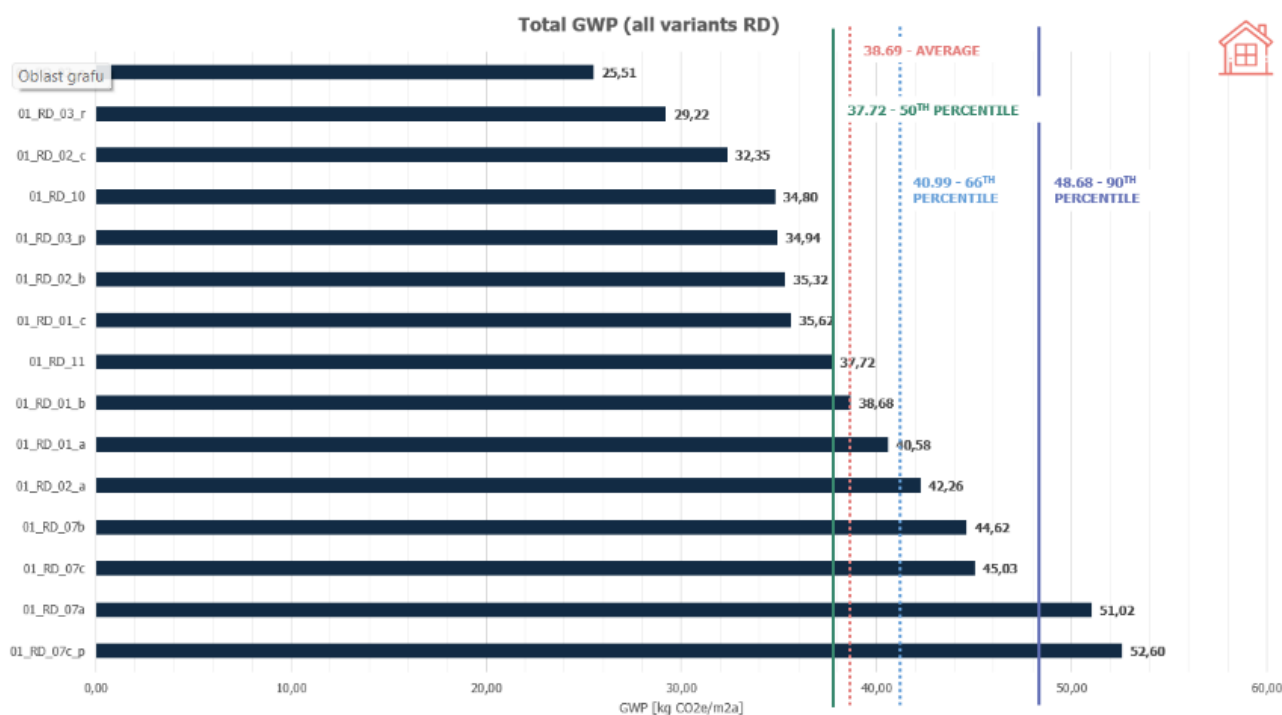
Možné hodnoty benchmarků jsou znázorněny v grafech následujících kapitol. První z nich vždy uvádí hodnoty pouze pro základní scénáře WLC, tj. s vyhláškovým emisním faktorem. Další uvádí hodnoty při započítání všech zpracovaných variant budov. Dále jsou uvedeny i výsledky kompletní pro všechny budovy dohromady a výsledky pro rekonstrukce.

Uvedeny jsou 3 možné percentily, a to 50%, 66,6% a 90% a také aritmetický průměr.

9.1 Rodinné domy

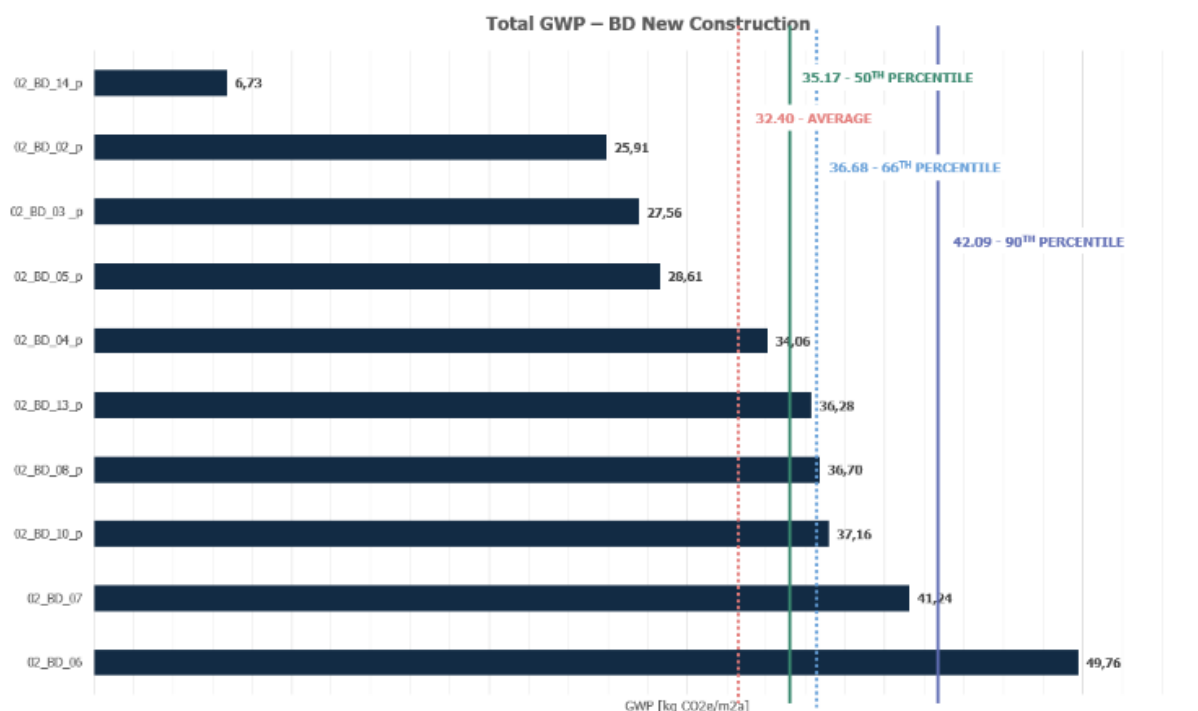


Obrázek 28 - Rodinné domy – celkové hodnoty GWP základních případových studií a stanovení možných limitních hodnot pro ČR.

