

# **LVS<sup>3</sup>**

**Nosné ocelové konstrukce z hlediska  
udržitelného rozvoje ve výstavbě  
Průvodce návrhem**



## Průvodce návrhem

Partneři projektu a vydavatel této monografie nepřebírají odpovědnost za jakoukoli škodu vzniklou použitím informací v této monografii.

Reprodukce pro nekomerční účely je povolena pouze pod podmínkou uvedení zdroje. Veřejně dostupná distribuce této publikace prostřednictvím jiných zdrojů, než na webových stránkách uvedených níže, vyžaduje předchozí povolení od partnerů projektu.

Žádosti by měly být adresovány na koordinátora projektu: ARCELORMITTAL Belval & DIFFERANGE SA, Rue de Luxembourg 66, Esch-sur-Alzette, Lucembursko.

Tento dokument vztahující se k šíření projektu (RFS2 -CT- 2013-00016 ) LVS<sup>3</sup>-Nosné ocelové konstrukce z hlediska udržitelného rozvoje ve výstavbě byl spolufinancován z Výzkumného fondu pro uhlí a ocel (RFCS) Evropského společenství,

**ISBN 978-80-01-05553-3**

Tomáš Hána, Michal Netušil, František Wald, Helena Gervásio, Paulo Santos

Září 2014

# OBSAH

|         |                                                                                       |    |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1       | Úvod a cíle .....                                                                     | 6  |
| 2       | Počítačové programy a životní prostředí .....                                         | 6  |
| 3       | Všeobecné znaky programu AMECO 3 .....                                                | 7  |
| 3.1     | Předmluva .....                                                                       | 7  |
| 3.2     | Nastavení .....                                                                       | 9  |
| 3.3     | Jazyky .....                                                                          | 9  |
| 3.4     | Řídící jednotky .....                                                                 | 9  |
| 4       | Technický popis .....                                                                 | 10 |
| 4.1     | Definování projektu .....                                                             | 10 |
| 4.1.1   | Definování konstrukce budovy a obecná data .....                                      | 10 |
| 4.1.1.1 | Obecné parametry .....                                                                | 10 |
| 4.1.1.2 | Podlažní desky .....                                                                  | 12 |
| 4.1.1.3 | Nosná konstrukce .....                                                                | 12 |
| 4.1.1.4 | Předpoklady dopravy .....                                                             | 13 |
| 4.1.1.5 | Konec životnosti .....                                                                | 14 |
| 4.1.2   | Definování mostu .....                                                                | 15 |
| 4.1.2.1 | Nosná konstrukce .....                                                                | 15 |
| 4.1.2.2 | Předpoklady dopravy .....                                                             | 16 |
| 4.1.2.3 | Konec životnosti .....                                                                | 16 |
| 4.1.3   | Plášť budovy .....                                                                    | 17 |
| 4.1.3.1 | Geometrie pláště .....                                                                | 17 |
| 4.1.3.2 | Vlastnosti fasády .....                                                               | 17 |
| 4.1.3.3 | Základní patro .....                                                                  | 18 |
| 4.1.3.4 | Další parametry .....                                                                 | 19 |
| 4.1.3.5 | Střecha .....                                                                         | 19 |
| 4.1.4   | Fáze užívání budovy .....                                                             | 20 |
| 4.1.5   | Systémy budovy .....                                                                  | 20 |
| 4.1.5.1 | Systém vytápění .....                                                                 | 20 |
| 4.1.5.2 | Systém chlazení .....                                                                 | 20 |
| 4.1.5.3 | Ventilační systém .....                                                               | 21 |
| 4.1.5.4 | Systém teplé vody-teplovodní (DHW) .....                                              | 21 |
| 4.2     | Stálé a specifické parametry .....                                                    | 21 |
| 4.3     | Výpočet dopadu konstrukce na životní prostředí .....                                  | 23 |
| 4.3.1   | Principy .....                                                                        | 23 |
| 4.3.1.1 | Parametry popisující dopady na životní prostředí .....                                | 24 |
| 4.3.1.2 | Parametry popisující použití zdrojů, druhotných materiálů, paliv a použití vody ..... | 26 |
| 4.3.1.3 | Další informace popisující kategorie odpadu .....                                     | 27 |
| 4.3.1.4 | Další informace popisující výstupní data .....                                        | 27 |
| 4.3.2   | Dopad budovy na životní prostředí .....                                               | 28 |
| 4.3.2.1 | Modul A .....                                                                         | 28 |
| 4.3.2.2 | Modul B: Fáze užívání .....                                                           | 29 |
| 4.3.2.3 | Modul C .....                                                                         | 43 |
| 4.3.2.4 | Modul D .....                                                                         | 44 |

|          |                                                                      |     |
|----------|----------------------------------------------------------------------|-----|
| 5        | Výstupy programu .....                                               | 46  |
| 5.1      | Detailní výstupní data fáze užívání .....                            | 46  |
| 5.1.1    | Energie potřebná pro prostorové vytápění .....                       | 46  |
| 5.1.2    | Energie potřebná pro prostorové chlazení.....                        | 47  |
| 5.1.3    | Energie potřebná pro produkci DHW.....                               | 48  |
| 5.1.4    | Energetické součty .....                                             | 48  |
| 5.1.5    | Solární tepelné zisky .....                                          | 49  |
| 5.2      | Obecná výstupní data fáze užívání.....                               | 49  |
| 6        | Průvodce používání softwaru Ameco 3.....                             | 52  |
| 6.1      | Projekt.....                                                         | 52  |
| 6.2      | Budova.....                                                          | 53  |
| 6.2.1    | Obecné parametry .....                                               | 53  |
| 6.2.2    | Umístění .....                                                       | 56  |
| 6.2.3    | Plášť.....                                                           | 58  |
| 6.2.4    | Základní podlaží.....                                                | 62  |
| 6.2.5    | Střecha .....                                                        | 63  |
| 6.2.6    | Užívání .....                                                        | 64  |
| 6.2.7    | Systémy.....                                                         | 65  |
| 6.2.8    | Konstrukce .....                                                     | 66  |
| 6.2.9    | Podlaží.....                                                         | 67  |
| 6.2.10   | Přeprava.....                                                        | 68  |
| 6.2.11   | Výsledky .....                                                       | 69  |
| 6.2.11.1 | Sloupcové grafy .....                                                | 69  |
| 6.2.11.2 | Tabulka .....                                                        | 72  |
| 6.2.11.3 | Kruhový graf.....                                                    | 73  |
| 6.2.11.4 | Výpočetní list.....                                                  | 74  |
| 7        | Řešený příklad .....                                                 | 77  |
| 7.1      | Kancelářská budova.....                                              | 77  |
| 7.1.1    | Úvod.....                                                            | 77  |
| 7.1.2    | Popis budov .....                                                    | 77  |
| 7.1.3    | Enviromentální analýza s programem Ameco 3 .....                     | 81  |
| 7.1.3.1  | Vstupní data v programu Ameco 3 .....                                | 81  |
| 7.1.3.2  | Výsledky výpočtu v programu AMECO3.....                              | 85  |
| 7.2      | Obytná budova-CasaBuna v Rumunsku .....                              | 89  |
| 7.2.1    | Popis budovy .....                                                   | 89  |
| 7.2.2    | Vstupní data v programu Ameco.....                                   | 92  |
| 7.2.2.1  | Obecná vstupní data pro obytnou budovu v Ameco 3.....                | 92  |
| 7.2.2.2  | Geometrická vstupní data (Moduly A-C-D) .....                        | 93  |
| 7.2.2.3  | Vstupní data pro komponenty (součásti) budovy (Moduly A-B-C-D) ..... | 93  |
| 7.2.2.4  | Vstupní data pro fázi užívání budovy (Modul B).....                  | 95  |
| 7.2.2.5  | Obecná data pro konstrukci budovy (Moduly A-C-D) .....               | 96  |
| 7.2.2.6  | Data pro přepravu součástí (Modul A) .....                           | 97  |
| 7.2.3    | Výsledky výpočtu s AMECO3 .....                                      | 98  |
| 7.3      | Průmyslová hala.....                                                 | 103 |
| 7.3.1    | Rozsah studie.....                                                   | 103 |
| 7.3.2    | Popis budovy .....                                                   | 103 |
| 7.3.3    | Konstrukční systém .....                                             | 103 |
| 7.3.4    | Součásti pláště budovy .....                                         | 105 |
| 7.3.5    | HVAC systémy .....                                                   | 105 |

|         |                                                                                 |     |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.3.6   | Hlavní hypotézy.....                                                            | 105 |
| 7.3.7   | Vstupní data v programu AMECO 3 .....                                           | 106 |
| 7.3.7.1 | Obecná vstupní data průmyslové budovy v AMECO3 .....                            | 106 |
| 7.3.7.2 | Vstupní data pro geometrii (Moduly A-C-D) .....                                 | 106 |
| 7.3.7.3 | Vstupní data pro součásti budovy (Moduly A-B-C-D) .....                         | 107 |
| 7.3.7.4 | Vstupní data pro fázi životnosti budovy (Modul B) .....                         | 107 |
| 7.3.7.5 | Obecná data pro konstrukci budovy (Moduly A-C-D) .....                          | 108 |
| 7.3.7.6 | Data pro přepravu součástí (Modul A) .....                                      | 109 |
| 7.3.8   | Výsledky výpočtu s AMECO3 .....                                                 | 110 |
| 7.3.8.1 | Konstrukční systém z oceli S 235.....                                           | 110 |
| 7.3.8.2 | Konstrukční systém z oceli S 460.....                                           | 115 |
| 7.3.8.3 | Betonový konstrukční systém.....                                                | 115 |
| 7.3.8.4 | Porovnání dopadu GWP v souvislosti s třemi konstrukčními systémy .....          | 119 |
| 7.3.9   | Analýza přínosů pro životní prostředí v důsledku zvýšení tloušťky izolace ..... | 121 |
| 8       | Odkazy .....                                                                    | 125 |

# 1 Úvod a cíle

---

Cíl tohoto dokumentu je poskytnout informace o různých postupech použitých pro zhodnocení ocelových a kompozitních budov v programu Ameco.

Tento dokument byl vytvořen v rámci projektu **LVS<sup>3</sup> Zhodnocení udržitelnosti a výstavby ocelových konstrukcí** (RFS2-CT-2013-00016).

Průvodce návrhem se zaměřuje na:

- Popis procesu výpočtu: detailní technická specifikace následných kroků použitých pro zhodnocení budovy v programu AMECO
- Pokyny k používání nástroje AMECO
- Aplikace AMECO na studie jednotlivých případů

Kroky použité v softwaru byly vyvinuty a ověřeny v rozsahu evropského RFCS projektu SB-Steel: Udržitelnost ocelových konstrukcí (*SB\_Steel, 2014*).

Tyto metody jsou:

- Přístup makro komponent, řešení zhodnocení životního cyklu budov a/nebo jejich součástí s výjimkou kvantifikace energie ve fázi používání budovy
- Přístup zaměřující se na fázi používání budovy umožňující kvantifikovat provozní energii budovy

Dokument **“Základní(podkladový) dokument”**, poskytuje detailní popis použitých postupů: posouzení dopadu životního cyklu budovy na životní prostředí a zhodnocení energie potřebné pro budovu během provozní fáze.

## 2 Počítačové programy a životní prostředí

---

AMECO je nástroj, který zhodnocuje dopady nosných ocelových a betonových konstrukcí na životní prostředí. Ameco 3 je rozšíření Ameco (verze 2), která při výpočtu bere v úvahu fázi používání budovy.

Ameco 3 používá počítačový jazyk VB 2008. Tento jazyk je založen na technologii Microsoft .NET. Předpokládá se tedy, že Microsoft .NET Framework je nastaven na počítači uživatele. .NET Framework je automaticky zahrnut do operačních systémů (OS) Microsoft Vista a 7, ale ne ve starších verzích, kde to bude muset koncový uživatel nainstalovat před použitím Ameco 3.

Program je založen na .NET Framework verze 2.0, která může být instalována do následujících operačních systémů: Windows 2000 Service Pack 3; Windows 98; Windows 98 Second Edition; Windows ME; Windows Server 2003, Windows XP Service Pack 2. Je tedy třeba poznamenat, že Ameco 3 není kompatibilní s libovolnou konfigurací, která není uvedena výše.

### 3 Všeobecné znaky programu AMECO 3

#### 3.1 Předmluva

Ameco 3 se zabývá budovami nebo mosty vyrobenými z oceli nebo betonu. Bere v úvahu 24 druhů veličin rozdělených do následujících skupin:

- Veličiny popisující náklady a dopady na životní prostředí (GWP, ODP, AP, EP, POPCP, ADP-součásti, ADP-fossil paliva).
- Veličiny popisující použití zdrojů, druhotných materiálů, paliv a používání vody (použití obnovitelné primární energie s výjimkou obnovitelných zdrojů primární energie používané jako surové materiály, použití obnovitelných zdrojů energie jako surové materiály, celkové použití obnovitelné primární energie, použití neobnovitelné primární energie s výjimkou neobnovitelných zdrojů primární energie používané jako surové materiály, použití neobnovitelných zdrojů energie používané jako surové materiály, celkové použití neobnovitelné primární energie-zdroje primární energie používané jako surové materiály, použití druhotného materiálu, použití obnovitelných druhotných paliv, použití neobnovitelných druhotných paliv, použití čerstvé vody).
- Další informace popisující kategorie odpadu (likvidace nebezpečného odpadu, likvidace běžného odpadu, likvidace radioaktivního odpadu).
- Další informace popisující výstupní data (součásti pro znovupoužití, materiály pro recyklaci, materiály pro energetické využití, exportovaná energie)

Každá veličina je tudíž rozložena do 4 modulů (stavební fázi procesu, fázi užívání, konec životnosti, výhody mimo hranice systému)

| Index                       | Dostupná data | Zkratka | Popis                                          | Jednotka              |
|-----------------------------|---------------|---------|------------------------------------------------|-----------------------|
| Dopady na životní prostředí |               |         |                                                |                       |
| 1                           | Ano           | GWP     | Potenciál globálního oteplování                | tCO <sub>2eq</sub>    |
| 2                           | Ano           | ODP     | Potenciál poškození ozonu                      | t <sub>CFCEq</sub>    |
| 3                           | Ano           | AP      | Acidifikační potenciál                         | t <sub>SO2eq</sub>    |
| 4                           | Ano           | EP      | Potenciál eutrofizace                          | t <sub>P04eq</sub>    |
| 5                           | Ano           | POCP    | Potenciál tvorby fotochemického ozonu          | t <sub>Etheneeq</sub> |
| 6                           | Ano           | ADP-e   | Potenciál abiotického poškození-prvky          | t <sub>Sbeq</sub>     |
| 7                           | Ano           | ADP-ff  | Potenciál abiotického poškození-fosilní paliva | GJ NCV                |

| Použití zdrojů, sekundárního materiálu a paliv                |     |               |                                                                                                                     |                                |
|---------------------------------------------------------------|-----|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 8                                                             | Ne  | RPE           | Použití obnovitelné primární energie s výjimkou obnovitelných zdrojů primární energie používaných jako suroviny     | GJ NCV                         |
| 9                                                             | Ne  | RER           | Použití obnovitelných zdrojů energie používané jako suroviny                                                        | GJ NCV                         |
| 10                                                            | Ano | RPE-total     | Celkové použití obnovitelné primární energie (primární energie a zdroje primární energie používané jako suroviny)   | GJ NCV                         |
| 11                                                            | Ne  | Non-RPE       | Použití neobnovitelné primární energie s výjimkou neobnovitelných zdrojů primární energie použitých jako suroviny.  | GJ NCV                         |
| 12                                                            | Ne  | Non-RER       | Použití neobnovitelných zdrojů energie použitých jako suroviny                                                      | GJ NCV                         |
| 13                                                            | Ano | Non-RPE-total | Celkové použití neobnovitelné primární energie (primární energie a zdroje primární energie používané jako suroviny) | GJ NCV                         |
| 14                                                            | Ne  | SM            | Použití druhotného materiálu                                                                                        | t                              |
| 15                                                            | Ne  | RSF           | Použití obnovitelných druhotných paliv                                                                              | GJ NCV                         |
| 16                                                            | Ne  | Non-RSF       | Použití neobnovitelných druhotných paliv                                                                            | GJ NCV                         |
| 17                                                            | Ano | NFW           | Použití čerstvé vody                                                                                                | 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> |
| Další enviromentální informace popisující kategorie odpadu    |     |               |                                                                                                                     |                                |
| 18                                                            | Ano | HWD           | Likvidace nebezpečného odpadu                                                                                       | t                              |
| 19                                                            | Ano | Non-HWD       | Likvidace běžného odpadu                                                                                            | t                              |
| 20                                                            | Ano | RWD           | Likvidace radioaktivního odpadu                                                                                     | t                              |
| Další enviromentální informace popisující výstupní data, toky |     |               |                                                                                                                     |                                |
| 21                                                            | Ne  | CR            | Komponenty pro znovupoužití                                                                                         | t                              |
| 22                                                            | Ne  | MR            | Materiály k recyklaci                                                                                               | t                              |
| 23                                                            | Ne  | MER           | Materiály pro energetické využití                                                                                   | t                              |
| 24                                                            | Ne  | EE            | Exportovaná energie                                                                                                 | t                              |

**Tabulka 1:** Dopady na životní prostředí

Další hlavní funkcí Ameco 3 je zavedení fáze používání do výpočtu nákladů a dopadů na životní prostředí. To umožňuje odhad energie potřebné pro různé systémy budovy (vytápění, chlazení). Výpočet je založen na několika mezinárodních normách jako ISO-13370, ISO 13789 a ISO 13790 a také na evropské normě (EN 15316).

Ameco může řešit buď budovu nebo most. Přesto je rozšíření o fázi používání možné pouze pro budovy



## 3.2 Nastavení

Ameco bude dodáno s instalačním balíčkem, tvořeným volnou aplikací "Install Creator", včetně:

- exe souboru
- veškerých potřebných dynamických nebo stacionárních knihoven (.dll soubory)
- databází
- souborů nápovědy
- jazykových souborů
- ikon a všech nezbytných obrázků

## 3.3 Jazyky

Ameco je vícejazyčná aplikace. Všechny texty zobrazené v GUI jsou čteny v samostatných jazykových souborech, každý z nich je vytvořen pro určitý jazyk. Texty v jazykových souborech jsou sloučeny do bloků a identifikovány klíčovými slovy.

## 3.4 Řídící jednotky

Veličiny budou v GUI uváděny a zadávány v následujících jednotkách:

|                  |                   |
|------------------|-------------------|
| Hmotnost:        | tuny              |
| Rozměry:         | m                 |
| Tloušťka desek:  | mm                |
| Vzdálenosti:     | km                |
| Hustoty:         | kg/m <sup>3</sup> |
| Plocha podlaží   | m <sup>2</sup>    |
| Potřebná energie | kWh               |

Jednotky použité pro náklady a dopady na životní prostředí jsou uvedeny v tabulce 10 (viz § 5.2 celková vstupní data fáze životnosti)

## 4 Technický popis

### 4.1 Definování projektu

Výpočet nákladů a dopadů na životní prostředí potřebuje několik veličin popisujících konstrukci. Způsob, jakým jsou jednotlivé součásti přepraveny na staveniště a také další informace např. jakým způsobem budou zabudované elementy použity po demolici budovy.

Výpočet fáze životnosti potřebuje několik veličin definujících budovu. V následujícím: písmeno **m** znamená měsíc, číslo **m** v rozpětí od 1 do 12 a zkratka **dir** znamená směr mezi N, W, E a S.

#### 4.1.1 Definování konstrukce budovy a obecná data

##### 4.1.1.1 Obecné parametry

Obecná definice budovy je dána parametry definovanými uživatelem:

|                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| Délka                  | $\ell_b$          |
| Šířka                  | $w_b$             |
| Počet podlaží          | $n_{b,fl}$        |
| Vlastní plocha podlaží | $a_{b,fl,custom}$ |

Předdefinovaná (výchozí) užitná plocha všech podlaží je vypočtena ze vztahu:

$$a_{b,fl,default} = n_{b,fl} \ell_b w_b \quad (\text{Eq 1})$$

Podle možností výpočtu zvolených uživatelem je plocha podlaží použitá ve výpočtech následující:

$$\begin{aligned} a_{b,fl} &= a_{b,fl,custom} && \text{jestli je plocha definována uživatelem} \\ a_{b,fl} &= a_{b,fl,default} && \text{ostatní} \end{aligned} \quad (\text{Eq 2})$$

Umístění budovy je třeba zvolit jedním z měst obsažených v databázi měst.

Pro každé město jsou v databázi definovány následující parametry:

|                       |                                                                                                                |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Země                  |                                                                                                                |
| $\theta_{ext}(m)$     | venkovní teplota v měsíci $m$ [°C]                                                                             |
| $I_{sol,k}(m, dir)$   | dopadající sluneční záření ve směru $dir$ v měsíci $m$ [W/m²],                                                 |
| $I_{sol,k,roof}(m)$   | dopadající sluneční záření na střechu v měsíci $m$ [W/m²]                                                      |
| $f_{H,shut}(m)$       | část dne, ve které je noc v měsíci $m$ v režimu vytápění (zvážit další izolaci poskytnutou stínícím zařízením) |
| $f_{sh,with}(m, dir)$ | vážený podíl doby, ve které je solární stínící zařízení v provozu                                              |
| Latitude              | zeměpisná šířka města                                                                                          |
| Climate               | může být sub-polární, mírné nebo tropické                                                                      |
| Geiger Climate        | může být Csa, Csb, Cfb, Dfb, Dfc                                                                               |

Známy parameter podnebí, další parameter je získán

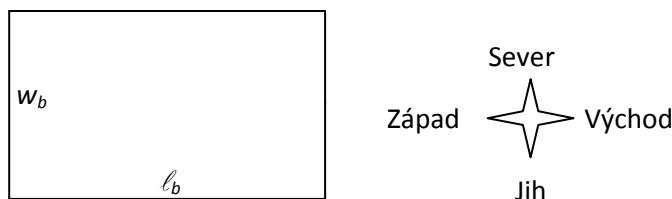
$$\Delta\theta_{er} \quad \text{průměrný rozdíl mezi vnitřní a vnější teplotou závisí na podnebí (viz Tabulka 8) [°C]}$$

Příloha 3 uvádí tabulky těchto hodnot pro Coimbra, Tampere a Timisoara.

Pro budovu je k dispozici několik druhů využití (Obytná budova-RB, Kancelářská budova-OB, Obchodní budova-CB a průmyslová budova-IB). Dopady výběru několika výchozích hodnot jsou uvedeny v následujících odstavcích.

Tvar budovy je obdélníkový. Související data jsou:

|                   |                                                |
|-------------------|------------------------------------------------|
| $\ell_b$          | délka severní-jihní fasády (stěny) (m)         |
| $w_b$             | délka východní-západní fasády (stěny) (m)      |
| $n_{b,fl}$        | počet podlaží (-)                              |
| $h_{floor}$       | výška podlaží (shodná pro všechny podlaží) (m) |
| $a_{b,fl,custom}$ | vlastní plocha podlaží (m <sup>2</sup> )       |



**Obrázek 1** : tvar budovy

Celková plocha budovy je vypočtena ze vztahu:

$$a_{b,fl,default} = (n_{b,fl} + 1) \cdot (\ell_b \cdot w_b - \ell_{b0} \cdot w_{b0})$$

Plocha podlaží použitá ve výpočtech pro modul A, C a D je plocha běžných podlaží. Plocha je automaticky vypočtena podle:

$$a_{b,fl,interm,default} = n_{b,fl} \cdot (\ell_b \cdot w_b - \ell_{b0} \cdot w_{b0})$$

Tři další plochy, které jsou použity:

|                       |                                                           |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------|
| $A_{conditionedarea}$ | plocha klimatizovaných zón [m <sup>2</sup> ]              |
| $A_{area1}$           | plocha primárně klimatizovaných prostor [m <sup>2</sup> ] |
| $A_{area2}$           | plocha dalších klimatizovaných prostor [m <sup>2</sup> ]  |

Které splňují:

$$A_{conditionedarea} = A_{area1} + A_{area2}$$

$A_{conditionedarea}$  je rovná celkové ploše budovy  $a_{b,fl,default}$  zatímco  $A_{area1}$  a  $A_{area2}$  jsou vypočteny jako procento  $A_{conditionedarea}$  při použití **Tabulky 12** v **Příloze 2** (Plocha 1 pro primárně klimatizované prostory a plocha 2 pro ostatní klimatizované prostory). Tyto 3 plochy nejsou zobrazeny.

## 4.1.1.2 Podlažní desky

Ocelové části:

Ocelové součástky použité pro podlažní desky jsou definovány následujícími parametry

Typ desky má být vybrán z následujícího seznamu:

- Obyčejná deska (bez ocelových plechů)
- Kompozitní deska
- Ztracené bednění
- Prefabrikovaná
- Suchá podlaha

Ocelové plechy jsou zvoleny ve stejné databázi jako v Ameco 1.

Celková hmotnost oceli v podlaží budovy je získána z:

$$m_{tss} = m_{ssu} a_{b,fl} \quad (\text{Eq 3})$$

with  $m_{ssu}$  hmotnost oceli v podlaží (na jednotku plochy) je získána z databáze  
 $a_{b,fl}$  plocha podlaží (cf.4.1.1.1)

Betonové části:

Budou použity následující parametry betonových částí:

Typ betonu má být vybrán z následujícího seznamu:

- Vyrobený na místě/monolitický
- Prefabrikovaný

Třída betonu má být vybrána z následujícího seznamu:

- C20/25
- C30/37

Celková tloušťka podlaží

$t_{tfl}$

Výztužná ocel

$m_{conrs}$

Celková hmotnost betonu  $m_{consl}$  je vypočtena použitím:

$$m_{consl} = a_{b,fl} \rho_{consl} (t_{tfl} - t_{minss} + V_{tmin}) / 10^6 \quad (\text{Eq 4})$$

kde  $a_{b,fl}$  je plocha podlaží (viz. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**)

$\rho_{consl}$  = 2360 kg/m<sup>3</sup>

$t_{minss}$  minimální tloušťka ocelových plechů získána z databáze

$V_{tminss}$  objem betonu pro minimální tloušťku desky, získán z databáze

Poznámky:

- Pro suchou podlahu je  $m_{consl} = 0$
- Pro desky bez ocelových plechů jsou uvažovány  $t_{minss} = 0$  and  $V_{tmin} = 0$  z (Eq 4)

## 4.1.1.3 Nosná konstrukce

Ocelové části:

Parametry popisující ocelové součástky konstrukce jsou definovány uživatelem:

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| Celková hmotnost nosníků             | $m_{tsb}$  |
| Celková hmotnost sloupů              | $m_{tsc}$  |
| Celková hmotnost trnů                | $m_{tst}$  |
| Celková hmotnost šroubů              | $m_{tbo}$  |
| Celková hmotnost čelních desek       | $m_{tpl}$  |
| Míra ztrátovosti pro ocelové profily | $s_{plos}$ |

Tzn. že pro osazení  $m$  [t] oceli je třeba jí vyrobit  $m \cdot (1 + s_{plos})$ .

#### Betonové části:

Parametry popisující betonovou konstrukci budou, jako pro podlažní desky:

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| Celková hmotnost betonových nosníků | $m_{tcb}$ |
| Celková hmotnost betonových sloupů  | $m_{tcc}$ |
| Celková hmotnost výztužné oceli     | $m_{trs}$ |

Typ betonu má být vybrán z následujícího seznamu:

- Na místě/monolitický
- Prefabrikovaný

Třída betonu má být vybrána z následujícího seznamu:

- C20/25
- C30/37

#### Dřevěné části:

Dřevěné části jsou zohledněny prostřednictvím několika veličin. Nové parametry popisující dřevěné části jsou následující:

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| Celková hmotnost nosníků | $m_{twb}$ |
| Celková hmotnost sloupů  | $m_{twc}$ |

#### 4.1.1.4 Předpoklady dopravy

##### Přeprava betonu z výroby na staveniště:

Parametry definující přepravu betonu jsou následující:

|                                                 |              |
|-------------------------------------------------|--------------|
| Vzdálenost pro beton zmonolitněný na staveništi | $d_{conmix}$ |
| Vzdálenost pro prefabrikované betonové dílce    | $d_{conreg}$ |

Ameco vypočítá části betonu zmonolitněného na staveništi nebo prefabrikovaných dílců dle následujících vztahů:

$$\text{Část betonu zmonolitněná na staveništi: } m_{conmix} = m_1 + m_2 \quad (\text{Eq 5})$$

$$\text{Část prefabrikovaného betonu: } m_{conreg} = m_3 + m_4 \quad (\text{Eq 6})$$

Kde  $m_1 = m_{consl}$  jestli je beton pro betonové desky (viz.4.1.1.2) zmonolitněn na místě ; jinak  $m_1 = 0$

$m_2 = m_{tcb} + m_{tcc} + m_{trs}$  jestli je beton betonových součástí nosné konstrukce zmonolitněn na místě(cf.4.1.1.3) ; jinak  $m_2 = 0$

$m_3 = m_{consl}$  jestli je beton pro betonové součásti-desky (cf.4.1.1.2) prefabrikovaný ; jinak  $m_3 = 0$

$m_4 = m_{tcb} + m_{tcc} + m_{trs}$  jestli je beton pro betonové součásti nosné konstrukce (viz.4.1.1.3) prefabrikovaný ; jinak  $m_4 = 0$

#### Přeprava oceli z výroby na staveniště:

Uživatel má možnost uvážit průměrné hodnoty z Evropské databáze pro přepravu oceli. Ameco vypočítá celkovou hmotnost přepravené oceli následovně:

$$m_{tstrtot} = m_{tss} + m_{conrs} + m_{tsb} + m_{tsc} + m_{tsst} + m_{tbo} + m_{tpl} + m_{trs} \quad (\text{Eq 7})$$

Jestliže průměrné hodnoty nejsou použity, pak jsou zapotřebí další následující parametry:

|                                                       |            |
|-------------------------------------------------------|------------|
| Hmotnost oceli přepravená vlakem                      | $m_{str}$  |
| Vzdálenost pro ocel přepravenou vlakem                | $d_{str}$  |
| Hmotnost oceli přepravenou nákladním automobilem      | $m_{sreg}$ |
| Vzdálenost pro ocel přepravenou nákladním automobilem | $d_{sreg}$ |

Tudíž musí být splněn tento vztah:

$$m_{tstrtot} = m_{str} + m_{sreg} \quad (\text{Eq 8})$$

#### Přeprava dřeva z výroby na staveniště:

Parametry definující přepravu dřeva jsou následující:

|                                                       |            |
|-------------------------------------------------------|------------|
| Hmotnost dřeva přepraveného vlakem                    | $m_{wtr}$  |
| Vzdálenost pro dřevo přepravené vlakem                | $d_{wtr}$  |
| Hmotnost dřeva přepraveného nákladním automobilem     | $m_{wreg}$ |
| Vzdálenost pro dřevo přepravené nákladním automobilem | $d_{wreg}$ |

Ameco vypočítá celkovou hmotnost přepraveného dřeva následovně:

$$m_{twtrtot} = m_{twb} + m_{twc} \quad (\text{Eq 9})$$

S uvážením Eq 9 musí být splněn tento vztah:

$$m_{twtrtot} = m_{wtr} + m_{wreg} \quad (\text{Eq 10})$$

#### 4.1.1.5 Konec životnosti

Uživatel má možnost změnit všechny parametry ve vztahu ke konci životnosti jednotlivých prvků.

##### Ocel:

Část ocelových součástí je po demolici budovy recyklována. Míra recyklovaných součástí je vyjádřena  $eoI_{element}$ . Navíc některé nosníky a sloupy mohou být znovupoužity a je zavedena specifická míra  $re_{sbc}$ . Část materiálu, který není recyklován nebo znovupoužit, je ztracena.

Tudíž míry definující konec životnosti oceli jsou následující a mají být definovány uživatelem:

|                               |               |
|-------------------------------|---------------|
| Recyklace ztužujících oceli   | $eoI_{srs}$   |
| Recyklace palubek             | $eoI_{sd}$    |
| Recyklace nosníků a sloupů    | $eoI_{sbc}$   |
| Znovupoužití nosníků a sloupů | $re_{sbc}$    |
| Recyklace hřebů a šroubů      | $eoI_{sstbo}$ |
| Recyklace spojů desek,plechů  | $eoI_{spl}$   |

Beton:

Betonové části nejsou recyklovány, ale místo toho mohou být zhodnoceny, když jsou později použity jako štěrk. Míra betonových částí, které jsou zhodnoceny je vyjádřena pomocí  $val_{element}$ .

Parametry definující zhodnocení betonu mají být definovány uživatelem a jsou následující:

|                           |               |
|---------------------------|---------------|
| Zhodnocení pro podlaží    | $val_{confl}$ |
| Zhodnocení pro konstrukci | $val_{const}$ |

Dřevo:

Po demolici budovy je část dřevěných prvků spálena. Během tohoto procesu je část energie uvolněná spalováním převedená na energii elektrickou v termálních jednotkách.

Parametr definující konec životnosti dřeva je tato míra, která je definována uživatelem:

|                                                            |         |
|------------------------------------------------------------|---------|
| Spalování s využitím energie konstrukčních dřevěných prvků | $inc_w$ |
|------------------------------------------------------------|---------|

**4.1.2 Definování mostu**

## 4.1.2.1 Nosná konstrukce

Ocelové části:

Parametry definující ocelové části mají být definovány uživatelem a jsou následující:

|                                  |             |
|----------------------------------|-------------|
| Celková hmotnost profilů         | $m_{tspr}$  |
| Celková hmotnost trnů            | $m_{tstbr}$ |
| Celková hmotnost čelních desek   | $m_{tepbr}$ |
| Celková hmotnost dalších průřezů | $m_{totbr}$ |
| Celková hmotnost dalších armatur | $m_{torbr}$ |

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| Míra ztrátovosti pro ocelové profily | $s_{plos}$ |
|--------------------------------------|------------|

Tzn. že pro osazení  $m$  [t] oceli je třeba jí vyrobit  $m \cdot (1 + s_{plos})$ .

Beton:

Parametry popisující betonové součástky mostu budou upraveny následovně:

|                                 |             |
|---------------------------------|-------------|
| Celková hmotnost betonu         | $m_{tcb}$   |
| Celková hmotnost výztužné oceli | $m_{trsbr}$ |

Typ betonu má být zvolen z následujícího seznamu:

- Zmonolitněný na místě
- Prefabrikovaný

Třída betonu

Třída betonu má být vybrána z následujícího seznamu:

- C20/25
- C30/37

## 4.1.2.2 Předpoklady dopravy

Přeprava betonu z výroby na staveniště:

Parametry definující přepravu betonu jsou následující:

Vzdálenost pro beton zmonolitněný na staveništi  $d_{conmixbr}$

Vzdálenost pro beton prefabrikovaný  $d_{conregbr}$

Ameco vypočítá betonové součástky zmonolitněné na staveništi nebo součástky prefabrikované následovně:

Část betonu zmonolitněného na staveništi:  $m_{conmixbr}$

Část prefabrikovaného betonu:  $m_{conregbr}$

kde  $m_{conmixbr} = m_{tcbr}$  jestli je beton pro betonové části zmonolitněn na místě; jinak 0

$m_{conregbr} = m_{tcbr}$  jestli je beton pro betonové části prefabrikován; jinak 0

Převoz oceli z výroby na staveniště:

Uživatel má možnost uvážit průměrné hodnoty z Evropské databáze pro přepravu oceli.

Ameco vypočítá celkovou hmotnost přepravené oceli následujícím vztahem:

$$m_{tstrtotbr} = m_{tspr} + m_{tstr} + m_{tepr} + m_{totbr} + m_{torbr} + m_{trsbr} \quad (\text{Eq 11})$$

Jestliže nejsou použity průměrné hodnoty, pak jsou potřeba další následující parametry:

Hmotnost oceli přepravená vlakem  $m_{strbr}$

Vzdálenost pro ocel přepravenou vlakem  $d_{strbr}$

Hmotnost oceli přepravené nákladním automobilem  $m_{sregbr}$

Vzdálenost pro ocel přepravenou nákladním automobilem  $d_{sregbr}$

Tudíž musí být splněn následující vztah:

$$m_{tstrtotbr} = m_{strbr} + m_{sregbr} \quad (\text{Eq 12})$$

## 4.1.2.3 Konec životnosti

Jako v případě budovy má uživatel možnost změnit všechny parametry ve vztahu ke konci životnosti jednotlivých prvků mostu.

Ocel:

Stejně jako pro budovy mají být míry definující konec životnosti oceli určeny uživatelem a jsou následující:

Recyklace profilů  $eol_{spbr}$

Znovupoužití profilů  $re_{spbr}$

Recyklace trnů  $eol_{stbr}$

Recyklace čelních desek  $eol_{sepbr}$

Recyklace dalších průřezů  $eol_{sotbr}$

Recyklace dalšího armování  $eol_{sorbr}$

Recyklace výztužné oceli  $eol_{srsbr}$



Beton:

Stejně jako u budov je míra definování zhodnocení betonu následující, má být definována uživatelem:

Zhodnocení betonu

$val_{conbr}$

### 4.1.3 Plášť budovy

#### 4.1.3.1 Geometrie pláště

Popis stěn zahrnuje následující parametry:

|                        |                                                                                                                                                      |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $A_{lat,tot}(dir)$ :   | plocha stěny orientovaná ve směru $dir$ se automaticky vypočítá jako součin délky a výšky [m <sup>2</sup> ]                                          |
| $A_{lat,opening}(dir)$ | plocha otvorů ve stěně je definována jako procentuální podíl z celkové plochy fasády (pláště) [m <sup>2</sup> ]                                      |
| $A_{lat}(dir)$ :       | čistá plocha stěny orientovaná ve směru $dir$ se automaticky vypočítá jako rozdíl mezi $A_{lat,tot}(dir)$ a $A_{lat,opening}(dir)$ [m <sup>2</sup> ] |
| $F_{glazing,sh}(dir)$  | Faktor zastínění otvorů v $dir$ stěně, skrytá výchozí hodnota 1                                                                                      |
| $F_{walls,sh}(dir)$    | Faktor zastínění $dir$ stěny, skrytá výchozí hodnota 1                                                                                               |

#### 4.1.3.2 Vlastnosti fasády

Uživatel vybere typ stěn a otvorů (Typ stěny a Typ otvoru) z položek odpovídajících seznamů makro-prvků-komponentů (viz **Tabulka 16** a **Tabulka 15** v příloze 2) a související proměnné jsou následující:

|                    |                                                                                                           |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $U_{walls}$        | U-hodnota pro stěny [W/(m <sup>2</sup> .K)], needitovatelná                                               |
| $k_{m,walls}$      | setrvačnost na čtvereční metr [J/(m <sup>2</sup> .K)], skrytá a needitovatelná                            |
| $U_{mean,opening}$ | U-hodnota pro otvory [W/(m <sup>2</sup> .K)], needitovatelná                                              |
| $g_n$              | prostup sluneční energie ze záření kolmo k zasklení, skrytý parameter (viz <b>Tabulka 15</b> v příloze 2) |

Výběr stínícího zařízení (Typ zařízení a barva zařízení, viz **Tabulka 21** v příloze 2) upravuje proměnné:

|       |                                                     |
|-------|-----------------------------------------------------|
| $f_f$ | prostup solární energie oknem se stínícím zařízením |
|-------|-----------------------------------------------------|

Přednastavené hodnoty pro Typ stínícího zařízení a barvu stínícího zařízení jsou "Žádné stínící zařízení" a "Běžné". Barva stínícího zařízení není zobrazena

Výběr rolet (Typ rolet, viz **Tabulka 13** v Příloze 2) má dopad hodnoty čtyř proměnných:

|                   |                                                                            |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| $R_{sh}$          | další tepelný odpor na konkrétní průvzdušnosti rolet [m <sup>2</sup> .K/W] |
| $\Delta R_{high}$ | vysoká nebo velmi vysoká průvzdušnost [m <sup>2</sup> .K/W]                |
| $\Delta R_{avg}$  | průměrná průvzdušnost [m <sup>2</sup> .K/W]                                |
| $\Delta R_{low}$  | nízká průvzdušnost [m <sup>2</sup> .K/W]                                   |

Tyto čtyři proměnné jsou skryté

Následující proměnné jsou také skryté:

|                                  |                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Aktivace nočního vytápění</i> | Pro kontrolu rolet (clon), když jsou zavřené během noci, za účelem redukce tepelných ztrát zkrz okno v zimním období, přednastavená hodnota podle <b>Tabulky 23</b> v Příloze 2               |
| <i>Aktivace denního chlazení</i> | Pro kontrolu stínících zařízení, když jsou aktivována během dne za účelem redukce zisků slunečního tepla v letním období zkrz okno, přednastavení hodnota podle <b>Tabulky 23</b> v Příloze 2 |
| <i>Plocha části rámu</i>         | výchozí hodnota 0.3 [-]                                                                                                                                                                       |

## 4.1.3.3 Základní patro

Následující parametry, které jsou použité pro definování přízemí:

|                         |                                                                                            |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| $U_f$                   | U-hodnota pro základní patro [ $W/(m^2.K)$ ]                                               |
| $Typ\ přízemí$          | typ přízemí, který má být zvolen uživatelem jako “Deska na povrchu terénu” nebo “vynesená” |
| $D_{concretebasefloor}$ | tloušťka betonu základního patra, přednastavená (výchozí) hodnota 0.2 (m)                  |
| $M_{steelbasefloor}$    | hmotnost výztužné oceli, přednastavená (výchozí) hodnota [t]                               |

Typ zeminy (skrytá přednastavená hodnota) určují dvě proměnné:

|            |                                                                                   |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| $(\rho c)$ | tepelná kapacita země (viz <b>Tabulka 22</b> v Příloze 2), skrytá [ $J/(m^3.K)$ ] |
| $\lambda$  | zemní vodivost (viz <b>Tabulka 22</b> ), skrytá [ $W/(m.K)$ ]                     |

Další použité proměnné:

|                      |                                                          |
|----------------------|----------------------------------------------------------|
| $w_{ground}$         | tloušťka suterénních stěn, přednastavená hodnota 0.2 (m) |
| $Peri, custom$       | obvod přízemí, [m]                                       |
| $A_{ground, custom}$ | plocha přízemí, [ $m^2$ ]                                |

Obvod a plocha přízemí nejsou zobrazeny a jsou automaticky vypočteny použitím:

$$Peri = 2(w_b + l_b)$$

$$A_{ground} = w_b \cdot l_b$$

V závislosti na přízemí (Typ přízemí) jsou nastaveny následující parametry. Nejsou zobrazeny.