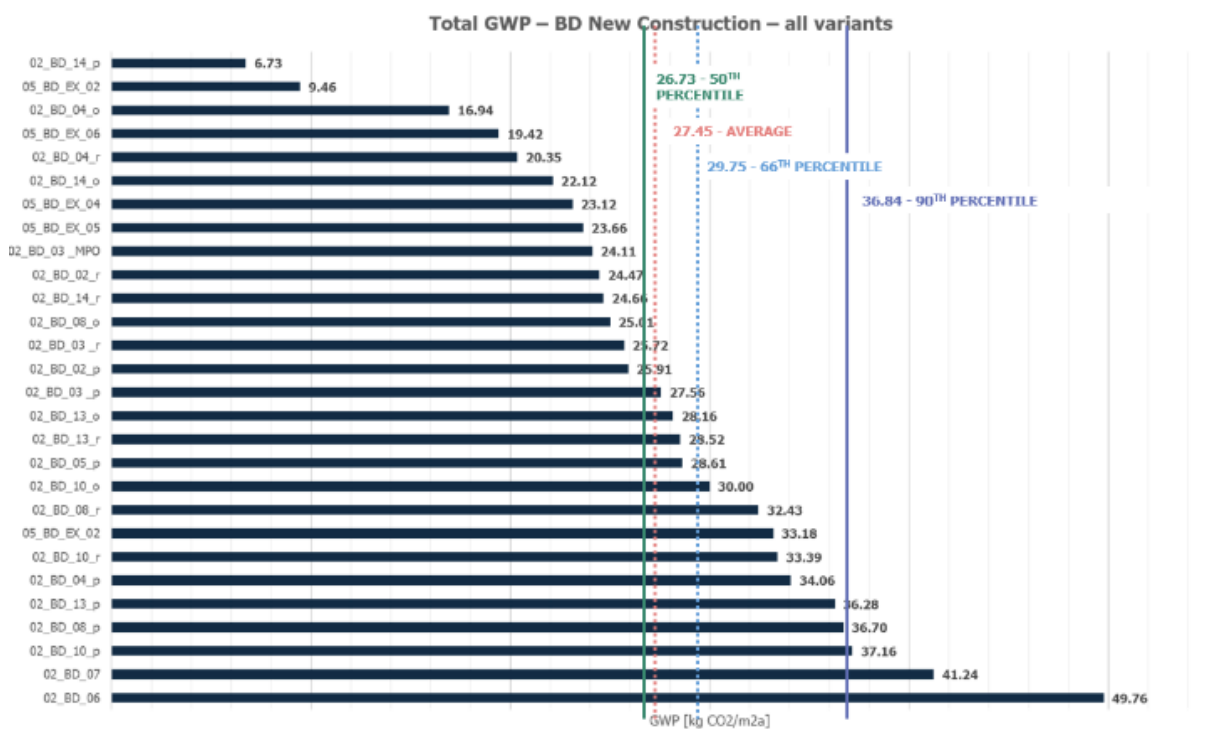


Obrázek 29 - Rodinné domy – celkové hodnoty GWP všech variant případových studií a stanovení možných limitních hodnot.