- Deska na povrchu terénu  
Je k dispozici několik možností pro izolaci (hranaizolace): “žádná”, “vodorovná”, “svislá” nebo “oboje”  
Další parametry jsou:  

|                  |                                                        |
|------------------|--------------------------------------------------------|
| $d_{n, hor}$     | tloušťka vodorovné hrany izolace (mm)                  |
| $\lambda_{hor}$  | tepelná vodivost vodorovné hrany izolace [ $W/(m.K)$ ] |
| $w_{hor}$        | šířka svislé hrany izolace (m)                         |
| $d_{n, vert}$    | tloušťka svislé hrany izolace (mm)                     |
| $\lambda_{vert}$ | tepelná vodivost svislé hrany izolace [ $W/(m.K)$ ]    |
| $w_{vert}$       | tloušťka svislé hrany izolace (m)                      |
- Přízemí  
Přízemí (*typ přízemí*) může být buď “vytápěné” nebo “nevytápěné”.  
Další parametry jsou  

|       |                          |
|-------|--------------------------|
| $h$   | výška stěny nad zemí [m] |
| $h_z$ | výška stěny pod zemí [m] |
- Deska vynesená  
Parametry definující vynesené přízemí jsou:  

|                 |                                                              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------|
| $h$             | výška zdi nad zemí jako pro přízemí [m]                      |
| $h_z$           | výška zdi pod zemí [m]                                       |
| $A_{irflow}$    | průvzdušnost, přednastavená hodnota 0.1 [ac/h]               |
| $A_{wind}$      | plocha otvorů větrání na jednotku obvodu, skrytá [ $m^2/m$ ] |
| $w_{avg speed}$ | průměrná rychlost větru ve výšce 10 m, skrytá [m/s]          |

Poslední 3 parametry jsou spojeny vztahem:

$$w_{avg speed} = \frac{A_{irflow} \cdot A_{ground} \cdot (h + h_z)}{3600 \cdot Peri \cdot A_{wind}}$$

## 4.1.3.4 Další parametry

Několik dalších parametrů je vztaženo k obvodovému plášti budovy. Tyto parametry jsou skryté.

|                |                                                                                                          |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $R_{se}$       | odpor vnějšího povrchu (přednastavená hodnota 0.04 [m <sup>2</sup> .K/W] )                               |
| $\alpha_{s,c}$ | koeficient pohltivosti slunečního záření, přednastavená hodnota 0.5 (-)                                  |
| $h_r$          | součinitel externího prostupu tepla sáláním, přednastavená (výchozí) hodnota 4.5 [W/(m <sup>2</sup> .K)] |
| $C_m$          | vnitřní tepelná kapacita [J/K], vypočtená pomocí:                                                        |

$$C_m = k_{m,walls} \cdot \sum_{dir} A_{lat}(dir) + k_{m,roof} \cdot A_{roof} + k_{m,ext,floor} \cdot A_{ext,floor} + k_{m,ground} \cdot A_{ground} + k_{m,interm,floor} \cdot a_{b,fl,interm} + k_{m,intern,walls} \cdot \left( Ratio_{intern,walls} \cdot \sum_{dir} A_{lat,tot}(dir) \right)$$

Kde:

|                                                                       |                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $k_{m,walls}$                                                         | vnitřní tepelná kapacita stěn [J/K/m <sup>2</sup> ], podle zvolených makro-komponent stěn                                                 |
| $k_{m,roof}$                                                          | vnitřní tepelná kapacita střechy [J/K/m <sup>2</sup> ], podle zvolených makro-komponent střechy                                           |
| $k_{m,ext,floor}$                                                     | vnitřní tepelná kapacita vnějších podlaží (terasy, lodžie...)                                                                             |
| [J/K/m <sup>2</sup> ], přednastavená hodnota 50000 J/K/m <sup>2</sup> |                                                                                                                                           |
| $k_{m,ground}$                                                        | vnitřní tepelná kapacita přízemí [J/K/m <sup>2</sup> ], přednastavená hodnota 50000 J/K/m <sup>2</sup>                                    |
| $k_{m,interm,floor}$                                                  | J/K/m <sup>2</sup> vnitřní tepelná kapacita běžných podlaží [J/K/m <sup>2</sup> ], přednastavená hodnota 50000 J/K/m <sup>2</sup>         |
| $k_{m,intern,walls}$                                                  | vnitřní tepelná kapacita vnitřních stěn [J/K/m <sup>2</sup> ], přednastavená hodnota dvojnásobku hodnoty $k_{m,walls}$ J/K/m <sup>2</sup> |
| $Ratio_{intern,walls}$                                                | poměr plochy vnitřních stěn rozdělených oblastmi fasády, přednastavená (výchozí) hodnota 40%                                              |

## 4.1.3.5 Střecha

Uživatel zvolí makro-komponenty pro střechu podle **Tabulky 24** v Příloze 2.

Následující parametry, které definují střechu:

|                               |                                                                                                                          |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $U_{roof}$                    | U-hodnota pro rovnou střechu, výchozí hodnota v závislosti na makro-komponentech, needitovatelná [W/(m <sup>2</sup> .K)] |
| $A_{ext,floor}$               | plocha vnějších podlaží (terasy, lodžie...), přednastavená hodnota 0, skrytá [m <sup>2</sup> ]                           |
| $A_{roof}$                    | plocha rovné části střechy, přednastavená hodnota vypočtena podle rozměrů budovy, skrytá [m <sup>2</sup> ]               |
| $A_{slopedroof}$              | plocha šikmé části střechy, přednastavená hodnota 0, skrytá [m <sup>2</sup> ]                                            |
| $A_{roof,opening}$            | plocha otvorů ve střechě, přednastavená hodnota 0, skrytá [m <sup>2</sup> ]                                              |
| $F_{glazing,sh,roof}$         | součinitel zastínění otvorů ve střechě, přednastavená hodnota 0, skrytá                                                  |
| $U_{slopedroof}$              | U-hodnota pro šikmou střechu, přednastavená hodnota 0, skrytá [W/(m <sup>2</sup> .K)]                                    |
| $U_{ext,floor}$               | U-hodnota pro vnější podlaží, přednastavená hodnota 0, skrytá [W/(m <sup>2</sup> .K)]                                    |
| $U_{floorunconditionedspace}$ | U-hodnota pro neklimatizovaný prostor, přednastavená hodnota 0, skrytá                                                   |

#### 4.1.4 Fáze užívání budovy

Užívání budovy je rozděleno do třech období během dne a navíc se rozlišují pracovní a víkendové dny. Podstatné jsou dva parametry pro užívání budovy. Za prvé přítomnost obyvatel a za druhé potřeba světla. Tyto možnosti mohou být odlišné pro primárně klimatizované prostory (plocha 1) a ostatní klimatizované prostory (plocha 2)

Každá z 24 možností je popsána třemi následujícími veličinami:

|                                 |                   |
|---------------------------------|-------------------|
| $h_{function,beg,place,Date,i}$ | počáteční čas [h] |
| $h_{function,end,place,Date,i}$ | konečný čas [h]   |
| $Gain_{function,place,Date,i}$  | vnitřní zisk [h]  |

Kde  $function \in \{\text{užívání; světlo}\}$ ,  $prostor \in \{\text{plocha 1; plocha 2}\}$ ,  $Datum \in \{\text{Pondělí až Pátek; Sobota až Neděle}\}$ ,  $i \in \{1; 2; 3\}$ .

Přednastavené hodnoty jsou zobrazeny od **Tabulky 26** do **Tabulky 29** (v Příloze 1) v závislosti na typu budovy.

Těchto 24 veličin je skryto

Vnitřní podmínky jsou vztaženy na pohodlí obyvatel a jsou definovány pomocí čtyř parametrů. Výchozí hodnoty jsou nastaveny podle **Tabulky 30** v Příloze 1 a nejsou upravitelné.

|                      |                                                                                                    |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\theta_{int,set,H}$ | teplota topení [°C]                                                                                |
| $\theta_{int,set,C}$ | teplota chlazení [°C]                                                                              |
| $n_H$                | míra průtoku vzduchu pro režim vytápění (na m <sup>2</sup> ) [m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> )] |
| $n_C$                | míra průtoku vzduchu pro režim chlazení (na m <sup>2</sup> ) [m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> )] |

#### 4.1.5 Systémy budovy

Zde se uvažují 4 systémy budovy.

##### 4.1.5.1 Systém vytápění

Uživatel musí nastavit typ systému vytápění ( $\eta_{HeatingType\_System}$ , viz **Tabulka 17** v Příloze 2).

Tato volba ovlivňuje účinnost systému vytápění uvažovaného ve výpočtech:

|                                  |                                                          |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| $\eta_{HeatingEfficiencySystem}$ | účinnost systému vytápění, skrytá v normálním režimu [-] |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------|

Použitá energie ( $EnergyType_{heating}$ ), s výchozími hodnotami nastavenými podle **Tabulky 32** v Příloze 2, upravuje převodní součinitel z koncové energie na energii primární:

|                          |                                                            |
|--------------------------|------------------------------------------------------------|
| $k_{energytype,heating}$ | typ energie (viz <b>Tabulka 20</b> v Příloze 2) [kgoe/kWh] |
|--------------------------|------------------------------------------------------------|

Tyto dvě položky jsou skryty

Následující veličiny se používají, ale nejsou zobrazeny. Hodnoty jsou nastaveny podle **Tabulky 31** v Příloze 2.

|                           |                                    |
|---------------------------|------------------------------------|
| $h_{beg,heating}$         | počáteční čas pracovního cyklu [h] |
| $h_{end,heating}$         | koncový čas pracovního cyklu [h]   |
| $NbDay_{working,heating}$ | počet pracovních dnů v týdnu [-]   |

##### 4.1.5.2 Systém chlazení

Uživatel musí nastavit typ systému chlazení ( $\eta_{CoolingType\_System}$ , viz **Tabulka 18** v Příloze 2).

Tato volba ovlivňuje účinnost systému chlazení:

$\eta_{CoolingEfficiencySystem}$  účinnost systému chlazení, skrytá [-]

Použitá energie ( $EnergyType_{cooling}$ ), s výchozími hodnotami nastavenými podle **Tabulky 32** v Příloze 2, upravuje převodní součinitel z koncové energie na energii primární:

$k_{energytype,cooling}$  typ energie (viz **Tabulka 20**) [kgoe/kWh]

Tyto dvě položky jsou skryty.

Nakonec (jako pro systém vytápění) je definována podobná proměnná, která je skrytá a s výchozí hodnotou podle **Tabulky 33**:

$NbDay_{working,cooling}$  počet pracovních dnů v týdnu [-]

#### 4.1.5.3 Ventilační systém

Definování ventilačního systému spoléhá na použití systému rekuperace vytápění *Systém rekuperace*. V tomto případě jsou charakteristiky systému následující:

$Rekuperace\ tepla\%$  část objemu průtoku vzduchu, který prochází zkrz jednotku rekuperace tepla, přednastavená hodnota 0.8, skrytá (-)  
 $\eta_{hru}$  účinnost jednotky rekuperace tepla, přednastavená hodnota 0.6, skrytá(-)

#### 4.1.5.4 Systém teplé vody-teplovodní (DHW)

Typ systému DHW ( $\eta_{TypeDHW}$ , viz **Tabulka 13** v Příloze 2) je vztažen na účinnost systému DHW:

$\eta_{DHW}$  účinnost systému DHW, skrytá v normálním modu [-]

Použitá energie ( $EnergyType_{DHW}$ ), s výchozími hodnotami nastavenými podle **Tabulky 34**, upravuje převodní součinitel z koncové energie na energii primární:

$k_{energytype,DHW}$  typ energie (viz **Tabulka 14**) [kgoe/kWh]

Systém DHW závisí na několika parametrech:

$\theta_{w,t}$  požadovaná teplota vody na uzávěru, výchozí hodnota 60, skrytá [°C]  
 $\theta_{w,outside}$  teplota vody na vstupu, výchozí hodnota 15, skrytá [°C]  
 $DHW_{energyreduction}$  část DHW energie poskytnutá z obnovitelných zdrojů energie, výchozí hodnota 0, skrytá (-)

## 4.2 Stálé a specifické parametry

Obecné konstanty:

$MonthLength(m)$  počet sekund v měsíci v  $m$  v mega sekundách

|                   |                                       |
|-------------------|---------------------------------------|
| $MonthDay(m)$     | počet dní v měsíci $m$ [-]            |
| $NbDayWorking(m)$ | počet pracovních dnů v měsíci $m$ [-] |

Následující specifické veličiny jsou uvažovány zvláštním způsobem. Jedná se o vstupní data, ale jejich význam nemusí být pro uživatele prozřetelný, takže v AMECO 3 jsou uvažovány jako konstanty.

|            |                                                    |
|------------|----------------------------------------------------|
| $F_w$      | korekční koeficient pro nerozptylové zasklení (-)  |
| $f_w$      | koeficient čelního skla [-]                        |
| $b_{tr,U}$ | opravný koeficient pro neklimatizovaný prostor [-] |
| $F_{r,v}$  | součinitel záření pro svislou střechu [-]          |
| $F_{r,h}$  | součinitel záření pro svislé stěny [-]             |

Specifické parametry pro režim vytápění:

|                 |                                                   |
|-----------------|---------------------------------------------------|
| $k_{D,cor,H}$   | opravný součinitel pro přenos tepla prostupem (-) |
| $k_{cor,ve,H}$  | opravný součinitel pro přenos tepla větráním (-)  |
| $k_{cor,int,H}$ | opravný součinitel pro vnitřní zisky (-)          |
| $k_{cor,H}$     | opravný součinitel pro solární tepelné zisky (-)  |
| $a_{H0}$        | bezrozměrný referenční numerický parametr (-)     |
| $\tau_{H0}$     | referenční časová konstanta [h]                   |
| $b_{H,red}$     | empirický korelační součinitel [-]                |

Některé z těchto parametrů závisí na GEIGERCLIMATE a přítomnosti stínícího zařízení (viz **Tabulka 25**).

Specifické parametry pro režim chlazení:

|                 |                                                   |
|-----------------|---------------------------------------------------|
| $k_{D,cor,C}$   | opravný součinitel pro přenos tepla prostupem (-) |
| $k_{cor,ve,C}$  | opravný součinitel pro přenos tepla větráním (-)  |
| $k_{cor,int,C}$ | opravný součinitel pro vnitřní zisky (-)          |
| $k_{cor,C}$     | opravný součinitel pro solární tepelné zisky (-)  |
| $a_{C0}$        | bezrozměrný referenční numerický parametr (-)     |
| $\tau_{C0}$     | referenční časová konstanta [h]                   |
| $b_{C,red}$     | empirický korelační součinitel [-]                |

Některé z těchto parametrů závisí na GEIGERCLIMATE a přítomnosti stínícího zařízení (viz **Tabulka 25**).

Konstanty pro produkci DHW:

V souladu s EN15316-3-1, jsou definovány tři následující konstanty (obytné budovy).

$$X = 62 \text{ [l/(den.m}^2\text{)]}$$

$$Y = 160 \text{ [l/(den.m}^2\text{)]}$$

$$Z = 2 \text{ [l/(den.m}^2\text{)]}$$

## 4.3 Výpočet dopadu konstrukce na životní prostředí

### 4.3.1 Principy

Metoda používaná Ameco obsahuje 24 ukazatelů dopadu na životní prostředí, kde je každý rozdělen do těchto čtyřech modulů:

- Modul A: Výrobní a stavení fáze
- Modul B: Fáze používání
- Modul C: Konec životnosti
- Modul D: Výhody mimo hranice systému

Těchto 24 ukazatelů jsou si rovny. Jediné rozdíly mezi nimi jsou hodnoty jednotlivých koeficientů. Všechny tyto koeficienty jsou zobrazeny v tabulce 2 a 3.

Označení každého koeficientu je zobrazeno v Tabulce 2 a hodnoty jsou zaznamenány v následujících odstavcích. Hodnota všech parametrů definovaných v této kapitole může být zobrazena v programu Ameco. Všechny parametry této kapitoly mají stejné hodnoty pro budovy a mosty. Nejsou upravitelné.

V programu Ameco budou koeficienty dopadu definovány deseti ukazateli. U zbývajících čtrnácti ukazatelů bude nastavena nula.

| Uvažovaný koeficient dopadu                                                                           | Označení        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| RER: Ocelový plech,deska                                                                              | $k_{RERStPI}$   |
| RER: Ocelové profily                                                                                  | $k_{RERStSec}$  |
| GLO: Ocelová armatura                                                                                 | $k_{GLOSt}$     |
| RER: Ocel žárově pozinkovaná                                                                          | $K_{RERStHDG}$  |
| DE: BetonC20/25 PE                                                                                    | $k_{DEConC20}$  |
| DE: BetonC30/37 PE                                                                                    | $k_{DEConC30}$  |
| DE: Lepené lamelové dřevo PE [for 1kg]                                                                | $k_{DEW}$       |
| GLO: Hodnota šrotu                                                                                    | $k_{GLO}$       |
| Demolice ocelové budovy- dopad na 1 uvažovaný kilogram                                                | $k_{StBldgDem}$ |
| CH: Likvidace, budova, beton, nevyztužený, ke konečné likvidaci                                       | $k_{CHCon}$     |
| CH: Likvidace, budova, výztužná ocel, ke konečné likvidaci                                            | $k_{CHSt}$      |
| CH:Likvidace, budova, beton, nevyztužený, do třídícího zařízení[včetně 40% na zdravotě nezáv.skládku] | $k_{CHConPlt}$  |
| CH:Likvidace, budova, výztužná ocel, do třídícího zařízení                                            | $k_{CHStPlt}$   |
| CH:Likvidace, beton, 5% voda, do netečného materiálu skládky                                          | $k_{CHConLdf}$  |
| CH:Štěrka, nespecifikovaný, v lomu                                                                    | $k_{CHGr}$      |
| RER: Skádka inertních látek (Ocel) PE                                                                 | $k_{RERStLdf}$  |
| EU-27: Spalování odpadních dřevěných produktů(OSB,dřevotřísková deska) ELCD/CEWEP <p-agg> [1kg dřevo] | $k_{EUWWa}$     |
| Kredit pro spalování odpadů (agg minus p-agg)                                                         | $k_{Wa}$        |
| EU-27: Skládka dřevěných produktů (OSB,dřevotřísková deska) PE <p-agg>                                | $k_{EUWLdf}$    |
| CH: likvidace, inertní materiál, 0% voda, na zdravotně nezáv.skládku                                  | $k_{CHLdf}$     |
| RER: Nákladní automobilová doprava PE [na 1tkm]                                                       | $k_{RERALT}$    |
| Přeprava vlakem [na 1tkm]                                                                             | $k_{Tr}$        |
| Přeprava autodomíhářem [na 100kgkm]                                                                   | $k_{Cont}$      |
| Průměrná evropská doprava oceli [pro 1tna průměrnou evropskou vzdálenost]                             | $k_{StAvg}$     |
| EU-27: Elektrická rozvodná síť PE [1kWh]                                                              | $k_{EUElec}$    |

|                                            |                 |
|--------------------------------------------|-----------------|
| Rekuperace výstupu elektřiny               | $k_{EOR}$       |
| RER: Ocelový plech (vstup šrotu)           | $k_{RERStPIO}$  |
| RER: Ocelové profily (vstup šrotu)         | $k_{RERStSec0}$ |
| RER: Ocel žárově pozinkovaná (vstup šrotu) | $k_{RERStHDGO}$ |
| GLO: Ocelová armatura (vstup šrotu)        | $k_{GLOSt0}$    |

**Tabulka 1** : Označení koeficientu

Zkratky použité v **Tabulce 2** jsou:

- GLO : Celosvětový (průměr)
- DE : Německo (průměr)
- CH : Švýcarsko (průměr)

Posledních 5 koeficientů dopadu (bez jednotek) má stejnou hodnotu pro všechny ukazatele dopadu:

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| $k_{EOR}$       | 8.865E-01 |
| $k_{RERStPIO}$  | 1.125E-01 |
| $k_{RERStSec0}$ | 8.492E-01 |
| $k_{RERStHDGO}$ | 9.162E-02 |
| $k_{GLOSt0}$    | 6.983E-01 |

**Tabulka 2** : Hodnoty pro vstupní koeficienty šrotu (zmetků)

#### 4.3.1.1 Parametry popisující dopady na životní prostředí

Tabulka 4 obsahuje hodnoty koeficientů pro ukazatele GWP, ODP, AP, EP, POCP, ADP-součásti, ADP-fosilní paliva.



|                 | GWP          | ODP          | AP           | EP              | POCP         | APD-e       | ADP-ff     |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|-------------|------------|
|                 | t CO2 eq / t | t CFC eq / t | t SO2 eq / t | t Ethene eq / t | t PO4 eq / t | t Sb eq / t | GJ NCV / t |
| $k_{RERStPI}$   | 2.458E+00    | 9.112E-09    | 6.229E-03    | 4.424E-04       | 1.170E-03    | 5.396E-07   | 2.538E+01  |
| $k_{RERStSec}$  | 1.143E+00    | 4.948E-08    | 3.158E-03    | 2.706E-04       | 5.051E-04    | -7.001E-06  | 1.239E+01  |
| $k_{GLOSt}$     | 1.244E+00    | 1.110E-08    | 3.533E-03    | 2.802E-04       | 5.494E-04    | -2.103E-06  | 1.349E+01  |
| $K_{RERStHDG}$  | 2.556E+00    | 3.726E-08    | 6.980E-03    | 4.486E-04       | 1.243E-03    | 2.318E-05   | 2.621E+01  |
| $k_{DEConC20}$  | 9.883E-02    | 5.635E-11    | 1.485E-04    | 2.610E-05       | 1.740E-05    | 1.553E-07   | 4.626E-01  |
| $k_{DEConC30}$  | 1.114E-01    | 6.562E-11    | 1.524E-04    | 2.553E-05       | 1.778E-05    | 1.867E-07   | 4.545E-01  |
| $k_{DEW}$       | -1.185E+00   | 1.347E-09    | 1.179E-03    | 1.418E-04       | 1.243E-04    | 1.317E-07   | 7.670E+00  |
| $k_{GLO}$       | 1.512E+00    | -4.834E-08   | 3.610E-03    | 9.974E-05       | 8.072E-04    | 7.272E-06   | 1.598E+01  |
| $k_{StBldgDem}$ | 8.810E-04    | 3.251E-12    | 9.345E-06    | 1.193E-06       | 8.336E-07    | 3.461E-10   | 1.212E-01  |
| $k_{CHCon}$     | 1.401E-02    | 3.098E-09    | 8.901E-05    | 2.551E-05       | 1.590E-05    | 1.448E-08   | 2.771E-01  |
| $k_{CHSt}$      | 6.732E-02    | 9.741E-09    | 4.988E-04    | 1.387E-04       | 7.727E-05    | 2.544E-08   | 1.017E+00  |
| $k_{CHConPlt}$  | 1.398E-02    | 2.527E-09    | 3.581E-04    | 2.831E-05       | 1.456E-05    | 1.956E-08   | 2.398E-01  |
| $k_{CHStPlt}$   | 6.139E-02    | 7.782E-09    | 4.629E-04    | 1.295E-04       | 6.945E-05    | 2.279E-08   | 8.537E-01  |
| $k_{CHConLdf}$  | 7.102E-03    | 2.128E-09    | 4.226E-05    | 1.223E-05       | 8.602E-06    | 7.345E-09   | 1.785E-01  |
| $k_{CHGr}$      | 2.824E-03    | 3.257E-10    | 1.760E-05    | 6.317E-06       | 2.284E-06    | 9.374E-09   | 3.626E-02  |
| $k_{RERStLdf}$  | 1.396E-02    | 1.368E-11    | 8.491E-05    | 1.163E-05       | 8.972E-06    | 4.949E-09   | 1.865E-01  |
| $k_{EUWWa}$     | 1.671E+00    | 2.920E-09    | 6.252E-04    | 1.428E-04       | 4.099E-05    | -4.267E-08  | 5.289E-01  |
| $k_{Wa}$        | -7.514E-01   | -7.786E-08   | -4.946E-03   | -2.013E-04      | -2.622E-04   | -3.164E-08  | -8.651E+00 |
| $k_{EUWLdf}$    | 1.455E+00    | 2.606E-10    | 4.386E-04    | 1.878E-03       | 3.408E-04    | 1.370E-08   | 1.082E+00  |
| $k_{CHLdf}$     | 1.228E-02    | 3.091E-09    | 7.480E-04    | 2.565E-05       | 1.382E-05    | 1.490E-08   | 2.781E-01  |
| $k_{RERALT}$    | 4.714E-02    | 1.749E-11    | 3.085E-04    | 7.432E-05       | -1.260E-04   | 1.861E-09   | 6.515E-01  |
| $k_{Tr}$        | 1.711E-02    | 8.846E-10    | 8.593E-05    | 9.950E-06       | 7.298E-06    | 1.250E-09   | 2.036E-01  |
| $k_{Cont}$      | 1.201E-02    | 4.452E-12    | 7.527E-05    | 1.806E-05       | -3.035E-05   | 4.739E-10   | 1.659E-01  |
| $k_{StAvg}$     | 2.422E+01    | 1.328E-07    | 1.548E-01    | 3.578E-02       | -5.727E-02   | 1.037E-06   | 3.301E+02  |
| $k_{EUElec}$    | 4.887E-01    | 3.192E-08    | 2.083E-03    | 1.118E-04       | 1.267E-04    | 4.007E-08   | 5.569E+00  |

Tabulka 4 : Hodnoty koeficientů v oblasti dopadu na životní prostředí

## 4.3.1.2 Parametry popisující použití zdrojů, druhotných materiálů, paliv a použití vody

**Tabulka 5** obsahuje hodnoty koeficientů pro tři ukazatele:

- Celkové využití obnovitelné primární energie (primární energie a zdroje primární energie použité jako suroviny) [RPE-Total].
- Celkové využití neobnovitelné primární energie (primární energie a zdroje primární energie použité jako suroviny) [RPE-Total].
- Využití čisté, čerstvé vody [NFW].

|                 | RPE-Celkem | Non RPE celkem | NFW                                |
|-----------------|------------|----------------|------------------------------------|
|                 | GJ NCV / t | GJ NCV / t     | 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / t |
| $k_{RERStPI}$   | 2.987E-01  | 2.577E+01      | 1.352E-02                          |
| $k_{RERStSec}$  | 6.107E-01  | 1.419E+01      | 1.332E-03                          |
| $k_{GLOSt}$     | 2.362E+00  | 1.406E+01      | 1.387E-02                          |
| $k_{RERStHDG}$  | 5.477E-01  | 2.768E+01      | 1.586E-02                          |
| $k_{DEConC20}$  | 3.458E-02  | 5.084E-01      | 3.208E-04                          |
| $k_{DEConC30}$  | 3.692E-02  | 5.077E-01      | 3.225E-04                          |
| $k_{DEW}$       | 1.855E+01  | 8.766E+00      | 6.636E-01                          |
| $k_{GLO}$       | -8.226E-01 | 1.423E+01      | 1.307E-02                          |
| $k_{StBldgDem}$ | 4.747E-03  | 1.216E-01      | 1.228E-04                          |
| $k_{CHCon}$     | 2.259E-03  | 2.879E-01      | 1.264E-02                          |
| $k_{CHSt}$      | 5.325E-03  | 1.043E+00      | 3.083E-02                          |
| $k_{CHConPlt}$  | 8.531E-03  | 2.821E-01      | 4.905E-02                          |
| $k_{CHStPlt}$   | 9.525E-03  | 9.019E-01      | 5.568E-02                          |
| $k_{CHConLdf}$  | 1.464E-03  | 1.855E-01      | 7.997E-03                          |
| $k_{CHGr}$      | 6.248E-03  | 6.613E-02      | 3.753E-02                          |
| $k_{RERStLdf}$  | 1.450E-02  | 1.960E-01      | 2.788E-04                          |
| $k_{EUWWa}$     | 1.618E-02  | 6.576E-01      | 4.269E-03                          |
| $k_{Wa}$        | -1.063E+00 | -1.172E+01     | -1.042E-03                         |
| $k_{EUWLdf}$    | 4.911E-02  | 1.134E+00      | 3.901E-02                          |
| $k_{CHLdf}$     | 4.758E-03  | 3.005E-01      | 3.552E-04                          |
| $k_{RERALT}$    | 2.553E-02  | 6.539E-01      | 6.604E-04                          |
| $k_{Tr}$        | 3.643E-02  | 2.858E-01      | 1.561E-04                          |
| $k_{Cont}$      | 6.499E-03  | 1.665E-01      | 1.681E-04                          |
| $k_{StAvg}$     | 1.694E+01  | 3.428E+02      | 3.275E-01                          |
| $k_{EUElec}$    | 1.246E+00  | 8.534E+00      | 3.829E-03                          |

**Tabulka 5 :** Hodnoty pro zdroje, druhotné materiály a paliva a použití vodních koeficientů

Vzhledem k nedostatku údajů jsou koeficienty následujících ukazatelů nastaveny na nulu (dopad nulové hodnoty):

- Využití obnovitelné primární energie s výjimkou obnovitelných zdrojů primární energie používané jako suroviny [RPE].
- Využití obnovitelných zdrojů energie používané jako suroviny [RER].
- Využití neobnovitelné primární energie s výjimkou neobnovitelných zdrojů primární energie používané jako suroviny [Non-RPE].
- Využití neobnovitelných zdrojů energie používané jako suroviny [Non-RER].
- Využití druhotného materiálu [SM].
- Využití obnovitelných druhotných paliv [RSF].
- Využití neobnovitelných druhotných paliv [Non-RSF].

## 4.3.1.3 Další informace popisující kategorie odpadu

**Tabulka 6** obsahuje hodnoty koeficientů pro následující ukazatele:

- Likvidace nebezpečného odpadu.
- Likvidace běžného odpadu
- Likvidace radioaktivního odpadu

|                 | Likvidace<br>nebezpečného odpadu | Likvidace běžného<br>odpadu | Likvidace<br>radioaktivního odpadu |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
|                 | t / t                            | t / t                       | t / t                              |
| $k_{RERStPI}$   | -6.239E-04                       | -1.306E-03                  | -1.663E-04                         |
| $k_{RERStSec}$  | -5.212E-04                       | -8.676E-04                  | -3.832E-04                         |
| $k_{GLOSt}$     | -2.460E-04                       | -1.186E-04                  | -1.428E-04                         |
| $k_{RERStHDG}$  | -4.771E-04                       | -6.745E-04                  | -4.717E-04                         |
| $k_{DEConC20}$  | 0.000E+00                        | 0.000E+00                   | -1.859E-05                         |
| $k_{DEConC30}$  | 0.000E+00                        | 0.000E+00                   | -2.164E-05                         |
| $k_{DEW}$       | 0.000E+00                        | 1.483E+00                   | 4.461E-04                          |
| $k_{GLO}$       | -1.536E-05                       | -3.524E-06                  | 5.177E-04                          |
| $k_{StBldgDem}$ | 0.000E+00                        | 0.000E+00                   | 0.000E+00                          |
| $k_{CHCon}$     | 0.000E+00                        | 0.000E+00                   | 0.000E+00                          |
| $k_{CHSt}$      | 0.000E+00                        | 0.000E+00                   | 0.000E+00                          |
| $k_{CHConPlt}$  | 0.000E+00                        | 0.000E+00                   | 0.000E+00                          |
| $k_{CHStPlt}$   | 0.000E+00                        | 0.000E+00                   | 0.000E+00                          |
| $k_{CHConLdf}$  | 0.000E+00                        | 0.000E+00                   | 0.000E+00                          |
| $k_{CHGr}$      | 0.000E+00                        | 0.000E+00                   | 0.000E+00                          |
| $k_{RERStLdf}$  | 0.000E+00                        | 1.000E+00                   | -3.459E-06                         |
| $k_{EUWWa}$     | 0.000E+00                        | -6.430E-02                  | -3.659E-05                         |
| $k_{Wa}$        | 0.000E+00                        | 1.940E+00                   | 9.767E-04                          |
| $k_{EUWLdf}$    | 0.000E+00                        | 4.813E-01                   | -1.972E-05                         |
| $k_{CHLdf}$     | 0.000E+00                        | 0.000E+00                   | 0.000E+00                          |
| $k_{RERALT}$    | 0.000E+00                        | 0.000E+00                   | -9.099E-07                         |
| $k_{Tr}$        | 0.000E+00                        | 0.000E+00                   | -3.383E-05                         |
| $k_{Cont}$      | 0.000E+00                        | 0.000E+00                   | 0.000E+00                          |
| $k_{StAvg}$     | 0.000E+00                        | 0.000E+00                   | -5.190E-03                         |
| $k_{EUElec}$    | 0.000E+00                        | -1.827E+00                  | -1.220E-03                         |

**Tabulka 6:** Hodnoty pro další informace týkající se životního prostředí, které popisují kategorie odpadu

## 4.3.1.4 Další informace popisující výstupní data

Koeficienty nejsou známy a jsou nastaveny na hodnotu nula pro následující čtyři ukazatele v Ameco 3:

- Komponenty pro znovupoužití
- Materiály pro recyklaci
- Materiály pro obnovu energie (rekuperaci)
- Exportovaná energie

### 4.3.2 Dopad budovy na životní prostředí

#### 4.3.2.1 Modul A

Příspěvky pro zhodnocení nákladů a dopadů na životní prostředí pro modul A jsou:

| Modul A              |                       |                             |                                                |
|----------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------------------------|
| Fáze výroby          | A1<br>Dodávka surovin | Beton podlaží               | $m_{consl} k_{DECon}$                          |
|                      |                       | Ocelové plechy              | $m_{tss} k_{RERStHDG}$                         |
|                      |                       | Beton konstrukce            | $(m_{tcb} + m_{tcc}) k_{DECon}$                |
|                      |                       | Ocelová výztuž              | $(m_{conrs} + m_{trs}) k_{GLOSt}$              |
|                      |                       | Ocelové nosníky             | $m_{tsb} (1 + S_{plos}) k_{RERStSec}$          |
|                      |                       | Ocelové sloupy              | $m_{tsc} (1 + S_{plos}) k_{RERStSec}$          |
|                      |                       | Dřevěné nosníky             | $m_{twb} k_{DEW}$                              |
|                      |                       | Dřevěné sloupy              | $m_{twc} k_{DEW}$                              |
|                      | A3<br>Výroba          | Výrobní ztráty              | $(m_{tsb} + m_{tsc}) S_{plos} k_{RERALT} / 10$ |
|                      |                       | Ocelové trny a šrouby       | $(m_{tst} + m_{tbo}) k_{GLOSt}$                |
|                      |                       | Spoje plechů,desek          | $m_{tpl} k_{RERStPI}$                          |
|                      | A1-A3                 | Makro-komponenty            |                                                |
| Proces fáze výstavby | A4<br>Přeprava        | Beton-autodomíchač          | $m_{conmix} d_{conmix} k_{Cont} / 100$         |
|                      |                       | Beton-nákladní automobil    | $m_{conreg} d_{conreg} k_{RERALT} / 1000$      |
|                      |                       | Ocel-nákladní automobil     | $m_{sreg} d_{sreg} k_{RERALT} / 1000$          |
|                      |                       | Ocel-vlak                   | $m_{str} d_{str} k_{Tr} / 1000$                |
|                      |                       | Ocel-průměrná přeprava      | $m_{tstrtot} k_{StAvg}$                        |
|                      |                       | Dřevo-vlak                  | $m_{wtr} d_{wtr} k_{Tr} / 1000$                |
|                      |                       | Dřevo-nákladní automobil    | $m_{wreg} d_{wreg} k_{RERALT} / 1000$          |
|                      |                       | Makro-komponenty            |                                                |
| Celkem Modul A       |                       | Součet ukazatelů v modulu A |                                                |

**Tabulka 7 :** dopady na životní prostředí pro modul A

V této tabulce jsou zvýrazněně jmenovány upravené vztahy, které jsou rozsahu projektu LVS3.

Vzhledem k přidáním parametrům pro přízemí jsou následující rovnosti upraveny:

Celková hmotnost betonu  $m_{consl, LVS3}$  :

$$m_{consl, LVS3} = m_{consl} + D_{concretebasefloor} A_{ground} \cdot \rho_{consl}$$

hmotnost výztužné oceli:

$$(m_{conrs} + m_{trs} + M_{steelbasefloor}) k_{GLOSt}$$

Další část, která se bere v úvahu ve fázi výroby:

$$Macro - component_{A1-A3} = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \cdot k_{A1-A3, wall} + \sum_{dir} A_{lat, opening}(dir) \cdot k_{A1-A3, opening}$$

Celková hmotnost převezené oceli  $m_{tstrtot, LVS3}$  je teď:

$$m_{tstrtot, LVS3} = m_{tstrtot} + M_{steelbasefloor}$$

Další část, která se bere v úvahu v procesu fáze výstavby:

$$Macro - component_{A4} = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \cdot k_{A4,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \cdot k_{A4,opening}$$

Hodnoty  $k_{A1-A3,wall}$ ,  $k_{A4,wall}$ ,  $k_{A1-A3,opening}$  and  $k_{A4,opening}$  jsou uvedeny v Příloze 4.

#### 4.3.2.2 Modul B: Fáze užívání

Výpočet fáze užívání zahrnuje několik kroků. První krok je zaměřen na výpočet charakteristik přízemí.

Potom jsou také vyhodnocovány energie potřebná k vytápění a související solární tepelné zisky.

Podobný postup je použit pro chlazení prostor a pro související solární tepelné zisky.

Následující krok je zaměřen na systém teplé vody (teplovodní systém)

Poslední část shrnuje všechny tyto výpočty.

##### 4.3.2.2.1 Zhodnocení charakteristik přízemí (ISO 13370)

Cílem této části je vypočítat  $H_g, H_{pi}, H_{pe}, \alpha$  a  $\beta$ .

Nezávisle na *Typu přízemí* jsou odhadovány následující proměnné:

$$B' = \frac{A_{ground}}{0.5P_{eri}}$$

$$d_{ground} = w_{ground} + \frac{\lambda}{U_f}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{3.15 \cdot 10^7 \lambda}{\pi(\rho c)}}$$

$$U_g = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi B' + d_{ground}} \cdot \ln \left( 1 + \frac{\pi B'}{d_{ground}} \right)$$

- Jestli se vnitřní teplota uvažuje jako konstantní, pak máme:

$$H_{pi} = 0$$

-Tudíž je pro přízemí uvažována hodnota  $\alpha$  :

$$\alpha = 0$$

Zbytek veličin závisí na **typu přízemí**.

- **Deska na povrchu terénu (v přízemí)**

-  $\beta$  je nastaven hodnotu jedna pro desku v přízemí:

$$\beta = 1$$

$H_g$  výpočet:

$$U = \begin{cases} U_g & \text{if } d_{ground} < B' \\ \frac{\lambda}{0.457B' + d_{ground}} & \text{else} \end{cases}$$

A to vede na:

$$H_g = U \cdot A_{ground}$$

 $H_{pe}$  výpočet

$$d'_{n,hor} = \left( \frac{\lambda}{\lambda_{hor}} - 1 \right) \cdot d_{n,hor} \cdot 10^{-3}$$

$$d'_{n,vert} = \left( \frac{\lambda}{\lambda_{vert}} - 1 \right) \cdot d_{n,vert} \cdot 10^{-3}$$

$$H_{pe,hor} = 0.37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left[ \left( 1 - \exp\left(-\frac{w_{hor}}{\delta}\right) \right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground} + d'_{n,hor}}\right) + \exp\left(-\frac{w_{hor}}{\delta}\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) \right]$$

$$H_{pe,vert} = 0.37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left[ \left( 1 - \exp\left(-\frac{2 \cdot w_{vert}}{\delta}\right) \right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground} + d'_{n,vert}}\right) + \exp\left(-\frac{2 \cdot w_{vert}}{\delta}\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) \right]$$

$$H_{pe} = \begin{cases} 0.37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) & \text{if edgeinsulation} = \text{žádný} \\ H_{pe,hor} & \text{if edgeinsulation} = \text{vodorovný} \\ H_{pe,vert} & \text{if edgeinsulation} = \text{svislý} \\ \min(H_{pe,hor}; H_{pe,vert}) & \text{další} \end{cases}$$

- **Suterén**

-pro suterén je  $\beta$  nastaveno na hodnotu 1:

$$\beta = 1$$

 $H_g$  výpočet

$$U_{bf} = \begin{cases} \frac{2\lambda}{\pi B' + d_{ground} + 0.5h_z} \ln\left(1 + \frac{\pi B'}{d_{ground} + 0.5h_z}\right) & \text{if } d_{ground} + 0.5h_z < B' \\ \frac{\lambda}{0.457B' + d_{ground} + 0.5h_z} & \text{else} \end{cases}$$

$$d_w = \frac{\lambda}{U_{walls}}$$

$$U_{bw} = \begin{cases} \frac{2\lambda}{\pi h_z} \cdot \left(1 + 0.5 \frac{d_w}{d_w + h_z}\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{h_z}{d_w}\right) & \text{if } d_w < d_{ground} \\ \frac{2\lambda}{\pi h_z} \cdot \left(1 + 0.5 \frac{d_{ground}}{d_{ground} + h_z}\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{h_z}{d_{ground}}\right) & \text{else} \end{cases}$$

$$V = A_{ground} \cdot (h + h_z)$$

$$U'_H = \frac{1}{\frac{1}{U_f} + \frac{A_{ground}}{A_{ground} \cdot U_{bf} + h_z \cdot P_{eri} \cdot U_{bw} + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0.33n_H \cdot V}}$$

$$U'_C = \frac{1}{\frac{1}{U_f} + \frac{A_{ground}}{A_{ground} \cdot U_{bf} + h_z \cdot P_{eri} \cdot U_{bw} + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0.33n_C \cdot V}}$$

$$H_g = \begin{cases} A_{ground} \cdot U_{bf} + h_z \cdot P_{eri} \cdot U_{bw} & \text{je li suterén = vytápěný} \\ U'_H \cdot A_{ground} & \text{je li suterén = nevytápěný a pro výpočet vytápění} \\ U'_C \cdot A_{ground} & \text{je li suterén = nevytápěný a pro výpočet chlazení} \end{cases}$$

### H<sub>pe</sub> výpočet

$$H_{pe} = \begin{cases} 0.37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left[ \exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + 2 \cdot \left(1 - \exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right)\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_w}\right) \right] & \text{if Base} \\ & \text{mentType = vytápěný} \\ A_{ground} \cdot U_f \cdot \frac{0.37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left(2 - \exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right)\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0.33n_H \cdot V}{\frac{(A_{ground} + h_z \cdot P_{eri}) \cdot \lambda}{\delta} + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0.33n_H \cdot V + A_{ground} \cdot U_f} & \text{if Base} \\ & \text{mentType = nevytápěný a pro výpočet vytápění} \\ A_{ground} \cdot U_f \cdot \frac{0.37P_{eri} \cdot \lambda \cdot \left(2 - \exp\left(\frac{-h_z}{\delta}\right)\right) \cdot \ln\left(1 + \frac{\delta}{d_{ground}}\right) + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0.33n_C \cdot V}{\frac{(A_{ground} + h_z \cdot P_{eri}) \cdot \lambda}{\delta} + h \cdot P_{eri} \cdot U_{walls} + 0.33n_C \cdot V + A_{ground} \cdot U_f} & \text{if Base} \\ & \text{mentType = nevytápěný a pro výpočet chlazení} \end{cases}$$

### • Vynášené přízemí

-pro vynášené přízemí je  $\beta$  je nastaveno na hodnotu nula:

$$\beta = 0$$

### H<sub>g</sub> výpočet

$$U_x = \frac{2 \cdot h \cdot U_{walls}}{B'} + \frac{1450 \cdot A_{wind} \cdot w_{avgspeed} \cdot f_w}{B'}$$

$$U_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g}}$$

$$H_g = U_{eq} \cdot A_{ground}$$

$H_{pe}$  výpočet

$$H_{pe} = U_f \cdot \frac{0.37 P_{eri} \cdot \lambda \cdot \ln \left( 1 + \frac{\delta}{d_{ground}} \right) + U_x \cdot A_{ground}}{\frac{\lambda}{\delta} + U_x + U_f}$$

## 4.3.2.2.2 Energie potřebná pro prostorové vytápění a solární tepelné zisky

Výpočet potřeby energie a solárních tepelných zisků je celkem podobný pro vytápění i chlazení. Pouze několik rovnic a vztahů se liší a některé proměnné mají specifické hodnoty závislé na uvažovaném režimu. Proto bude výpočet založen na stejném modulu v AMECO 3 a specifika každého režimu budou vzata v úvahu.