9.2 Bytové domy

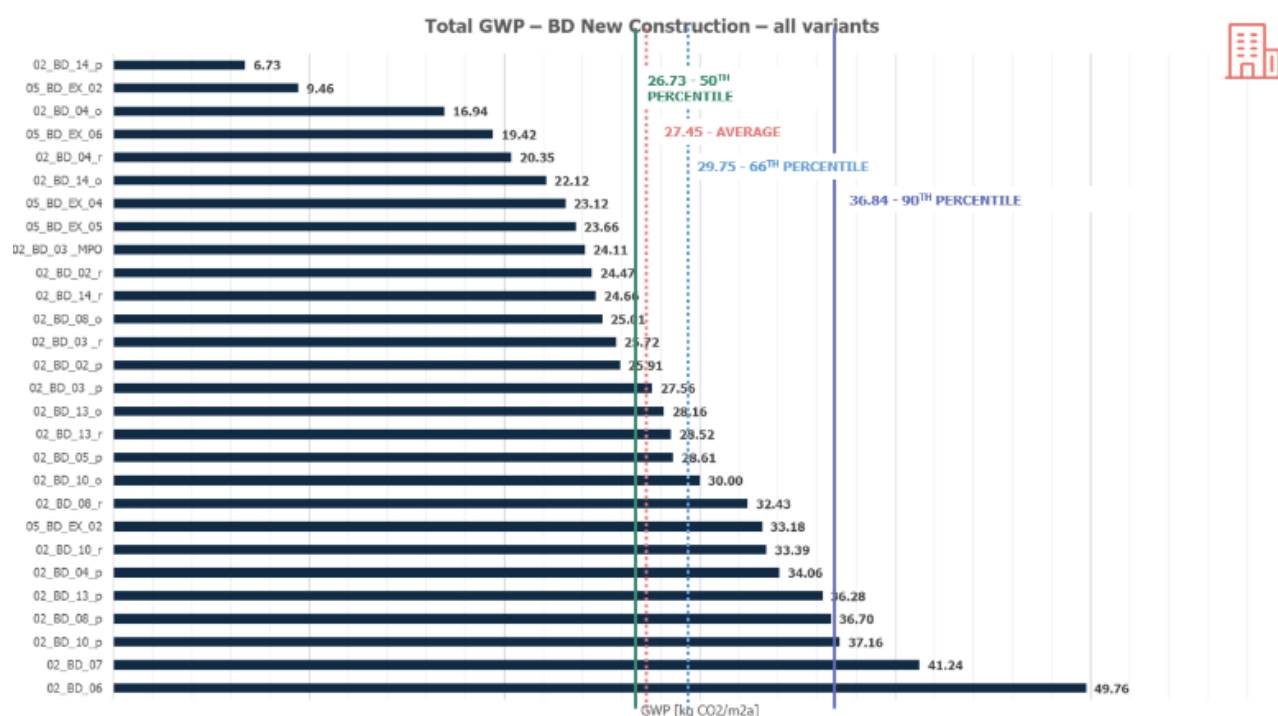


Obrázek 30 - Bytové domy – celkové hodnoty GWP základních případových studií a stanovení možných limitních hodnot pro ČR.

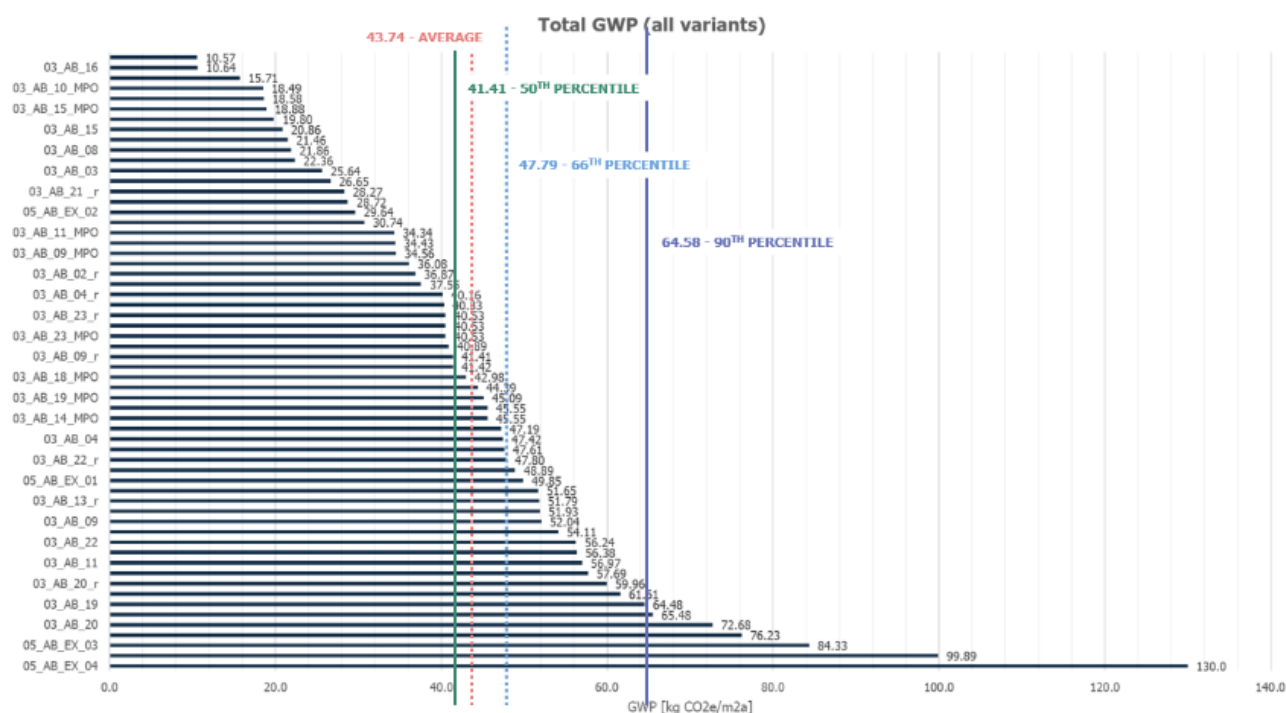


Obrázek 31 - Bytové domy – celkové hodnoty GWP všech variant případových studií a stanovení možných limitních hodnot.

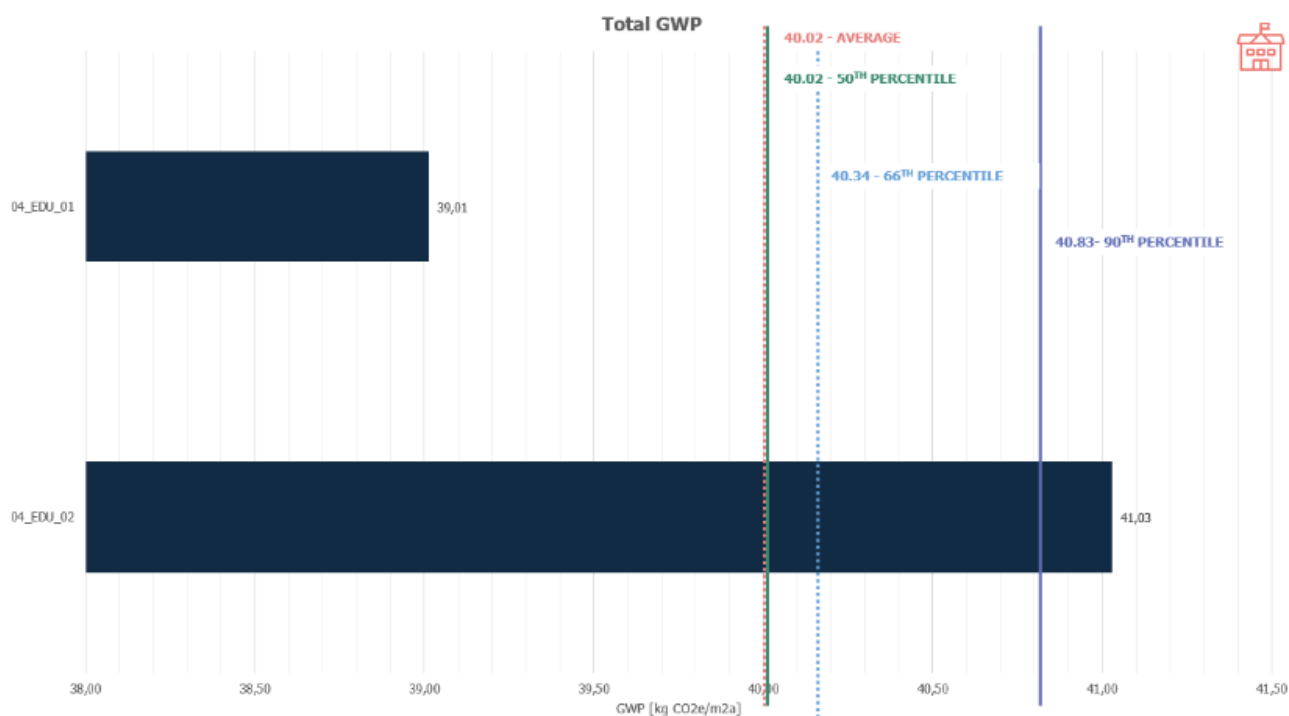
9.3 Administrativní budovy



Obrázek 32 - Administrativní budovy – celkové hodnoty GWP základních případových studií a stanovení možných limitních hodnot.