- Zadání**

Před začátkem výpočtu energie potřebné pro prostorové vytápění jsou zde uvedeny veličiny spojené s režimem vytápění:

$$H_g = H_{g,H}$$

$$H_{pi} = H_{pi,H}$$

$$H_{pe} = H_{pe,H}$$

$$\bar{\theta}_l = \theta_{int,set,H}$$

$$k_{D,cor} = k_{D,cor,H}$$

$$k_{cor,ve} = k_{cor,ve,H}$$

$$k_{cor,int} = k_{cor,int,H}$$

$$k_{cor} = k_{cor,H}$$

$$f_{shut}(m) = f_{H,shut}(m)$$

$$AFR_{floor} = n_H$$

$$a_0 = a_{H0}$$

$$\tau_0 = \tau_{H0}$$

$$b_{red} = b_{H,red}$$

$$\eta_{EfficiencySystem} = \eta_{HeatingEfficiencySystem}$$

$$k_{energytype} = k_{energytype,heating}$$

- Přenos tepla vedením**

Následující vzorce se zaměřují na přenos tepla do země (terénu).

Průměrná vnější teplota během roku je:

$$\bar{\theta}_e = \sum_m \frac{\theta_{ext}(m)}{12}$$



Amplitudy odchylek od měsíčních průměrných teplot jsou:

$$\widehat{\theta}_l = 0$$

$$\widehat{\theta}_e = \frac{\max(\theta_{ext}(m)) - \min(\theta_{ext}(m))}{2}$$

A měsíční průměrné teploty za měsíc  $m$  následují:

$$\theta_i(m) = \bar{\theta}_l - \widehat{\theta}_l \cdot \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m}{12}\right)$$

$$\theta_e(m) = \bar{\theta}_e - \widehat{\theta}_e \cdot \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m}{12}\right)$$

Kde  $\tau_m$  je měsíční index, když je venkovní teplota minimální.

Měsíční tepelný tok je:

$$\phi(m) = H_g \cdot (\bar{\theta}_l - \bar{\theta}_e) - H_{pi} \widehat{\theta}_l \cdot \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m + \alpha}{12}\right) + H_{pe} \widehat{\theta}_e \cdot \cos\left(2\pi \frac{m - \tau_m - \beta}{12}\right)$$

To vede na měsíční tepelný koeficient terénu:

$$H_g(m) = \frac{\phi(m)}{\theta_i(m) - \theta_e(m)}$$

Nakonec je celkový přenos tepla do půdy (terénu):

$$Q_{tr,g}(m) = \frac{24}{1000} \cdot \phi(m) \cdot MonthDay(m) \text{ [kWh]}$$

Přenos tepla prostupem je zhodnocen pro několik částí pláště budovy a to pro stěny, zasklení, střechu, vnější podlaží (terasy, lodžie...) a pro přízemí.

### Stěny

$$A_{lat} = \sum_{dir} A_{lat}(dir)$$

S použitím celkové boční plochy stěn je vypočten koeficient přenosu tepla vedením stěnou do vnějšího prostředí následovně:

$$H_{D,walls} = U_{walls} \cdot A_{lat} \cdot k_{D,cor}$$

A poté celkový přenos tepla vedením stěnou je:

$$Q_{tr,walls}(m) = \frac{H_{D,walls}}{3.6} (\bar{\theta}_l - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \text{ [kWh]}$$

### Zasklení

$$A_{lat,opening} = \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir)$$

$$U_{W+shut,0} = \frac{1}{\frac{1}{U_{mean,opening}} + R_{sh} + \Delta R_{avg}}$$

$$U_{W+shut}(m) = U_{W+shut,0} \cdot f_{shut}(m) + U_{mean,opening} \cdot (1 - f_{shut}(m))$$

Takže koeficient přenosu tepla vedením zasklením do vnějšího prostředí je:

$$H_{D,glazing}(m) = \begin{cases} U_{W+shut}(m) \cdot A_{lat,opening} \cdot k_{D,cor} & \text{if } NightHeatingActivation = YES \\ U_{mean,opening} \cdot A_{lat,opening} \cdot k_{D,cor} & \text{else} \end{cases}$$

A celkový související přenos tepla vedením zasklením je:

$$Q_{tr,glazing}(m) = \frac{H_{D,glazing}(m)}{3.6} (\bar{\theta}_i - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \text{ [kWh]}$$

### Vnější podlaží (terasy, lodžie...) a přízemí

Koeficient přenosu tepla vedením pro vnější podlaží je:

$$H_{D,ext,floor} = U_{ext,floor} \cdot A_{ext,floor} \cdot k_{D,cor}$$

To znamená, že celkový přenos tepla vedením vnějším podlažím (terasy, lodžie...) je následující:

$$Q_{tr,ext,floor}(m) = \frac{H_{D,ext,floor}}{3.6} (\bar{\theta}_i - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \text{ [kWh]}$$

Celkový přenos tepla vedením do půdy (terénu) je dán vztahem:

$$Q_{tr,ground}(m) = Q_{tr,g}(m) \cdot k_{D,cor} \text{ [kWh]}$$

### Střecha

Koeficienty přenosu tepla vedením střechou jsou definovány stejným způsobem:

$$H_{D,roof} = U_{roof} \cdot A_{roof} \cdot k_{D,cor}$$

$$H_{D,pitchedroof} = U_{slopedroof} \cdot A_{slopedroof} \cdot b_{tr,U} \cdot k_{D,cor}$$

Rovnosti pro celkový přenos tepla vedením střechou jsou následující:

$$Q_{tr,roof}(m) = \frac{H_{D,roof}}{3.6} (\bar{\theta}_i - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \text{ [kWh]}$$

$$Q_{tr,pitchedroof}(m) = \frac{H_{D,pitchedroof}}{3.6} (\bar{\theta}_i - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \text{ [kWh]}$$

Celkový přenos tepla vedením je poté vypočítán jako:

$$Q_{tr}(m) = Q_{tr,walls}(m) + Q_{tr,glazing}(m) + Q_{tr,ext,floor}(m) + Q_{tr,roof}(m) + Q_{tr,ground}(m) + Q_{tr,pitchedroof}(m) \text{ [kWh]}$$

Koeficienty přenosu tepla vedením do terénu a do neklimatizovaných prostor jsou odhadovány jako:

$$H_{g,cor}(m) = H_g(m) \cdot k_{D,cor}$$

$$H_u = A_{slopedroof} \cdot U_{unconditionedarea} \cdot b_{tr,U} \cdot k_{D,cor}$$

Celkový přenos tepla vedením je vypočten ze vztahu:

$$H_D(m) = H_{D,walls} + H_{D,glazing}(m) + H_{D,ext,floor} + H_{D,roof}$$

$$H_{tr,adj}(m) = H_D(m) + H_{g,cor}(m) + H_u$$

### • Přenos tepla prouděním

Přenos tepla prouděním obsahuje tyto vzorce:

Míra průtoku vzduchu ( $m^3/s$ ):

$$q_{ve,k} = \frac{AFR_{floor} \cdot h_{floor} \cdot A_{conditionedarea}}{3600}$$

Úprava teplotního součinitele:

$$b_{ve,k} = \begin{cases} 1 & \text{if HeatRecovery} = NO \\ 1 - \frac{HeatRecovery\%}{100} \cdot \eta_{hru} & \text{else} \end{cases}$$

Časová průměrná míra průtoku vzduchu ( $m^3/s$ ):

$$q_{ve,k,mn} = q_{ve,k} \cdot f_{ve,t,k}$$

Kde časový podíl průtoku vzduchu na jeden den je:

$$f_{ve,t,k} = 1 - \frac{HeatRecovery\%}{100}$$

Koeficient se liší od 0.99 do 1.0 protože  $\eta_{hru}$  je mezi 0 a 1.

Takže koeficient přenosu tepla prouděním je:

$$H_{ve,adj} = 1200 \cdot b_{ve,k} \cdot q_{ve,k,mn}$$

A celkový související přenos tepla prouděním je vyjádřen:

$$Q_{ve}(m) = \frac{H_{ve,adj}}{3.6} (\bar{\theta}_i - \theta_{ext}(m)) \cdot MonthLength(m) \cdot k_{cor,ve} \text{ [kWh]}$$

### • Vnitřní tepelné zisky

Vnitřní tepelné zisky jsou vypočítány za použití stejné metody jako pro zisky související s přítomností osob a zařízení v objektu a pro osvětlení budovy.

Některé dílčí proměnné jsou zavedeny takto:

$$PartA = A_{area1} \cdot [ |h_{occ,beg,kitch,MtoF,1} - h_{occ,end,kitch,MtoF,1}| \cdot Gain_{occ,kitch,MtoF,1} \\ + |h_{occ,beg,kitch,MtoF,2} - h_{occ,end,kitch,MtoF,2}| \cdot Gain_{occ,kitch,MtoF,2} \\ + |24 - h_{occ,beg,kitch,MtoF,3} + h_{occ,end,kitch,MtoF,3}| \cdot Gain_{occ,kitch,MtoF,3} ]$$

$$PartB = A_{area2} \cdot \left[ \left| h_{occ,beg,other,MtoF,1} - h_{occ,end,other,MtoF,1} \right| \cdot Gain_{occ,other,MtoF,1} + \left| h_{occ,beg,other,MtoF,2} - h_{occ,end,other,MtoF,2} \right| \cdot Gain_{occ,other,MtoF,2} + \left| 24 - h_{occ,beg,other,MtoF,3} + h_{occ,end,other,MtoF,3} \right| \cdot Gain_{occ,kitch,MtoF,3} \right]$$

$$PartC = A_{area1} \cdot \left[ \left| h_{occ,beg,kitch,StoS,1} - h_{occ,end,kitch,StoS,1} \right| \cdot Gain_{occ,kitch,StoS,1} + \left| h_{occ,beg,kitch,StoS,2} - h_{occ,end,kitch,StoS,2} \right| \cdot Gain_{occ,kitch,StoS,2} + \left| 24 - h_{occ,beg,kitch,StoS,3} + h_{occ,end,kitch,StoS,3} \right| \cdot Gain_{occ,kitch,StoS,3} \right]$$

$$PartD = A_{area2} \cdot \left[ \left| h_{occ,beg,other,StoS,1} - h_{occ,end,other,StoS,1} \right| \cdot Gain_{occ,other,StoS,1} + \left| h_{occ,beg,other,StoS,2} - h_{occ,end,other,StoS,2} \right| \cdot Gain_{occ,other,StoS,2} + \left| 24 - h_{occ,beg,other,StoS,3} + h_{occ,end,other,StoS,3} \right| \cdot Gain_{occ,kitch,StoS,3} \right]$$

Poté jsou tepelné zisky od osob a zařízení odvozeny následovně:

$$\phi_{int,mn}(m) = \frac{NbDayWorking(m) \cdot \{PartA + PartB\}}{1000} + \frac{(MonthDay(m) - NbDayWorking(m)) \cdot \{PartC + PartD\}}{1000}$$

ČástA2, ČástB2, ČástC2, ČástD2 jsou vypočteny stejným způsobem jako Část A, ČástB, ČástC, ČástD ale s použitím hodnot "bezpečných" místo hodnot "uživatelských".

A tepelné zisky z osvětlení jsou:

$$\phi_{int,l,mn}(m) = \frac{NbDayWorking(m) \cdot \{PartA2 + PartB2\}}{1000} + \frac{(MonthDay(m) - NbDayWorking(m)) \cdot \{PartC2 + PartD2\}}{1000}$$

Celkové tepelné zisky z vnitřních zdrojů jsou odhadovány vztahem:

$$Q_{int}(m) = (\phi_{int,mn}(m) + \phi_{int,l,mn}(m)) \cdot k_{cor,int} \text{ [kWh]}$$

### • Solární tepelné zisky

Výpočet solárního tepelného zisku může být rozdělen do dvou částí. První se zaměřuje na zasklení, zatímco druhá je zaměřena na stěny.

#### Zasklení

Sluneční záření přes zasklení se odhaduje jako:

$$F_{glazing,sh,ok,k} A_k I_{sol,k}(m, dir) = k_{cor} \cdot A_{lat,opening}(dir) \cdot F_{glazing,sh}(dir) \cdot I_{sol,k}(m, dir) \cdot g_n \cdot F_w \cdot (1 - FrameAreaFraction)$$

$$F_{glazing,sh,ok,k} A_k I_{sol,k,hor}(m) = A_{roof,opening} \cdot F_{glazing,sh,roof} \cdot I_{sol,k,roof}(m) \cdot g_n \cdot F_w \cdot (1 - FrameAreaFraction)$$

A zpětné záření k obloze jako:

$$\phi_{r,glazing}(dir) = U_{mean,opening} \cdot R_{se} \cdot A_{lat,opening}(dir) \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \cdot F_{r,v}$$

$$\phi_{r,glazing,hor} = U_{mean,opening} \cdot R_{se} \cdot A_{roof,opening} \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \cdot F_{r,h}$$

Poté lze tepelný tok ze solárních zisků přes zasklení odvodit jako:

$$\phi_{glazing,sol,mn,k}(m, dir) = F_{glazing,sh,ok,k} A_k I_{sol,k}(m, dir) - \phi_{r,glazing}(dir)$$

$$\phi_{glazing,sol,mn,k,hor}(m) = F_{glazing,sh,ok,k} A_k I_{sol,k,hor}(m) - \phi_{r,glazing,hor}$$

Nakonec jsou celkové solární tepelné zisky přes zasklení vypočteny jako:

$$Q_{sol,glazing}(m) = \frac{MonthLength(m)}{3.6} \cdot \left[ \sum_{dir} \phi_{glazing,sol,mn,k}(m, dir) + \phi_{glazing,sol,mn,k,hor}(m) \right] \text{ [kWh]}$$

### Stěny

Solární záření na stěny se odhaduje jako:

$$F_{walls,sh,ok,k} A_k I_{sol,k}(m, dir) = \alpha_{s,c} \cdot R_{se} \cdot U_{walls} \cdot A_{lat}(dir) \cdot F_{walls,sh}(dir) \cdot I_{sol,k}(m, dir) \cdot k_{cor}$$

$$F_{walls,sh,ok,k} A_k I_{sol,k,hor}(m) = \alpha_{s,c} \cdot R_{se} \cdot U_{roof} \cdot A_{roof} \cdot I_{sol,k,roof}(m)$$

A zpětné záření k obloze jako:

$$\phi_{r,walls}(dir) = U_{walls} \cdot R_{se} \cdot A_{lat}(dir) \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \cdot F_{r,v}$$

$$\phi_{r,walls,hor} = U_{roof} \cdot R_{se} \cdot A_{roof} \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \cdot F_{r,h}$$

Jako pro zasklení je tepelný tok ze solárních zisků přes stěny (redukční součinitel zastínění není zahrnut ve výpočtu) následující:

$$\phi_{walls,sol,mn,k}(m, dir) = F_{walls,sh,ok,k} A_k I_{sol,k}(m, dir) - \phi_{r,walls}(dir)$$

$$\phi_{walls,sol,mn,k,hor}(m) = F_{walls,sh,ok,k} A_k I_{sol,k,hor}(m) - \phi_{r,walls,hor}$$

Nakonec lze celkový solární tepelný zisk přes stěny vypočítat:

$$Q_{sol,walls}(m) = \frac{MonthLength(m)}{3.6} \cdot \left[ \sum_{dir} \phi_{walls,sol,mn,k}(m, dir) + \phi_{walls,sol,mn,k,hor}(m) \right] \text{ [kWh]}$$

### • Celkový přenos tepla a tepelné zisky

Celkový přenos tepla  $Q_{ht}$  a tepelné zisky  $Q_{gn}$  jsou vypočteny podle:

$$Q_{ht}(m) = Q_{tr}(m) + Q_{ve}(m)$$

$$Q_{gn}(m) = Q_{sol,glazing}(m) + Q_{sol,walls}(m) + Q_{int}(m)$$

- **Energie potřebná pro vytápění**

Poslední část je věnována energii potřebné pro vytápění. To závisí na dvou dílčích krocích: odhad dynamických parametrů a doby vytápění během měsíce.

#### Dynamické parametry

První ziskový faktor využití je vyjádřen:

$$\gamma_H(m) = \frac{Q_{gn}(m)}{Q_{ht}(m)}$$

Časová konstanta budovy je vyjádřena:

$$\tau = \frac{C_m}{3600} \frac{1}{H_{tr,adj}(1) + H_{ve,adj}}$$

$$a = a_0 + \frac{\tau}{\tau_0}$$

Druhý ziskový faktor využití lze také vyjádřit:

$$\eta_{gn}(m) = \begin{cases} \frac{a}{a+1} & \text{if } \gamma_H(m) = 1 \\ \frac{1}{\gamma_H(m)} & \text{if } \gamma_H(m) < 0 \\ \frac{1 - \gamma_H(m)^a}{1 - \gamma_H(m)^{1+a}} & \text{else} \end{cases}$$

#### Doba vytápění během měsíce:

$$\gamma_{lim} = \frac{1+a}{a}$$

$$\gamma_H(m+0.5) = \frac{\gamma_H(m) + \gamma_H(m+1)}{2}$$

$$\gamma_H(m-0.5) = \frac{\gamma_H(m-1) + \gamma_H(m)}{2}$$

$$\gamma_1(m) = \min(\gamma_H(m-0.5); \gamma_H(m+0.5))$$

$$\gamma_2(m) = \max(\gamma_H(m-0.5); \gamma_H(m+0.5))$$

$$\gamma_{1bool}(m) = \begin{cases} 0 & \text{if } \gamma_1(m) > \gamma_{lim} \text{ or } \gamma_1(m) < 0 \\ \text{"LESS"} & \text{else} \end{cases}$$

$$\gamma_{2bool}(m) = \begin{cases} \text{"MORE"} & \text{if } \gamma_2(m) > \gamma_{lim} \\ 0 & \text{if } \gamma_2(m) < 0 \\ 1 & \text{else} \end{cases}$$

Dvě dílčí veličiny jsou definovány:

$$val(m) = \frac{1}{2} \frac{\gamma_{lim} - \gamma_1(m)}{\gamma_H(m) - \gamma_1(m)}$$

$$interm(m) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \frac{\gamma_{lim} - \gamma_H(m)}{\gamma_2(m) - \gamma_H(m)}$$

A také jedna z podmínek, která závisí na velikosti (intenzitě) vytápění během měsíce:

$$cond(m) = \begin{cases} 0 & \text{if } \gamma_{1bool}(m) \neq "LESS" \\ 1 & \text{if } \gamma_{2bool}(m) \neq "MORE" \\ val(m) & \text{if } \gamma_H(m) > \gamma_{lim} \\ interm(m) & \text{else} \end{cases}$$

Takže celková proměnná  $\gamma_{cor}(m)$  může být odhadována:

$$\gamma_{cor}(m) = \begin{cases} cond(m) & \text{if } \gamma_1(m) > 0 \text{ or } \gamma_2(m) > 0 \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

Energie potřebná pro vytápění:

$$f_{hr} = \frac{h_{end,heating} - h_{beg,heating}}{24} \cdot \frac{NbDay_{working,heating}}{7}$$

$$a_{red}(m) = \begin{cases} f_{hr} & \text{if } 1 - \frac{b_{red} \cdot \tau_0 \cdot \gamma_H(m) \cdot (1 - f_{hr})}{\tau} < f_{hr} \\ 1 & \text{if } 1 - \frac{b_{red} \cdot \tau_0 \cdot \gamma_H(m) \cdot (1 - f_{hr})}{\tau} > 1 \\ 1 - \frac{b_{red} \cdot \tau_0 \cdot \gamma_H(m) \cdot (1 - f_{hr})}{\tau} & \text{else} \end{cases}$$

Měsíční potřebná energie (čistá energie) je vyjádřena:

$$Q_{H,month}(m) = a_{red}(m) \cdot \max\left(0; Q_{ht}(m) - \max\left(0; \eta_{gn}(m)\right) \cdot Q_{gn}(m)\right) \cdot \gamma_{cor}(m) \text{ [kWh]}$$

Roční potřeba energie (čistá energie) je poté:

$$Q_{nd} = \sum_m Q_{month}(m) \text{ [kWh/year]}$$

Takže roční doručená energie (konečná nebo sekundární) je definována jako:

$$Q_{delivered} = \begin{cases} 0 & \text{if the user has selected no heating system} \\ \frac{Q_{nd}}{\eta_{EfficiencySystem}} \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{year}} \right] & \text{else} \end{cases}$$

A související roční potřeba primární energie potřebné pro vytápění je:

$$Q_{prim} = Q_{delivered} \cdot k_{energytype} \text{ [kgoe/year]}$$

## 4.3.2.2.3 Energie potřebná pro prostorové chlazení a solární tepelné zisky

Jak je uvedeno v 4.3.2.2.2 většina vzorců použitých pro vytápění zůstává v platnosti také pro režim chlazení. Pouze vzorce, které jsou pozměněny, jsou uvedeny zde.