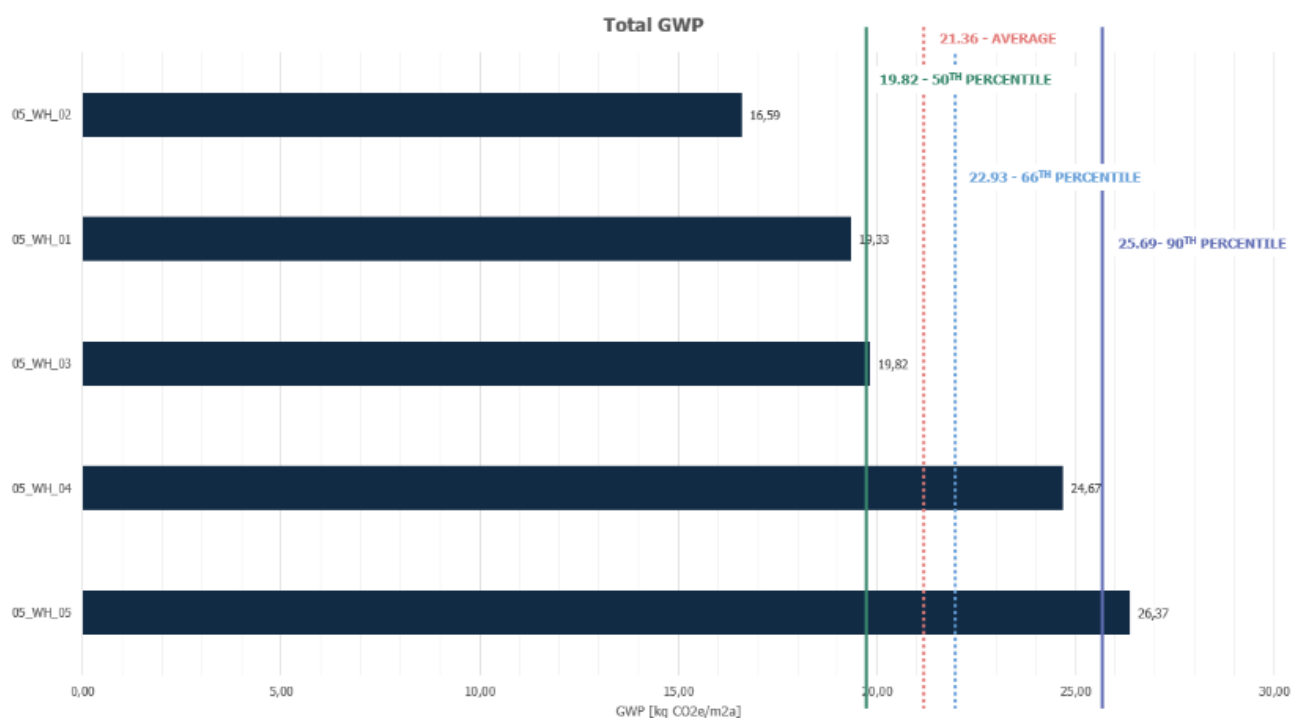


9.4 Budovy pro vzdělávání



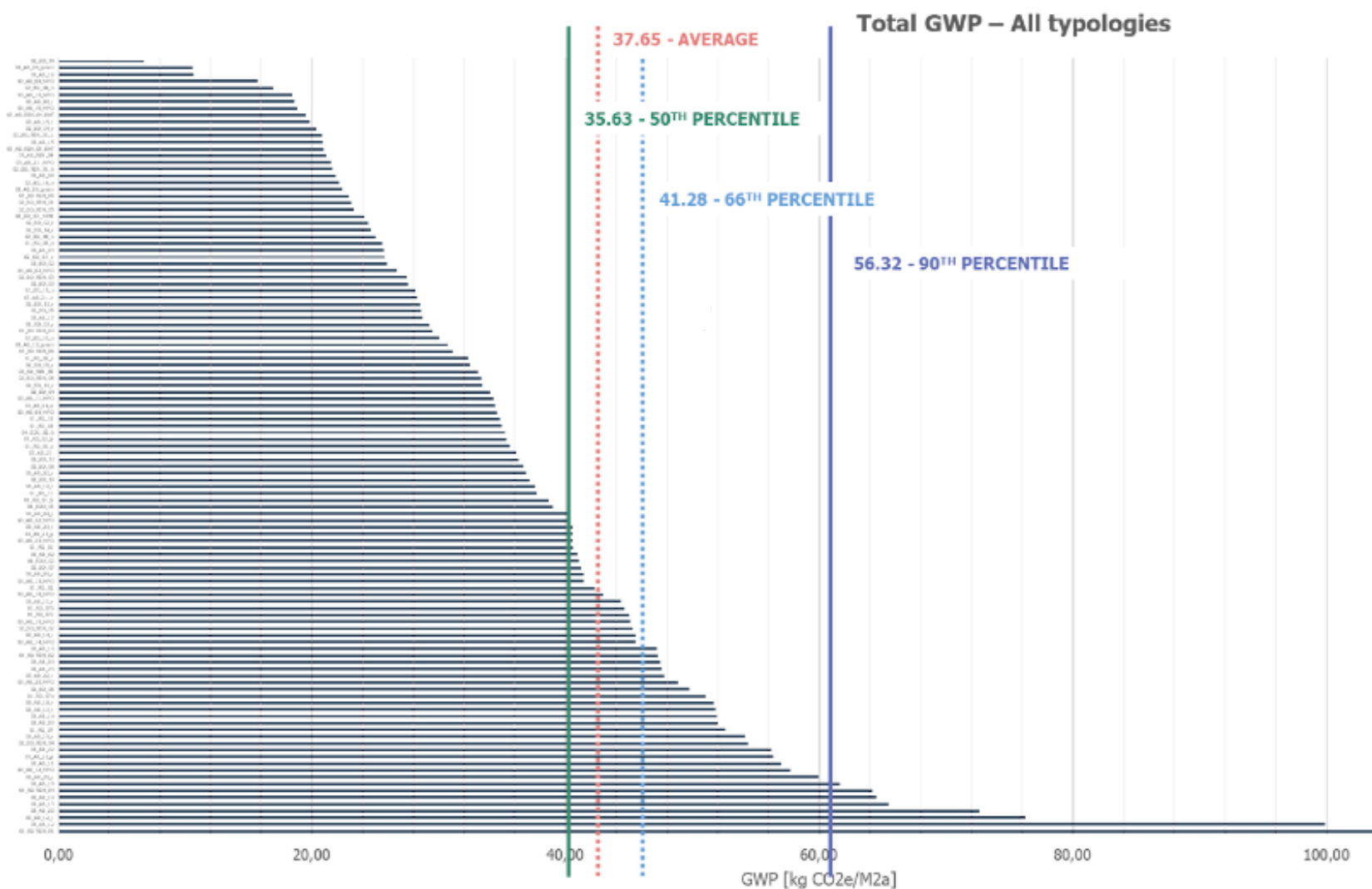
Obrázek 34 - Budovy pro vzdělávání – celkové hodnoty GWP základních variant případových studií a stanovení možných limitních hodnot.

9.5 Logistické haly



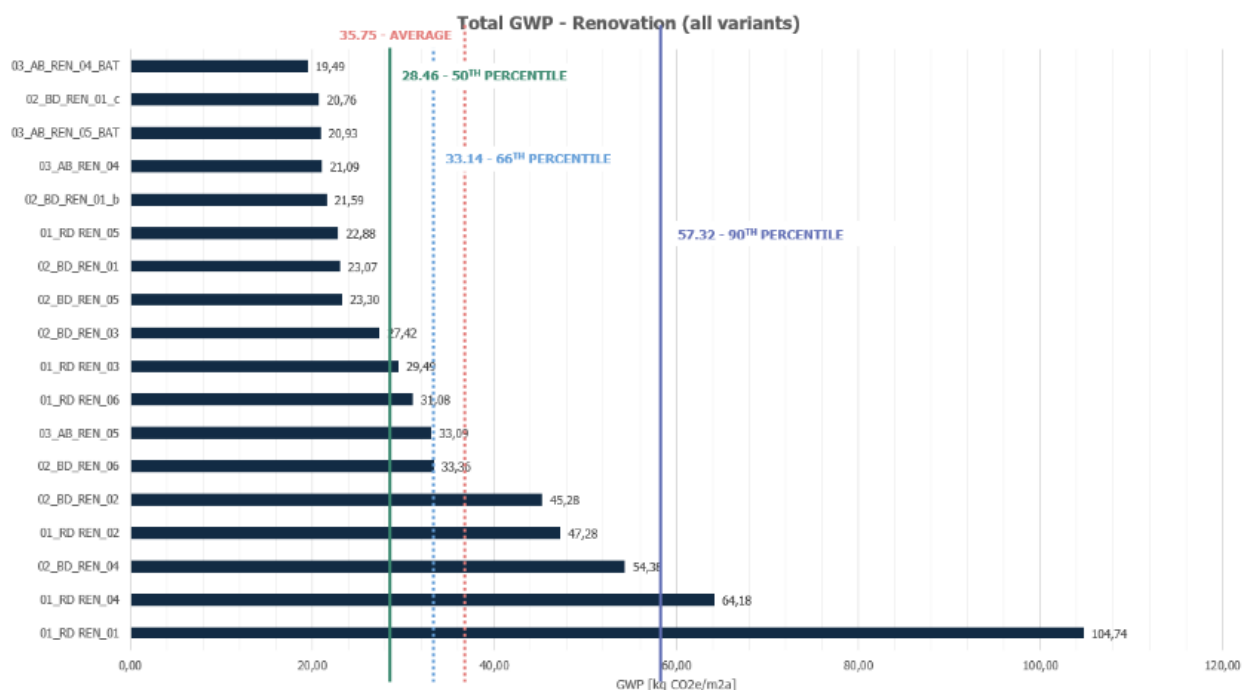
Obrázek 35 - Logistické haly – celkové hodnoty GWP základních variant případových studií a stanovení možných limitních hodnot.

9.6 Kompletní výsledky



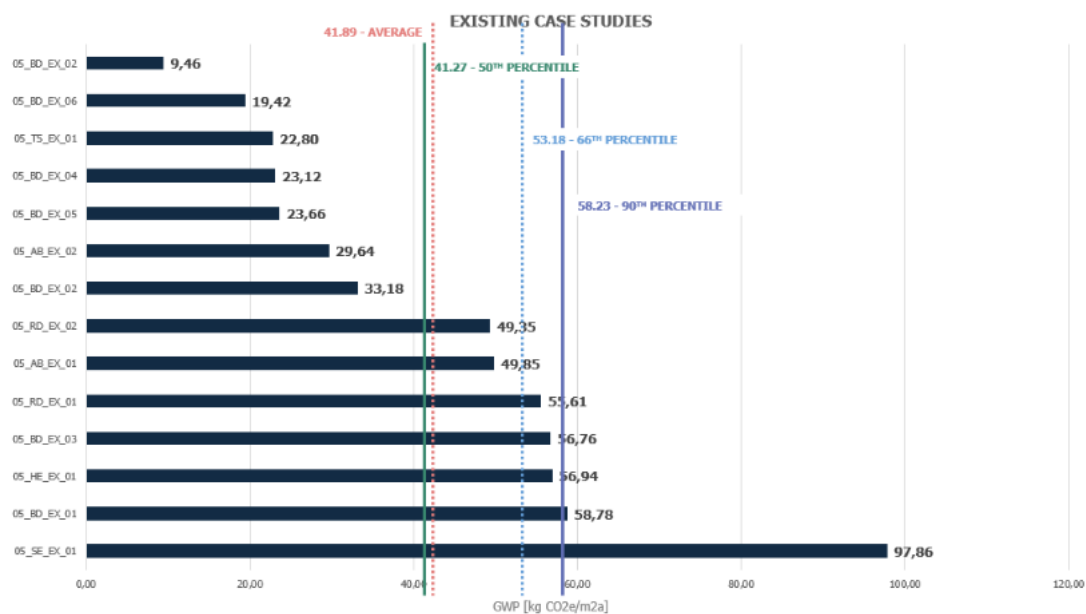
Obrázek 36 - Celkové výsledky nově zpracovaných případových studií – celkové hodnoty GWP všech variant případových studií a stanovení možných limitních hodnot při nerozlišování typologie.

9.6.1 Rekonstrukce

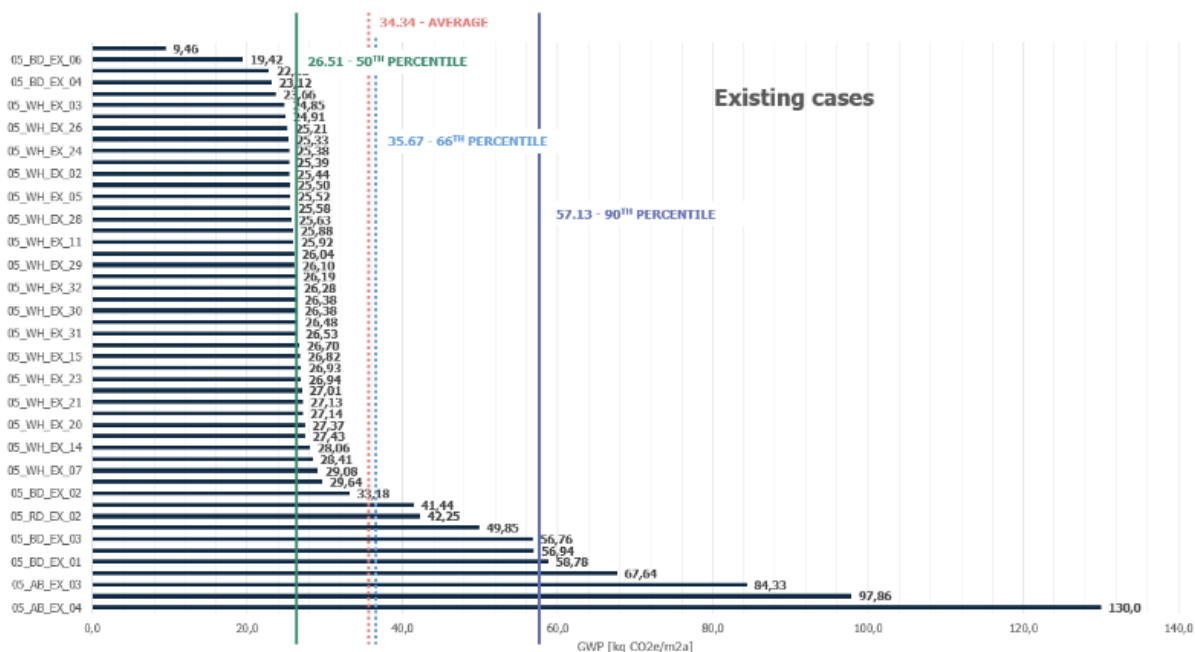


Obrázek 37 - Celkové výsledky nově zpracovaných případových studií rekonstrukcí – celkové hodnoty GWP všech variant případových studií a stanovení možných limitních hodnot při nerozlišování typologie.