Prvním krokem je vyjádření proměnných spojených s režimem chlazení:

$$H_g = H_{g,C}$$

$$H_{pi} = H_{pi,C}$$

$$H_{pe} = H_{pe,C}$$

$$\bar{\theta}_i = \theta_{int,set,C}$$

$$k_{D,cor} = k_{D,cor,C}$$

$$k_{cor,ve} = k_{cor,ve,C}$$

$$k_{cor,int} = k_{cor,int,C}$$

$$k_{cor} = k_{cor,C}$$

$$f_{shut}(m) = 0$$

$$AFR_{floor} = n_C$$

$$a_0 = a_{C0}$$

$$\tau_0 = \tau_{C0}$$

$$b_{red} = b_{C,red}$$

$$\eta_{EfficiencySystem} = \eta_{CoolingEfficiencySystem}$$

$$k_{energytype} = k_{energytype,cooling}$$

- **Přenos tepla do terénu**

V této části nejsou rovnosti změněny.

- **Přenos tepla vedením**

Přenos tepla vedením skrz zasklení do vnějšího prostředí je vyjádřen:

$$H_{D,glazing}(m) = U_{mean,opening} \cdot A_{lat,opening} \cdot k_{D,cor}$$

- **Přenos tepla prouděním**

Následující proměnné pro režim vytápění jsou zjednodušeny jako:

$$f_{ve,t,k} = 1$$

$$b_{ve,k} = 1$$



- **Vnitřní zisky**

.Rovnosti zůstávají stejné jako pro režim vytápění.

- **Solární tepelné zisky**

Pro zasklení se vzorce pro sluneční záření vyjadřují:

$$F_{C,sh,gl}(m, dir) = 1 - f_{sh,with}(m, dir) + f_{sh,with}(m, dir) \cdot \frac{f_f}{g_n \cdot F_w}$$

$$A_{sol,c}(m, dir) = \begin{cases} F_{C,sh,gl}(m, dir) \cdot g_n \cdot F_w \cdot (1 - FrameAreaFraction) & \text{if } DayCoolingActivation = YES \\ g_n \cdot F_w \cdot (1 - FrameAreaFraction) & \text{else} \end{cases}$$

$$F_{glazing,sh,ok,k} A_k I_{sol,k}(m, dir) = A_{lat,opening}(dir) \cdot F_{glazing,sh}(dir) \cdot I_{sol,k}(m, dir) \cdot A_{sol,c}(m, dir) \cdot k_{cor}$$

- **Celkový přenos tepla a tepelné zisky**

Vztahy jsou identické

- **Dynamické parametry**

Druhý ziskový faktor využití je teď:

$$\eta_{gn}(m) = \begin{cases} \frac{a}{a+1} & \text{if } \gamma_H(m) = 1 \\ 1 & \text{if } \gamma_H(m) < 0 \\ \frac{1 - \gamma_H(m)^{-a}}{1 - \gamma_H(m)^{-(1+a)}} & \text{else} \end{cases}$$

- **Doba chlazení během měsíce**

Fáze doby vytápění během měsíce je zde nazývána fáze doby chlazení během měsíce. I když je postup stejný, nové související vztahy jsou:

$$inv\gamma_{lim} = \frac{1+a}{a}$$

$$inv\gamma_H(m) = \frac{1}{\gamma_H(m)}$$

$$inv\gamma_H(m+0.5) = \frac{inv\gamma_H(m) + inv\gamma_H(m+1)}{2}$$

$$inv\gamma_H(m-0.5) = \frac{inv\gamma_H(m-1) + inv\gamma_H(m)}{2}$$

$$inv\gamma_1(m) = \min(inv\gamma_H(m-0.5); inv\gamma_H(m+0.5))$$

$$inv\gamma_2(m) = \max(inv\gamma_H(m-0.5); inv\gamma_H(m+0.5))$$

$$inv\gamma_{1bool}(m) = \begin{cases} 0 & \text{if } inv\gamma_1(m) > inv\gamma_{lim} \\ "LESS" & \text{else} \end{cases}$$

$$inv\gamma_{2bool}(m) = \begin{cases} "MORE" & \text{if } inv\gamma_2(m) > inv\gamma_{lim} \\ 1 & \text{else} \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
invval(m) &= \frac{1}{2} \frac{inv\gamma_{lim} - inv\gamma_1(m)}{inv\gamma_H(m) - inv\gamma_1(m)} \\
invinterm(m) &= \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \frac{inv\gamma_{lim} - inv\gamma_H(m)}{inv\gamma_2(m) - inv\gamma_H(m)} \\
invcond(m) &= \begin{cases} 0 & \text{if } inv\gamma_{1bool}(m) \neq LESS \\ 1 & \text{if } inv\gamma_{2bool}(m) \neq MORE \\ invval(m) & \text{if } inv\gamma_H(m) > inv\gamma_{lim} \\ invinterm(m) & \text{else} \end{cases} \\
\gamma_{cor}(m) &= \begin{cases} invcond(m) & \text{if } inv\gamma_1(m) > 0 \text{ or } inv\gamma_2(m) > 0 \\ 1 & \text{else} \end{cases}
\end{aligned}$$

### • Energie potřebná pro chlazení

Jako pro fázi doby chlazení během měsíce je energie potřebná pro fázi chlazení odvozená od energie potřebné pro fázi vytápění.

Pouze dva vztahy jsou pozměněny:

$$f_{hr} = \frac{NbDay_{working,cooling}}{7}$$

Koncová měsíční energetická potřeba pro chlazení (čistá energie):

$$Q_{C,month}(m) = a_{red}(m) \cdot \max(0; Q_{gn}(m) - \max(0; \eta_{gn}) \cdot Q_{ht}(m)) \cdot \gamma_{cor}(m)$$

Roční primární energie potřebná pro chlazení je:

$$Q_{delivered} = \begin{cases} 0 & \text{if the user has selected no cooling system} \\ \frac{Q_{nd}}{\eta_{EfficiencySystem}} \left[ \frac{kWh}{year} \right] & \text{else} \end{cases}$$

#### 4.3.2.2.4 Energie potřebná pro produkci DHW

První krok představuje vypočítat pár běžných veličin:

$$a = \begin{cases} \frac{X \cdot \ln(A_{conditionedarea}) - Y}{A_{conditionedarea}} & \text{if } A_{conditionedarea} > 30 \\ Z & \text{else} \end{cases}$$

$$V_w = a \cdot A_{conditionedarea}$$

$$\Delta T_{req} = \theta_{w,t} - \theta_{w,outside}$$

$$Q_w(m) = \frac{4.182}{3.6} \frac{V_w}{1000} \Delta T_{req} \cdot MonthDay(m) \text{ [kWh]}$$

Roční energie potřebná pro DHW (čistá energie) je:

$$Q_{DHW,nd} = \sum_m Q_w(m) \text{ [kWh/year]}$$

Roční dodaná energie (konečná nebo sekundární) pro DHW je:

$$Q_{DHW,delivered} = \begin{cases} 0 & \text{if the user has selected no DHW system} \\ Q_{DHW,nd} \cdot \frac{1 - DHW_{energyreduction}}{\eta_{DHW}} \text{ [kWh/year] } & \text{else} \end{cases}$$

Tudíž je roční primární energie potřebná pro DHW:

$$Q_{DHW,prim} = Q_{DHW,delivered} \cdot k_{energytype,DHW} \text{ [kgoe/year]}$$

#### 4.3.2.3 Modul C

Vztahy pro zhodnocení nákladů a dopadů na životní prostředí pro modul C jsou:

| Modul C          |                         |                                             |                                                                                              |
|------------------|-------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Konec životnosti | C1<br>Rozebrání         | Ocelové plechy                              | $m_{tss} k_{StBldgDem}$                                                                      |
|                  |                         | Ocelové nosníky                             | $m_{tsb} k_{StBldgDem}$                                                                      |
|                  |                         | Ocelové sloupy                              | $m_{tsc} k_{StBldgDem}$                                                                      |
|                  |                         | Ocelové trny a šrouby                       | $(m_{tst} + m_{tbo}) k_{StBldgDem}$                                                          |
|                  |                         | Spoje,přípoje                               | $m_{tpl} k_{StBldgDem}$                                                                      |
|                  | C2<br>Přeprava          | Ocelové plechy                              | $m_{tss} k_{RERALT} / 10$                                                                    |
|                  |                         | Ocelové nosníky                             | $m_{tsb} k_{RERALT} / 10$                                                                    |
|                  |                         | Ocelové sloupy                              | $m_{tsc} k_{RERALT} / 10$                                                                    |
|                  |                         | Ocelové trny a šrouby                       | $(m_{tst} + m_{tbo}) k_{RERALT} / 10$                                                        |
|                  |                         | Spoje,přípoje                               | $m_{tpl} k_{RERALT} / 10$                                                                    |
|                  |                         | Dřevěné nosníky                             | $m_{twb} k_{RERALT} / 10$                                                                    |
|                  |                         | Dřevěné sloupy                              | $m_{twc} k_{RERALT} / 10$                                                                    |
|                  |                         | Makro-komponenty                            |                                                                                              |
|                  | C3<br>Zpracování odpadů | Beton jednotl.podlaží do třídícího zařízení | $m_{consl} eol_{srs} k_{Corr}$                                                               |
|                  |                         | Beton konstrukce do třídícího zařízení      | $(m_{tcb} + m_{tcc}) eol_{srs} k_{Corr}$                                                     |
|                  |                         | Výztuž do třídícího zařízení                | $(m_{conrs} + m_{trs}) eol_{srs} k_{CHStPlt}$                                                |
|                  | C4<br>Likvidace         | Ocelové plechy                              | $m_{tss} (1 - eol_{sd}) k_{RERStLdf}$                                                        |
|                  |                         | Ocelové nosníky                             | $m_{tsb} (1 - eol_{sbc}) k_{RERStLdf}$                                                       |
|                  |                         | Ocelové sloupy                              | $m_{tsc} (1 - eol_{sbc}) k_{RERStLdf}$                                                       |
|                  |                         | Ocelové trny a šrouby                       | $(m_{tst} + m_{tbo}) (1 - eol_{stbo}) k_{RERStLdf}$                                          |
|                  |                         | Spoje,přípoje                               | $m_{tpl} (1 - eol_{spl}) k_{RERStLdf}$                                                       |
|                  |                         | Skládkovaný beton z jednotl.podlaží         | $m_{consl} [ (1 - eol_{srs}) k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{conf}) k_{CHConLdf} ]$            |
|                  |                         | Skládkovaný beton konstrukce                | $(m_{tcb} + m_{tcc}) [ (1 - eol_{srs}) k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{const}) k_{CHConLdf} ]$ |
|                  |                         | Skládkovaná výztuž,armatura                 | $(m_{conrs} + m_{trs}) (1 - eol_{srs}) k_{CHSt}$                                             |
|                  |                         | Dřevěné nosníky                             | $m_{twb} (inc_w k_{EUWWa} + (1 - inc_w) k_{EUWLdf})$                                         |
|                  |                         | Dřevěné sloupy                              | $m_{twc} (inc_w k_{EUWWa} + (1 - inc_w) k_{EUWLdf})$                                         |
|                  |                         | Makro-komponenty                            |                                                                                              |
|                  | <b>Modul C celkem</b>   |                                             | Součet množství v modulu C                                                                   |

**Tabulka 8 :** Dopady modulu C na životní prostředí

Vztahy upravené nebo přidáné v rozsahu projektu LVS<sup>3</sup> jsou zvýrazněné.

S uvážením přidanych parametrů pro přízemí jsou následující rovnosti upraveny jako:

Další část, která se bere v úvahu pro přepravu:

$$Macro - component_{C2} = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \cdot k_{C2,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \cdot k_{C2,opening} + A_{roof} \cdot k_{C2,roof}$$

Celková hmotnost betonu  $m_{consl,LVS3}$ :

$$m_{consl,LVS3} = m_{consl} + D_{concretebasefloor} A_{ground} \cdot \rho_{consl}$$

Výztuž do třídícího zařízení

$$(m_{conrs} + m_{trs} + M_{steelbasefloor}) eol_{srs} k_{CHStPlt}$$

Výztuž skládkovaná:

$$(m_{conrs} + m_{trs} + M_{steelbasefloor}) (1 - eol_{srs}) k_{CHSt}$$

Další část, která se bere v úvahu pro přepravu:

$$Macro - component_{C4} = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \cdot k_{C4,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \cdot k_{C4,opening} + A_{roof} \cdot k_{C4,roof}$$

Hodnoty  $k_{C2,wall}$ ,  $k_{C4,wall}$ ,  $k_{C2,opening}$  and  $k_{C4,opening}$  jsou uvedeny v **Příloze 4**.

#### 4.3.2.4 Modul D

Vztahy pro zhodnocení nákladů a dopadů na životní prostředí pro modul D jsou:

| Modul D                              |             |                            |                                                                                                  |
|--------------------------------------|-------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Užitek a výhody za hranicemi systému | D<br>Výhody | Beton jednotl.podlaží      | - $m_{consl} val_{confl} k_{CHGr}$                                                               |
|                                      |             | Ocelové plechy             | - $m_{tss} (eol_{sd} - k_{RERStHDG0}) k_{GLO}$                                                   |
|                                      |             | Beton konstrukce           | - $(m_{tcb} + m_{tcc}) val_{const} k_{CHGr}$                                                     |
|                                      |             | Ocelová výztuž             | - $(m_{conrs} + m_{trs}) (eol_{srs} - k_{GLOSt0})$                                               |
|                                      |             | Ocelové nosníky            | - $m_{tsb} [ (eol_{sbc} - k_{RERStSec0}) k_{GLO} + re_{sbc} (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000) ]$ |
|                                      |             | Ocelové sloupy             | - $m_{tsc} [ (eol_{sbc} - k_{RERStHDG0}) k_{GLO} + re_{sbc} (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000) ]$ |
|                                      |             | Ocelové trny a šrouby      | - $(m_{tst} + m_{tbo}) (eol_{stbo} - k_{GLOSt0}) k_{GLO}$                                        |
|                                      |             | Spoje,přípoje              | - $m_{tpl} (eol_{spl} - k_{RERStPIO}) k_{GLO}$                                                   |
|                                      |             | Dřevěné nosníky            | - $m_{twb} (inc_w k_{Wa} + (1 - inc_w) k_{EOR} k_{EUElec} / 3.6)$                                |
|                                      |             | Dřevěné sloupy             | - $m_{twc} (inc_w k_{Wa} + (1 - inc_w) k_{EOR} k_{EUElec} / 3.6)$                                |
|                                      |             | Makro-komponenty           |                                                                                                  |
| Modul D celkem                       |             | Součet množství v modulu D |                                                                                                  |

**Tabulka 3** : Dopady modulu D na životní prostředí

Vztahy upravené nebo přidáné v rozsahu projektu LVS<sup>3</sup> jsou zvýrazněné.

S uvážením přidáných parametrů pro přízemí jsou následující rovnosti upraveny jako:

Celková hmotnost betonu  $m_{consl,LVS3}$ :

$$m_{consl,LVS3} = m_{consl} + D_{concretebasefloor} A_{ground} \cdot \rho_{consl}$$

Dopad ocelové výztuže:

$$- (m_{conrs} + m_{trs} + M_{steelbasefloor}) (eol_{srs} - k_{GLOSt0})$$

Další část, která se bere v úvahu pro přepravu:

$$Macro - component_D = \sum_{dir} A_{lat}(dir) \cdot k_{D,wall} + \sum_{dir} A_{lat,opening}(dir) \cdot k_{D,opening}$$

Hodnoty  $k_{D,wall}$ ,  $k_{D,wall}$ ,  $k_{D,opening}$  and  $k_{D,opening}$  jsou uvedeny v **Příloze 4**.

## 5 Výstupy programu

Výsledky z programu Ameco budou zobrazeny v následujících Tabulkách výsledků v závislosti na možnosti zvolené uživatelem:

- jako výpočetní list
- jako histogram nebo tabulka pro zvolený dopad. Histogram bude rozlišovat moduly A, C ,D a také sčítat A až C a A až D.
- jako kruhový graf shrnující součet od A do C a od A do D pro všechny dopady

Detailní výsledky pro fázi životnosti budou zobrazeny v příložených tabulkách ve výpočetním listu dle popisu v 5.1. Výsledky dopadů budou zobrazeny jak ve výpočtovém listu, tak v grafickém rozhraní.

### 5.1 Detailní výstupní data fáze užívání

Výsledkové tabulky pro fázi užívání budou zobrazeny ve výpočetním listu, jedna pro energii potřebnou pro prostorové vytápění, jedna pro energii potřebnou pro prostorové chlazení, jedna pro energii potřebnou pro produkci DHW, jedna shrnující celkové součty energie a nakonec jedna věnována solárním tepelným ziskům. Grafická dispozice bude založena na Excel souboru poskytnutého Univerzitou Coimbra, jak je uvedeno v následujících odstavcích.

#### 5.1.1 Energie potřebná pro prostorové vytápění

Pro přenos tepla vedením se zobrazí součet kladných prvků po měsíci. Toto zahrnuje:

$$\begin{aligned}
 Q_{tr,walls} &= \sum_m \max(Q_{tr,walls}(m), 0) \\
 Q_{tr,glazing} &= \sum_m \max(Q_{tr,glazing}(m), 0) \\
 Q_{tr,extfloor} &= \sum_m \max(Q_{tr,ext,floor}(m), 0) \\
 Q_{tr,roof} &= \sum_m \max(Q_{tr,roof}(m), 0) + \max(Q_{tr,pitchedroof}(m), 0) \\
 Q_{tr,ground} &= \sum_m \max(Q_{tr,ground}(m), 0) \\
 Q_{tr,total} &= \sum_m \max(Q_{tr}(m), 0)
 \end{aligned}$$

Pro přenos tepla prouděním a tepelnými zisky jsou součty vypočteny dle následujících vztahů:

$$\begin{aligned}
 Q_{ve} &= \sum_m \max(Q_{ve}(m), 0) \\
 Q_{sol,glaz} &= \sum_m \max(Q_{sol,glazing}(m), 0) \\
 Q_{sol,opaq} &= \sum_m Q_{sol,walls}(m)
 \end{aligned}$$

$$Q_{int} = \sum_m Q_{int}(m)$$

Poruchy přenosu tepla (přenos tepla vedením a přenos tepla prouděním) jsou zobrazeny ve sloupcovém grafu.

Kromě těchto veličin je také zobrazena měsíční potřeba energie na vytápění a související globální veličiny. Hodnoty na čtvečnický metr neklimatizovaných prostor jsou také vypočítány

| ENERGY FOR SPACE HEATING      |                         |                           |                      |                        |                       |                          |                              |     |          | Heating season length: 4.5 |                       |                  |  |  |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|-----|----------|----------------------------|-----------------------|------------------|--|--|
| HEAT TRANSFER BY TRANSMISSION |                         |                           |                      |                        |                       | kWh/year                 | HEAT TRANSFER BY VENTILATION |     | kWh/year | HEAT GAINS                 |                       |                  |  |  |
|                               |                         |                           |                      |                        |                       |                          |                              |     |          | GLAZED OPAQUE INTERNAL     |                       |                  |  |  |
| Q <sub>tr,WALLS</sub>         | Q <sub>tr,GLAZING</sub> | Q <sub>tr,EXT FLOOR</sub> | Q <sub>tr,ROOF</sub> | Q <sub>tr,GROUND</sub> | Q <sub>tr,TOTAL</sub> |                          | Q <sub>ve</sub>              |     |          | Q <sub>sol,GLAZ</sub>      | Q <sub>sol,OPAQ</sub> | Q <sub>int</sub> |  |  |
| 2395.1                        | 4373.4                  | 321.2                     | 0.0                  | 782.0                  | 9038.0                |                          | 2849.2                       |     |          | 17162.7                    | 470.0                 | 6679.3           |  |  |
| ENERGY NEED FOR HEATING       |                         |                           |                      |                        |                       |                          |                              |     |          |                            |                       |                  |  |  |
| Q <sub>H,nd</sub>             | JAN                     | FEB                       | MAR                  | APR                    | MAY                   | JUN                      | JUL                          | AUG | SEP      | OCT                        | NOV                   | DEC              |  |  |
| kWh                           | 211.5                   | 140.5                     | 52.7                 | 0.0                    | 0.0                   | 0.0                      | 0.0                          | 0.0 | 0.0      | 0.0                        | 98.7                  | 178.3            |  |  |
| kWh/m <sup>2</sup>            | 1.7                     | 1.1                       | 0.4                  | 0.0                    | 0.0                   | 0.0                      | 0.0                          | 0.0 | 0.0      | 0.0                        | 0.8                   | 1.4              |  |  |
| ENERGY BREAKDOWNS             |                         |                           |                      |                        |                       |                          |                              |     |          |                            |                       |                  |  |  |
| BUILDING TOTALS FOR HEATING   |                         |                           |                      |                        |                       |                          |                              |     |          |                            |                       |                  |  |  |
| ENERGY NEED                   |                         |                           |                      |                        | 681.8                 | kWh/year                 |                              |     |          |                            |                       |                  |  |  |
|                               |                         |                           |                      |                        | 5.5                   | kWh/m <sup>2</sup> /year |                              |     |          |                            |                       |                  |  |  |
| DELIVERED ENERGY              |                         |                           |                      |                        | 170.4                 | kWh/yea                  |                              |     |          |                            |                       |                  |  |  |
| COP:                          |                         |                           |                      |                        | 4                     | 1.4                      | kWh/m <sup>2</sup> /         |     |          |                            |                       |                  |  |  |
| PRIMARY                       |                         |                           |                      |                        | 49.4                  | kgoe/yea                 |                              |     |          |                            |                       |                  |  |  |
| f <sub>conv</sub> :           |                         |                           |                      |                        | 0.29                  | 0.4                      | kgoe/m <sup>2</sup> /        |     |          |                            |                       |                  |  |  |

Obrázek 2 : excelovský list poskytující výsledky pro energii potřebnou pro prostorové vytápění