9.7 Shromáždění existující případové studie WLC



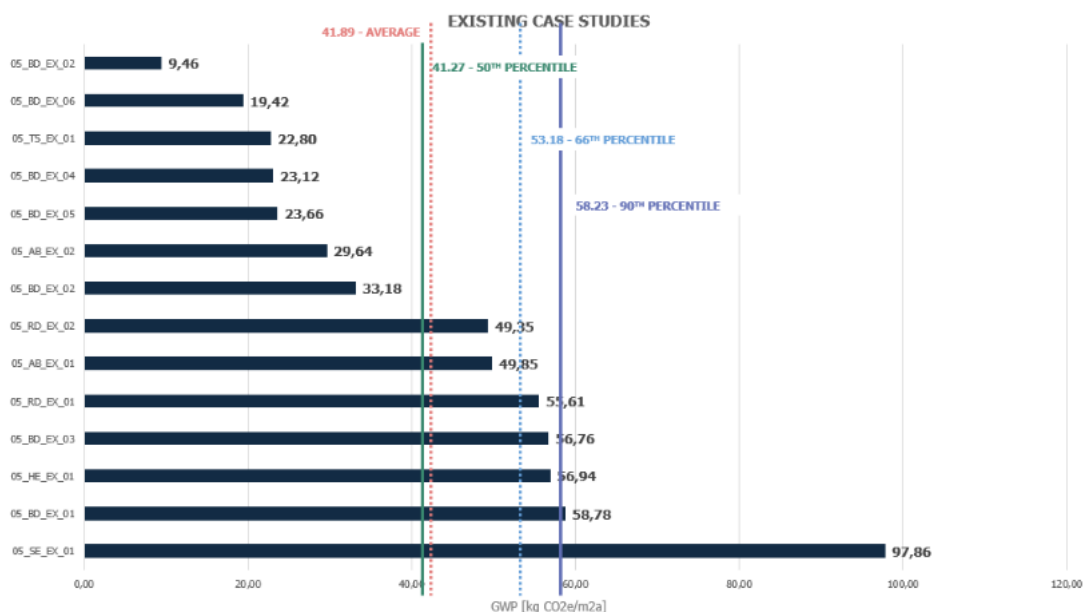
Obrázek 38 - Shromáždění případové studie – celkové hodnoty GWP základních variant případových studií a stanovení možných limitních hodnot (bez logistických hal).



Obrázek 39 - Obrázek 39 Shromážděné případové studie – celkové hodnoty GWP případových studií a stanovení možných limitních hodnot (včetně logistických hal).

9.8 Porovnání s průměrnými hodnotami GWP v EUWLC

Následující graf na Obrázek 40 uvádí průměrné hodnoty GWP pro dvě typologie budov v EU – administrativní budovy a bytové domy, dle studie Towards EU embodied carbon benchmarks for buildings in Europe, zpracované organizací Ramboll (<https://c.ramboll.com/lets-reduce-embodied-carbon>). Z grafu je patrné, že se hodnoty WLC mohou pohybovat ve stejných řádech, v jakých vycházejí hodnoty zpracovaných případových studií v rámci projektu INDICATE.



Obrázek 40 - Hodnoty WLC budov na úrovni EU (<https://fs.hubspotusercontent00.net/hubfs/7520151/RMC/Content/EU-ECB-2-Setting-the-baseline.pdf>)

10. Nabyté zkušenosti z projektu INDICATE

10.1 Výzvy při zpracovávání WLC

Největší výzvou pro výpočetní tým ČVUT 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 enormní časová náročnost výpočtů, která zahrnovala přípravu jednotné metodiky WLC včetně okrajových podmínek výpočtů, zaškolení výpočetního týmu a pilotování výpočetních postupů tak, aby byly zajištěny konzistentní výsledky.

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 CO₂,ekv./m²a, český průměr je zatím cca 40 CO₂,ekv./m²a), neboť česká energie je stále z velké části vyráběna z uhlí.

10.2 Zapojení stakeholderů

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.

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?
- Může výrazné snížení emisí zásadně zvrátit celosvětový trend nárůstu emisí? Jaká vztažná jednotka by měla být použita pro hodnocení WLC? A měla by to být užitná plocha, nebo by se výpočet měl spíše vztahovat na počet uživatelů budovy?
- 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:

1. 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.

2. Negativní

- Domnívají se, že náklady a časová náročnost všech opatření budou neúnosné;
- Jsou vyčerpaní 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.

11. Další kroky pro implementaci WLC budov v ČR

Projekt INDICATE přinesl zásadní informace a údaje o zpracování WLC budov v kontextu ČR. Jeho hlavními cíli bylo získat první robustní a konzistentní výsledky WLC ucelené skupiny případových studií reálných budov a komunikace a diseminace poznatků z posuzování s politickou sférou a dalšími zainteresovanými stranami. Nicméně v nadcházejícím období je nutné se zaměřit na další zásadní body = kroky, které zásadně podpoří implementaci výpočtů GWP do EPBD.

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

Úkolem je připravit **strategii postupného zavádění výpočtu GWP do praxe tak, aby byly včas a kvalitně naplněny požadavky EPBD IV. 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).

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.

Součástí strategie by měly být i návaznosti na státní programy podpory vedoucí ke snižování uhlíkové stopy budov - 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 kromě zvyšování povědomí odborné i laické veřejnosti o problematice přinést také cennou zpětnou vazbu pro další vývoj hodnocení.

Posílit personální kapacity příslušných ministerstev, bez něhož nebude možné dekarbonizaci kvalitně a včas realizovat (MPO, MŽP, MMR, MF) a **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).

Opatření:

- **Zajistit komplexní meziresortní koordinaci** transpozice a implementace nové legislativy.
- **Vytvořit metodiky pro výklad směrnic SFDR, CSRD a technických kritérií EU Taxonomie z hlediska WLC**, 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.

11.1.1 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.

11.2 Nastavení výpočetní metodiky 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.⁴⁶

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.

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**.

11.3 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.

11.4 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 mnohem větší 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.