### 5.1.2 Energie potřebná pro prostorové chlazení

Vzhledem k tomu jsou stejné veličiny vypočtené jak v režimu vytápění, tak v režimu chlazení. Výsledky jsou zobrazeny stejným způsobem. (viz.obrázek 3)

| ENERGY FOR SPACE COOLING      |                         |                           |                      |                        |                       |          |                              |       |          | Cooling season length: 5.2 |                  |                  |  |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|----------|------------------------------|-------|----------|----------------------------|------------------|------------------|--|
| HEAT TRANSFER BY TRANSMISSION |                         |                           |                      |                        |                       | kWh/year | HEAT TRANSFER BY VENTILATION |       | kWh/year | HEAT GAINS                 |                  |                  |  |
|                               |                         |                           |                      |                        |                       |          |                              |       |          | GLAZED                     | OPAQUE           | INTERNAL         |  |
| Q <sub>tr,WALLS</sub>         | Q <sub>tr,GLAZING</sub> | Q <sub>tr,EXT FLOOR</sub> | Q <sub>tr,ROOF</sub> | Q <sub>tr,GROUND</sub> | Q <sub>tr,TOTAL</sub> |          | Q <sub>ve</sub>              |       |          | Q <sub>sol</sub>           | Q <sub>sol</sub> | Q <sub>int</sub> |  |
| 4278.0                        | 9914.4                  | 573.8                     | 0.0                  | 1458.3                 | 18460.5               |          | 10517.4                      |       | 8836.4   | 565.1                      | 7547.6           |                  |  |
| ENERGY NEED FOR COOLING       |                         |                           |                      |                        |                       |          |                              |       |          |                            |                  |                  |  |
| Q <sub>C,nd</sub>             | JAN                     | FEB                       | MAR                  | APR                    | MAY                   | JUN      | JUL                          | AUG   | SEP      | OCT                        | NOV              | DEC              |  |
| kWh                           | 0.0                     | 0.0                       | 0.0                  | 0.0                    | 334.1                 | 676.9    | 853.7                        | 717.0 | 578.4    | 78.9                       | 0.0              | 0.0              |  |
| kWh/m <sup>2</sup>            | 0.0                     | 0.0                       | 0.0                  | 0.0                    | 2.7                   | 5.5      | 6.9                          | 5.8   | 4.7      | 0.6                        | 0.0              | 0.0              |  |
| BUILDING TOTALS FOR COOLING   |                         |                           |                      |                        |                       |          |                              |       |          |                            |                  |                  |  |
| ENERGY NEED                   |                         |                           |                      |                        |                       | 3239.1   | kWh/year                     |       |          |                            |                  |                  |  |
|                               |                         |                           |                      |                        |                       | 26.2     | kWh/m <sup>2</sup> /year     |       |          |                            |                  |                  |  |
| DELIVERED ENERGY              |                         |                           |                      |                        |                       | 1079.7   | kWh/yea                      |       |          |                            |                  |                  |  |
| COP: 3                        |                         |                           |                      |                        |                       | 8.7      | kWh/m <sup>2</sup> /         |       |          |                            |                  |                  |  |
| PRIMARY                       |                         |                           |                      |                        |                       | 313.1    | kgoe/yea                     |       |          |                            |                  |                  |  |
| f <sub>conv</sub> :           |                         |                           |                      |                        |                       | 0.29     | 2.5 kgoe/m <sup>2</sup> /    |       |          |                            |                  |                  |  |

Obrázek 3 : excelovský list poskytující výsledky pro energii potřebnou pro chlazení prostor

### 5.1.3 Energie potřebná pro produkci DHW

Pro produkci horké vody v domácnosti jsou potřebné pouze měsíční potřeba energie a roční příslušná hodnota, jak je zobrazeno na Obrázku 4.

| ENERGY NEED FOR DWH PRODUCTION     |       |        |       |                          |       |                     |       |       |       |                           |       |       |
|------------------------------------|-------|--------|-------|--------------------------|-------|---------------------|-------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|
| Q <sub>C,nd</sub>                  | JAN   | FEB    | MAR   | APR                      | MAY   | JUN                 | JUL   | AUG   | SEP   | OCT                       | NOV   | DEC   |
| kWh                                | 217.8 | 203.3  | 225.1 | 217.8                    | 225.1 | 217.8               | 225.1 | 225.1 | 217.8 | 225.1                     | 217.8 | 225.1 |
| kWh/m <sup>2</sup>                 | 1.8   | 1.6    | 1.8   | 1.8                      | 1.8   | 1.8                 | 1.8   | 1.8   | 1.8   | 1.8                       | 1.8   | 1.8   |
| BUILDING TOTALS FOR DWH PRODUCTION |       |        |       |                          |       |                     |       |       |       |                           |       |       |
| ENERGY NEED                        |       | 2642.6 |       | kWh/year                 |       |                     |       |       |       |                           |       |       |
|                                    |       | 21.3   |       | kWh/m <sup>2</sup> /year |       |                     |       |       |       |                           |       |       |
| DELIVERED ENERGY                   |       | 2936.3 |       | kWh/yea                  |       | PRIMARY ENERGY      |       | 851.5 |       | kgoe/year                 |       |       |
| η:                                 |       | 0.90   |       | 23.7                     |       | f <sub>conv</sub> : |       | 0.29  |       | 6.9                       |       |       |
|                                    |       |        |       | kWh/m <sup>2</sup> /     |       |                     |       |       |       | kgoe/m <sup>2</sup> /year |       |       |

Obrázek 4 :excelovský list poskytující výsledky pro energii potřebnou pro produkci DHW

### 5.1.4 Energetické součty

Jedna část výsledků je věnována celkovým hodnotám, které jsou vypočteny dle následujícího vztahu:

$$Q_{H+C,nd}(m) = Q_{H,month}(m) + Q_{C,month}(m)$$

$$Q_{T,nd}(m) = Q_{H,month}(m) + Q_{C,month}(m) + Q_{DHW,month}(m)$$

Celková roční potřeba energie je součet roční energie potřebné pro prostorové vytápění, roční energie potřebné pro prostorové chlazení a roční energie potřebné pro produkci DHW. Celková dodaná energie a primární energie jsou spočteny stejným způsobem.

| ENERGY TOTALS (DHW + HEATING + COOLING) |       |        |       |                          |       |                      |        |        |       |                           |       |       |
|-----------------------------------------|-------|--------|-------|--------------------------|-------|----------------------|--------|--------|-------|---------------------------|-------|-------|
|                                         | JAN   | FEB    | MAR   | APR                      | MAY   | JUN                  | JUL    | AUG    | SEP   | OCT                       | NOV   | DEC   |
| Q <sub>H+C,nd</sub> (kWh)               | 211.5 | 140.5  | 52.7  | 0.0                      | 334.1 | 676.9                | 853.7  | 717.0  | 578.4 | 78.9                      | 98.7  | 178.3 |
| Q <sub>T,nd</sub> (kWh)                 | 429.3 | 343.8  | 277.7 | 217.8                    | 559.2 | 894.7                | 1078.8 | 942.0  | 796.2 | 304.0                     | 316.5 | 403.4 |
| Q <sub>DHW,nd</sub> (kWh)               | 217.8 | 203.3  | 225.1 | 217.8                    | 225.1 | 217.8                | 225.1  | 225.1  | 217.8 | 225.1                     | 217.8 | 225.1 |
| BUILDING TOTALS PER YEAR                |       |        |       |                          |       |                      |        |        |       |                           |       |       |
| TOTAL ENERGY                            |       | 6563.5 |       | kWh/year                 |       |                      |        |        |       |                           |       |       |
| NEED                                    |       | 53.0   |       | kWh/m <sup>2</sup> /year |       |                      |        |        |       |                           |       |       |
| TOTAL DELIVERED ENERGY                  |       | 4186.4 |       | kWh/yea                  |       | TOTAL PRIMARY ENERGY |        | 1214.1 |       | kgoe/year                 |       |       |
|                                         |       | 33.8   |       | kWh/m <sup>2</sup> /     |       |                      |        | 9.8    |       | kgoe/m <sup>2</sup> /year |       |       |

Obrázek 5 :excelovský list poskytující výsledky shrnující energetické součty



### 5.1.5 Solární tepelné zisky

Měsíční tepelné zisky pro zasklení a stěny jsou zobrazeny ve dvou tabulkách (viz Obrázek 6).

| SOLAR HEAT GAINS        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| HEATING MODE            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
|                         | JAN    | FEB    | MAR    | APR    | MAY    | JUN    | JUL    | AUG    | SEP    | OCT    | NOV   | DEC   |
| $Q_{sol, GLAZED}$ (kWh) | 1121.8 | 1069.1 | 1554.4 | 1673.5 | 1671.9 | 1712.5 | 1770.3 | 1803.8 | 1589.4 | 1393.5 | 918.3 | 884.1 |
| $Q_{sol, OPAQUE}$ (kWh) | -10.1  | 0.9    | 39.1   | 64.5   | 73.7   | 89.7   | 94.7   | 86.5   | 51.9   | 21.1   | -16.6 | -25.3 |
| COOLING MODE            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
|                         | JAN    | FEB    | MAR    | APR    | MAY    | JUN    | JUL    | AUG    | SEP    | OCT    | NOV   | DEC   |
| $Q_{sol, GLAZED}$ (kWh) | 435.2  | 559.9  | 736.4  | 846.6  | 1066.5 | 1037.3 | 991.2  | 803.3  | 738.7  | 614.1  | 524.0 | 483.0 |
| $Q_{sol, OPAQUE}$ (kWh) | -4.4   | 6.5    | 47.4   | 73.8   | 83.3   | 99.9   | 105.2  | 96.9   | 60.6   | 28.5   | -11.9 | -20.8 |

Obrázek 6 :excelovský soubor poskytující výsledky pro solární tepelné zisky

## 5.2 Obecná výstupní data fáze užívání

Cílem programu Ameco je zhodnocení nákladů a dopadů na životní prostředí, tudíž musí být ohodnoceny detailní informace a výsledky vypočítané ve fázi užívání z hlediska dopadů. Za tímto účelem se použije následující postup pro každý z 24 kriterií dopadů:

$$ModuleB_{impact} = Q_{heating, delivered} \cdot k_{heating} + Q_{cooling, delivered} \cdot k_{cooling} + Q_{DHW, delivered} \cdot k_{DHW}$$

Kde  $k_{heating}$ ,  $k_{cooling}$ ,  $k_{DHW}$  the závisí na typu energie a dopadu podle

| Zkratka                     | Označení                                        | Elektrina | Plyn     | Kapalina | Pevná látka | Biomasa | Jednotka                         |
|-----------------------------|-------------------------------------------------|-----------|----------|----------|-------------|---------|----------------------------------|
| Dopady na životní prostředí |                                                 |           |          |          |             |         |                                  |
| GWP                         | Potenciál globálního oteplování                 | 4.82E-01  | 4.84E-01 | 4.33E-01 | 2.92E-01    | 0       | tCO <sub>2</sub> eq              |
| ODP                         | Potenciál poškození ozonu                       | 4.32E-10  | 7.97E-11 | 3.11E-11 | 3.02E-11    | 0       | t <sub>CF</sub> Ceq              |
| AP                          | Acidifikační potenciál                          | 2.28E-03  | 1.61E-03 | 2.95E-03 | 1.34E-03    | 0       | t <sub>S</sub> O <sub>2</sub> eq |
| EP                          | Eutrofizační potenciál                          | 1.20E-04  | 7.85E-05 | 1.46E-04 | 1.70E-04    | 0       | t <sub>P</sub> O <sub>4</sub> eq |
| POCP                        | Potenciál tvorby fotochemického ozonu           | 1.34E-04  | 3.49E-04 | 4.41E-04 | 1.43E-04    | 0       | t <sub>E</sub> theneeq           |
| ADP-e                       | Potenciál abiotického poškození– prvky          | 6.63E-08  | 1.18E-07 | 1.04E-07 | 5.01E-09    | 0       | t <sub>S</sub> beq               |
| ADP-ff                      | Potenciál abiotického poškození– fosilní paliva | 8.48E+00  | 5.02E+01 | 5.07E+01 | 2.79E+01    | 0       | GJ NCV                           |

| Využívání zdrojů, druhotného materiálu a paliv |                                                                                                                     |          |          |          |          |   |                                |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|---|--------------------------------|
| RPE                                            | Použití obnovitelné primární energie s výjimkou obnovitelných zdrojů primární energie používaných jako suroviny     | 1.41E+00 | 2.41E-01 | 8.53E-02 | 5.72E-02 | 0 | GJ NCV                         |
| RER                                            | Použití obnovitelných zdrojů energie používané jako suroviny                                                        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0 | GJ NCV                         |
| RPE-součet                                     | Celkové použití obnovitelné primární energie (primární energie a zdroje primární energie používané jako suroviny)   | 1.41E+00 | 2.41E-01 | 8.53E-02 | 5.72E-02 | 0 | GJ NCV                         |
| Non-RPE                                        | Použití neobnovitelné primární energie s výjimkou neobnovitelných zdrojů primární energie používaných jako suroviny | 4.90E+00 | 5.05E+00 | 8.06E+00 | 1.28E+00 | 0 | GJ NCV                         |
| Non-RER                                        | Použití neobnovitelných zdrojů energie používané jako suroviny                                                      | 3.60E+00 | 4.52E+01 | 4.26E+01 | 2.66E+01 | 0 | GJ NCV                         |
| Non-RPE-součet                                 | Celkové použití neobnovitelné primární energie (primární energie a zdroje primární energie používané jako suroviny) | 8.50E+00 | 5.03E+01 | 5.07E+01 | 2.79E+01 | 0 | GJ NCV                         |
| SM                                             | Použití druhotného materiálu                                                                                        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0 | t                              |
| RSF                                            | Použití obnovitelných druhotných paliv                                                                              | 1.73E-04 | 3.37E-04 | 2.97E-04 | 1.53E-05 | 0 | GJ NCV                         |
| Non-RSF                                        | Použití neobnovitelných druhotných paliv                                                                            | 1.82E-03 | 3.54E-03 | 3.13E-03 | 1.60E-04 | 0 | GJ NCV                         |
| NFW                                            | Použití čisté, čerstvé vody                                                                                         | 1.84E+00 | 3.12E-01 | 1.36E-01 | 6.88E-02 | 0 | 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> |

| Další environmentální informace popisující kategorie odpadu |                                 |          |          |          |          |   |   |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|---|---|
| HWD                                                         | Likvidace nebezpečného odpadu   | 0        | 0        | 0        | 0        | 0 | t |
| Non-HWD                                                     | Likvidace běžného odpadu        | 1.92E+00 | 3.32E-01 | 1.10E-01 | 4.94E+00 | 0 | t |
| RWD                                                         | Likvidace radioaktivního odpadu | 1.25E-03 | 2.07E-04 | 6.31E-05 | 2.47E-05 | 0 | t |

| Další enviromentální informace popisující výstupní toky |                                    |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| CR                                                      | Komponenty pro opakované použití   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | t |
| MR                                                      | Materiály pro recyklaci            | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | t |
| MER                                                     | Materiály pro opětovné zužitkování | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | t |
| EE                                                      | Exportovaná energie                | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | t |

**Tabulka 4** : koeficient dopadu pro fázi užívání

## 6 Průvodce používání softwaru Ameco 3

Software AMECO 3 umožňuje výpočty nákladů a dopadů jakékoliv budovy nebo mostu na životní prostředí. Pro aplikace týkající se budov umožňuje AMECO 3 výpočty používání provozní energie včetně vytápění, chlazení a spotřeby teplé vody.

Tento návod si klade za cíl přizpůsobit menu nápovědy předchozích verzí AMECO podle nových vylepšení, které byly do softwaru importovány v rámci projektu LVS<sup>3</sup>.

Jsou k dispozici různé moduly pro vstupy a zpracování parametrů. Moduly jsou zobrazeny na panelu nástrojů a jsou zobrazeny v pracovní zóně. Pro kompletní studii budovy, včetně fáze užívání, jsou moduly následující:

- Projekt
- Budova
- Plášť
- Základní patro
- Střecha
- Užívání
- Systémy
- Podlaží
- Konstrukce
- Doprava
- Výsledky

Pokud je políčko odpovídající volby “Pouze konstrukce” zvoleno jako “Ano”, pak jsou k dispozici pouze následující moduly:

- Projekt
- Budova
- Podlaží
- Konstrukce
- Přeprava

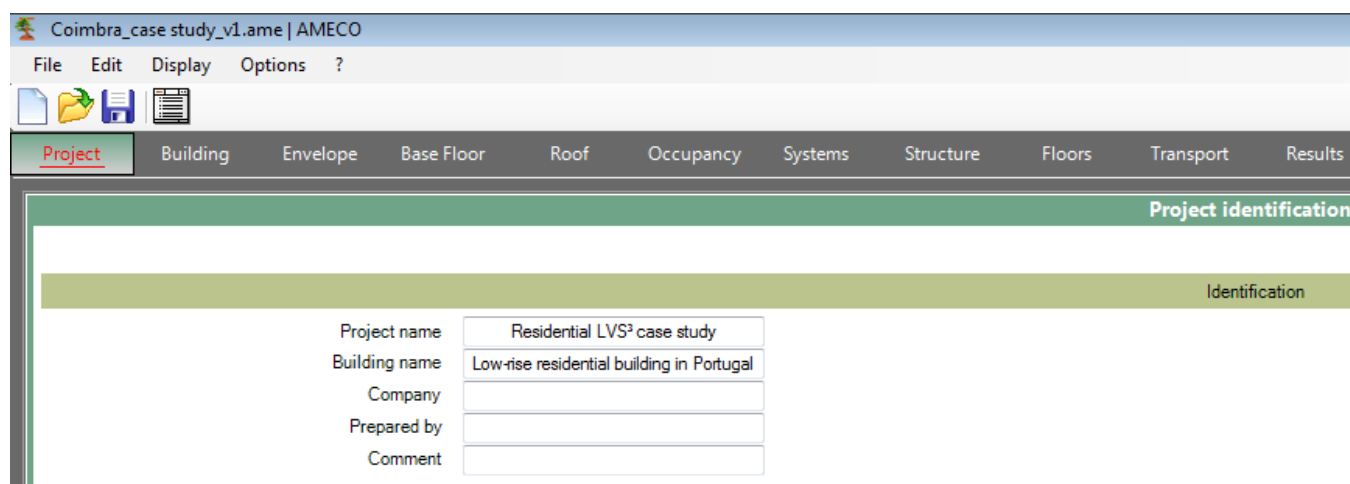
Uživatel si může zvolit účel výpočtu prostřednictvím modulu Budova.

### 6.1 Projekt

V tomto režimu mají být definovány volitelné parametry k identifikaci projektu. Tyto parametry se používají pro úpravu výpočtového listu, ale pole mohou zůstat prázdná, aniž by ovlivnila výpočty. Může být zadáno pět následujících parametrů :

- jméno projektu
- jméno budovy
- společnost provádějící studii
- jméno uživatele
- komentář

Tyto pole jsou volitelná a mohou zůstat prázdná, aniž by ovlivnila výpočty.