⁴⁶ ČVUT UCEEB, Julie Železá et.al. Metodika pro výpočet potenciálu globálního oteplování budov v kontextu ČR - Část 1: Harmonizovaná metodika pro výpočet potenciálu globálního oteplování budov v kontextu ČR.

Aktuálně lze pro ČR **doporučit limitní hodnoty GWP** dle výsledků zpracovaných případových studií budov rámci projektu INDICATE. Bylo zpracováno **56 nových případových studií a 50 existujících** bylo shromážděno ze stavební praxe. Ze základních případových studií byly vytvořeny variantní scénáře a bylo tak získáno **celkem 103 nových výsledných hodnot GWP pro novostavby a 17 pro rekonstrukce**. Doporučení je po vzoru Dánska uvažovat hodnoty z **66,6 percentilu**.

Lze rozlišit tři úrovně GWP:

1. nejnižší pro logistické haly – GWP = 23,98 kgCO₂,ekv./m².rok
2. střední pro bytové domy – GWP = 31,26 kgCO₂,ekv./m².rok
3. nejvyšší pro administrativní budovy – GWP = 47,48 kgCO₂,ekv./m².rok, rodinné domy - GWP = 40,28 kgCO₂,ekv./m².rok, a budovy pro vzdělávání – GWP = 39,66 kgCO₂,ekv./m².rok.

Doporučené okrajové podmínky pro výpočet WLC jsou uvedeny v kapitole 7.7.

11.4.1 WLC renovací

U renovací je dobré hodnotit návratnost provedených opatření z hlediska GWP, ale také adekvátnost vynaložení finančních dotací na taková opatření, která možná nepřinesou potřebné snížení celoživotní uhlíkové stopy.

Doporučení pro tvůrce politik ohledně výpočtů GWP renovací jsou prozatím následující:

- využít data z databáze ENEX;
- analyzovat současné energetické sanace;
- stanovit strategii úspor uhlíkové stopy a příslušné dotační ceny za opatření vzhledem k milníku 2050;
- rozšířit požadavky na reporting do ENEX vzhledem k WLC;
- zvýšit požadavky na energetickou efektivitu renovovaných objektů.

11.5 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 jednotné metodice, stanovující jasné a jednotné požadavky na vstupy, proces výpočtu i výstupy LCA hodnocení**.

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

- 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.

- 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.
- Využití stávajících nástrojů pro WLC budov - závisí na nastavení jednotného metodického rámce hodnocení a nastavení strategie implementace do české legislativy.
- Zcela nový 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. Konkrétní směřování by mělo diskutováno v širším zastoupení stakeholderů a státní správy.

11.6 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.**

12. Závěrečná doporučení

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, aby bylo jasné, kam je nutné z hlediska WLC směřovat.

V rámci projektu INDICATE bylo zpracováno **56 nových případových studií a 50 existujících** bylo shromážděno ze stavební praxe. Ze základních případových studií byly vytvořeny variantní scénáře a bylo tak získáno **celkem 103 nových výsledných hodnot GWP pro novostavby a 17 pro rekonstrukce.**

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

- Výsledky lze využít k **nastavení národní strategie dekarbonizace** 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 hodnoticích 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.

Důležitou linií projektu INDICATE byla **komunikace s širokým spektrem cílových skupin** ze stavební praxe, které jsou dotčeny nebo se podílí implementací EPBD IV. Zúčastněné strany mohou **poskytnout údaje o projektech** k posouzení, účastnit se kulatých stolů, workshopů a webinářů a **příspěť svým know-how** k vývoji metodiky WLC pro Českou republiku. Jsou také cílovou skupinou pro následné vzdělávání a budování kapacit. 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**.

Na základě procesu výpočtu WLC případových studií a setkání 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 WLC**: 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 budou 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.

- **Zpracovat 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.
- **Nastavit zjednodušení WLC:** Vzhledem k vysoké časové náročnosti detailního 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 přehledu fondu budov v ČR (počet budov různých typologií, objemy materiálů apod.). Zjednodušení by mohla 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, pomocí specifických přírážek 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.
- **Zajistit kvalitu dat z 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 jednotnější 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 generických LCA datasetů - 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:** Vzhledem k vysoké časové náročnosti detailního 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 penalizací v případě zjednodušené LCA atd. Dále může zjednodušení 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.

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.
- Podniky mohou všechny **semináře** a následnou **jednotnou metodiku** využít ke **vzdělávání svých zaměstnanců**.

O ČVUT UCEEB

České vysoké učení technické v Praze (ČVUT) patří mezi nejstarší a nejprestižnější technické univerzity ve střední Evropě. Nabízí širokou škálu studijních programů v oblasti inženýrství a technologií, přičemž podporuje inovace a výzkum napříč různými obory. Univerzita se aktivně věnuje rozvoji poznání a praxe v oblasti udržitelnosti a energetické účinnosti, což dokládá i její Univerzitní centrum energeticky efektivních budov (UCEEB). UCEEB slouží jako specializované výzkumné a vzdělávací centrum zaměřené na udržitelné stavební postupy, energetickou efektivitu a pokročilé stavební technologie. Provádí špičkový výzkum zaměřený na vývoj a optimalizaci energeticky úsporných řešení pro moderní výstavbu s důrazem na integraci obnovitelných zdrojů energie a inteligentních budov. Centrum spolupracuje s průmyslovými partnery, státními institucemi i akademickými subjekty a aktivně se podílí na šíření znalostí a osvědčených postupů v oblasti udržitelné architektury a urbanismu. Prostřednictvím svých iniciativ UCEEB významně přispívá k celosvětové diskuzi o udržitelném stavitelství s cílem snižovat dopady na životní prostředí a zároveň zlepšovat kvalitu života ve městech.

Kontaktní osoba: Ing. Julie Železná, Ph.D. - julie.zelezna@cvut.cz