Coimbra\_case study\_v1.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors Transport Results

**Project identification**

Identification

Project name: Residential LVS<sup>3</sup> case study

Building name: Low-rise residential building in Portugal

Company:

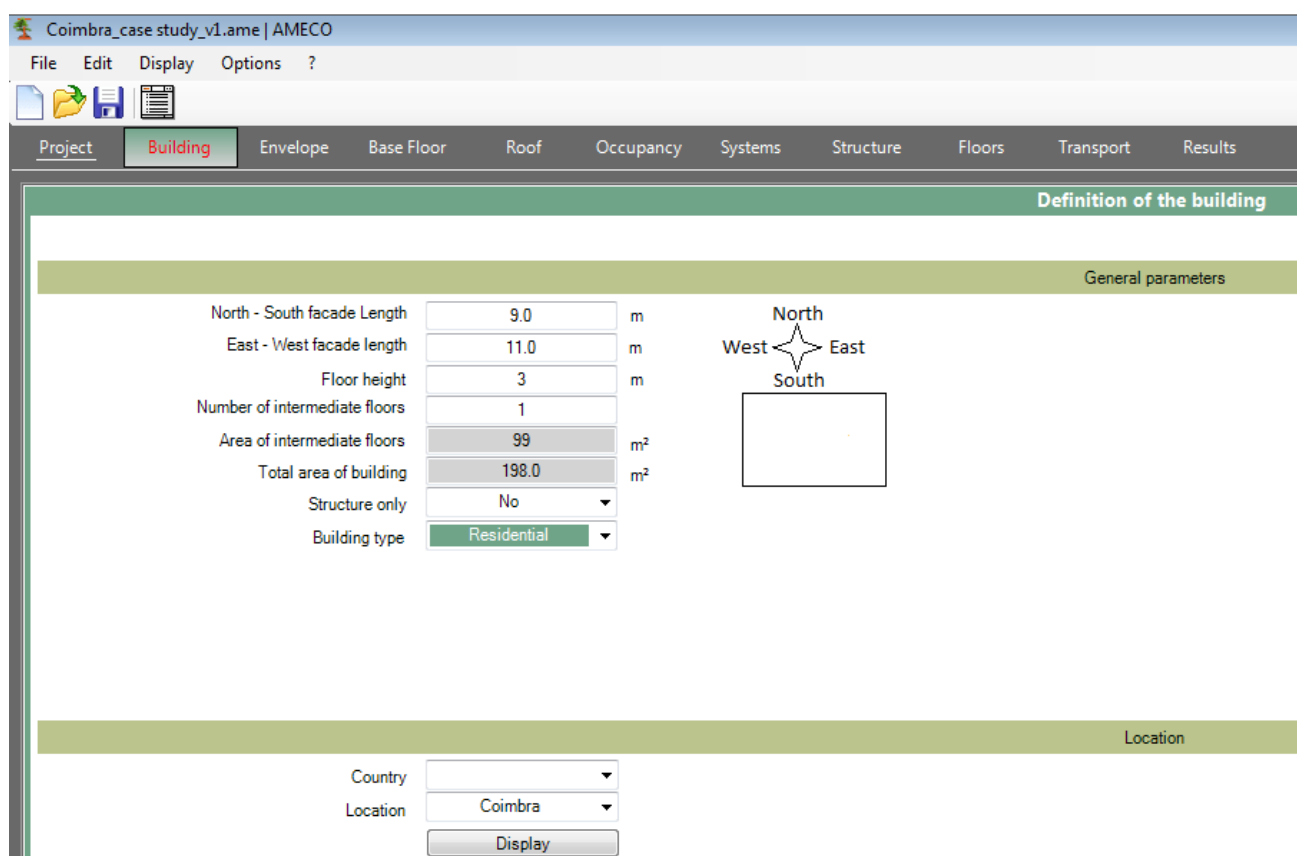
Prepared by:

Comment:

Obrázek 7 : Definování projektu

## 6.2 Budova

### 6.2.1 Obecné parametry



Coimbra\_case study\_v1.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors Transport Results

**Definition of the building**

General parameters

North - South facade Length: 9.0 m

East - West facade length: 11.0 m

Floor height: 3 m

Number of intermediate floors: 1

Area of intermediate floors: 99 m<sup>2</sup>

Total area of building: 198.0 m<sup>2</sup>

Structure only: No

Building type: Residential

North  
West East  
South

Location

Country: Coimbra

Location: Coimbra

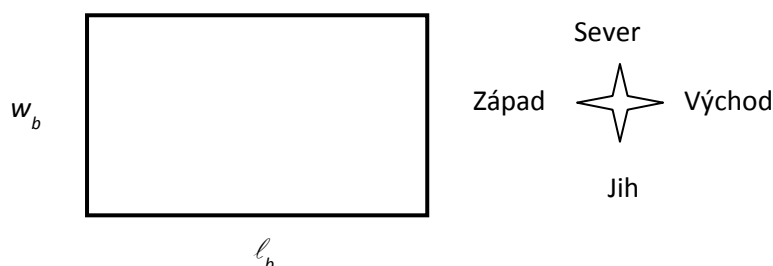
Display

Obrázek 8 : hlavní znaky budovy, výpočet zahrnutí fáze užívání

V tomto režimu definuje uživatel obecné parametry budovy:

- Sever-Jih délka  $\ell_b$ ;
- Východ-Západ délka  $w_b$ ;

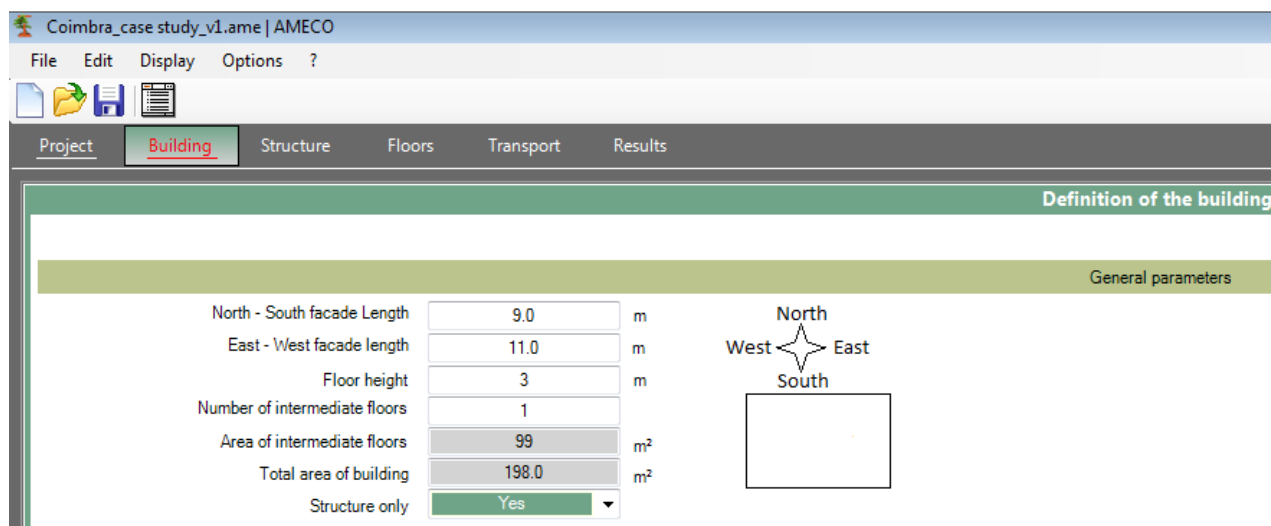
Definování těchto rozměrů umožňuje orientaci budovy. V programu AMECO 3 může být uvažována pouze budova obdélníkového tvaru.



**Obrázek 9** : tvar budovy

- výška podlaží
- počet podlaží  $n$ ;
- celková plocha běžných podlaží vypočítaná z výše uvedených parametrů. Výpočet je založen na  $a_{\text{def,floors}} = n \ell_b w_b$  za předpokladu, že každé podlaží má stejnou rozlohu. Tato hodnota vylučuje plochu přízemí.
- celková plocha budovy, vypočtená s přihlédnutím k počtu  $N+1$  podlaží.
- účel (cíl) výpočtu prostřednictvím pole "Pouze konstrukce"

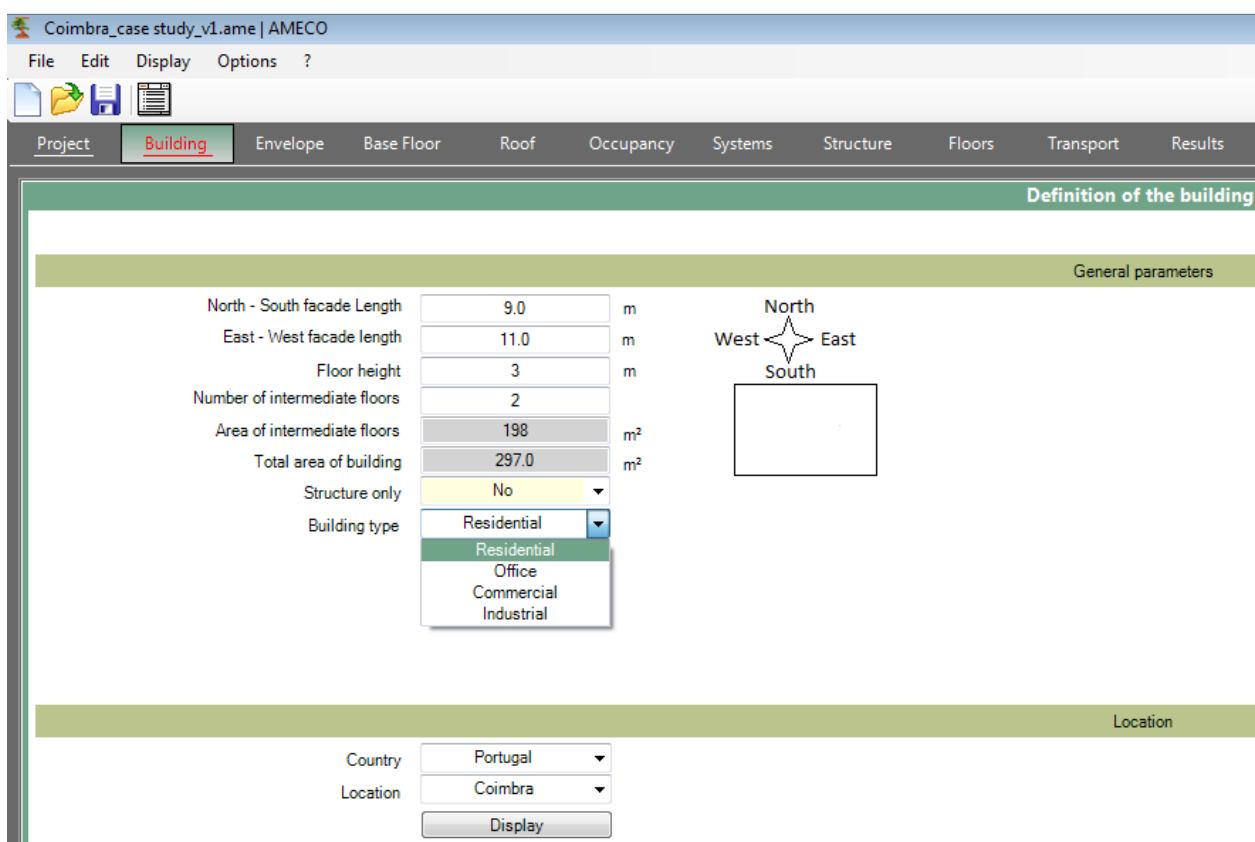
Tato volba uživateli poskytuje možnost při označení "Ano" neuvažovat a přeskočit výpočty energetické spotřeby. V tomto případě budou vzaty v úvahu do výpočtu nákladů dopadů na životní prostředí pouze materiály použité pro stavbu a konstrukci budovy jako jsou: primární nosníky a sloupy stejně jako konstrukce běžných podlaží a odpovídající dopady jejich přepravy.



**Obrázek 1** : hlavní znaky budovy s vyloučením výpočtů fáze užívání

Pokud uživatel zvolí "Ne", jsou zobrazeny doplňkové moduly v souvislosti s definováním parametrů potřebných pro výpočet provozní energie budovy. Je-li fáze životnosti zahrnuta do výpočtů, je poté typ budovy dalším políčkem, které se zobrazí.

- Typ budovy může být zvolen z následujících možností:
  - o Obytná
  - o Kancelářská
  - o Obchodní
  - o Průmyslová



**Obrázek 2 : Výběr typu budovy**

Pro každý typ budovy je definován specifický scénář použití jako je mód používání, osvětlení a rozdělení mezi zónami, které mají různé funkce v rámci objektu vyjádřené jako procento z celkového součtu plochy podlaží.

Typ budovy má dopad pouze na výpočet fáze užívání. Mimo jiné mají uživatelé budovy vliv na spotřeby této budovy. Například systémy osvětlení produkují přídavnou tepelnou energii v kancelářích, což může eventuálně zvýšit požadavek na chlazení prostor. Podrobnosti o scénáři použití odpovídajícímu jednotlivému typu budovy jsou uvedeny v dalších kapitolách tohoto průvodce.

## 6.2.2 Umístění

Ve spodní části modulu definuje uživatel umístění budovy pomocí volby:

- státu
- odpovídajícího města

V AMECO 3 je k dispozici 48 měst a 23 států:

| Země           | Město                                                          |
|----------------|----------------------------------------------------------------|
| Rakousko       | Vienna, Graz                                                   |
| Bělorusko      | Minsk                                                          |
| Belgie         | Brussels                                                       |
| Česká reublika | Prague                                                         |
| Anglie         | London                                                         |
| Finsko         | Helsinki, Tampere                                              |
| Francie        | Nantes, Paris, Montpellier, Marseille, Nice                    |
| Německo        | Berlin, Munich, Hamburg                                        |
| Řecko          | Thessaloniki, Athens                                           |
| Itálie         | Milan, Rome, Sanremo, Genova                                   |
| Nizozemsko     | Amsterdam                                                      |
| Norsko         | Oslo                                                           |
| Polsko         | Warsaw                                                         |
| Portugalsko    | Lisbon, Porto, Coimbra                                         |
| Rumunsko       | Bucharest, Timisoara                                           |
| Rusko          | Moscow, Arhanglesk                                             |
| Slovensko      | Bratislava                                                     |
| Slovinsko      | Ljubljana                                                      |
| Španělsko      | Madrid, Barcelona, Sevilla, La Coruna, Salamanca, Vigo, Bilbao |
| Švédsko        | Stockholm, Kiruna, Ostersund                                   |
| Švýcarsko      | Zurich                                                         |
| Turecko        | Istambul, Ankara                                               |
| Ukrajina       | Kiev                                                           |



Coimbra\_case study\_v1.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors Transport

### Definition of the building

#### General parameters

|                               |            |                |
|-------------------------------|------------|----------------|
| North - South facade Length   | 9.0        | m              |
| East - West facade length     | 11.0       | m              |
| Floor height                  | 3          | m              |
| Floor height under ceiling    | 2.7        | m              |
| Number of intermediate floors | 1          |                |
| Area of intermediate floors   | 99         | m <sup>2</sup> |
| Total area of building        | 198.0      | m <sup>2</sup> |
| Structure only                | No         |                |
| Building type                 | Commercial |                |

North  
West ★ East  
South

#### Location

|          |                                                                                    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Country  | Portugal                                                                           |
| Location | Portugal<br>Romania<br>Russia<br>Slovakia<br>Slovenia<br>Spain<br>Sweden<br>Turkey |

Obrázek 12 : Výběr země

Coimbra\_case study\_v1.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors Transport

### Definition of the building

#### General parameters

|                               |            |                |
|-------------------------------|------------|----------------|
| North - South facade Length   | 9.0        | m              |
| East - West facade length     | 11.0       | m              |
| Floor height                  | 3          | m              |
| Floor height under ceiling    | 2.7        | m              |
| Number of intermediate floors | 1          |                |
| Area of intermediate floors   | 99         | m <sup>2</sup> |
| Total area of building        | 198.0      | m <sup>2</sup> |
| Structure only                | No         |                |
| Building type                 | Commercial |                |

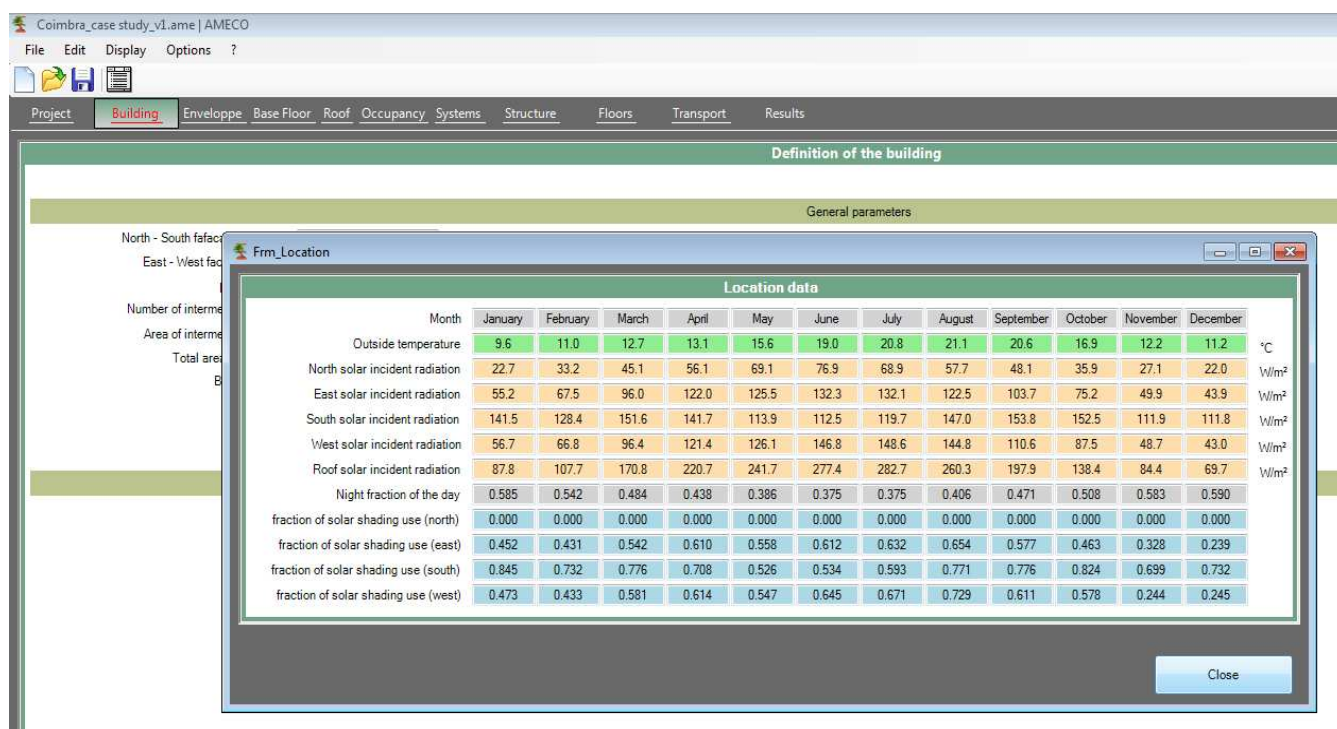
North  
West ★ East  
South

#### Location

|          |                                           |
|----------|-------------------------------------------|
| Country  | Portugal                                  |
| Location | Coimbra<br>Coimbra_dbg<br>Lisbon<br>Porto |

Obrázek 13 : Výběr odpovídajícího města

Kliknutím na tlačítko “Zobrazit” může uživatel vidět klimatické údaje vázající se na zvolené území, jak je zobrazeno na následujícím obrázku:

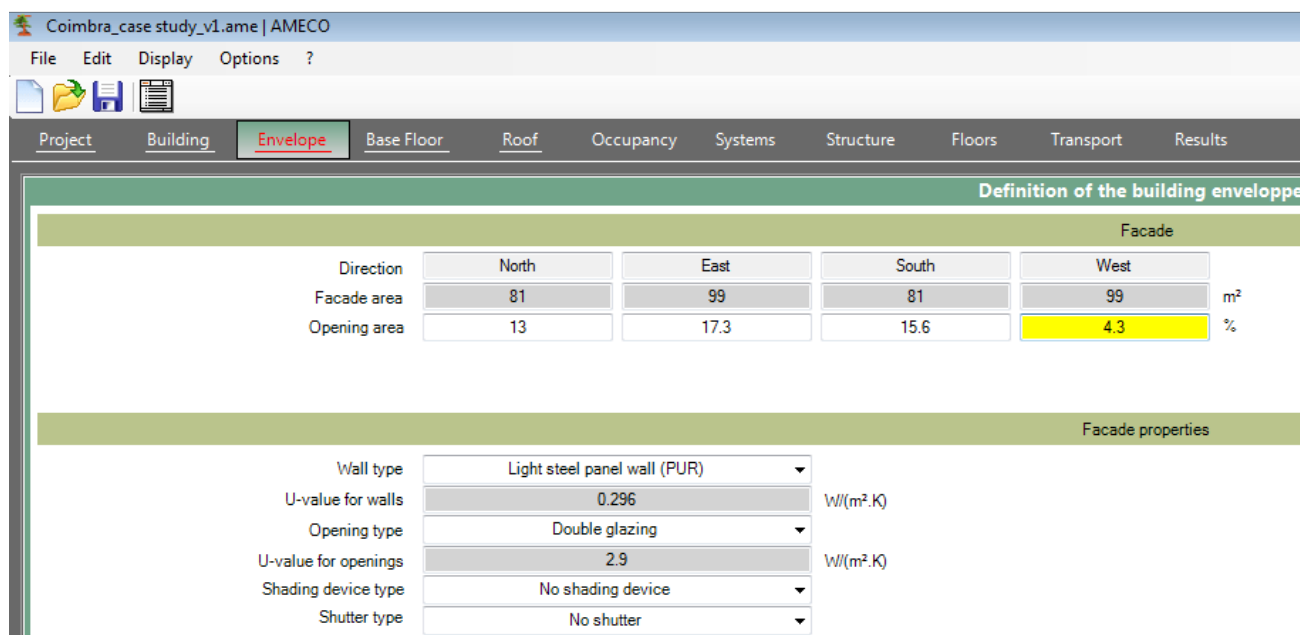


Obrázek 14 : Údaje o umístění

### 6.2.3 Plášť

V horní části sekce plášť může uživatel vybrat vlastnosti fasády a pláště:

- Plochy stěn jsou vypočteny pro každou orientaci. Tyto plochy jsou získány vynásobením odpovídající délky budovy a výšky (počtu podlaží + 1).
- Plochy otvorů pro každou orientaci pomocí definování procenta z celkové rozlohy pláště.



Obrázek 3 : popis pláště

Vlastnosti pláště jsou definovány v dolních částech sekce pláště:

- Typ stěny se skladbou
  - V AMECO 3 jsou definovány 3 základní typy stěn
    - o Stěna z lehkých ocelových panelů
    - o Dvojitá stěna z hliněných cihel;
    - o Sendvičový panel.

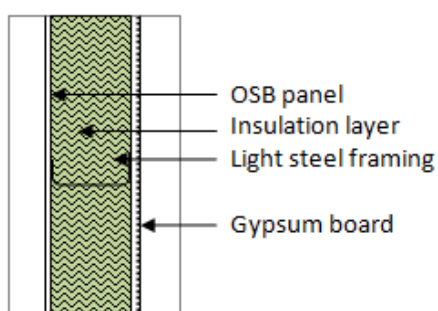
Stěna z lehkých ocelových panelů a dvojitá stěna z hliněných cihel mají k dispozici rozdílné typy izolačních materiálů:

- o Minerální volna;
- o EPS (expandovaný polystyren);
- o XPS (extrudovaný polystyren);
- o PUR (polyurethan).

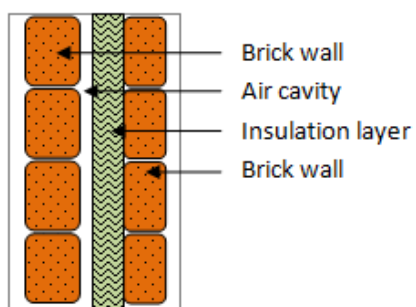
Sendvičový panel je na bázi polyuretanu s rozdílnou tloušťkou: 80mm a 200mm.

Typy stěn jsou zobrazeny na následujících obrázcích:

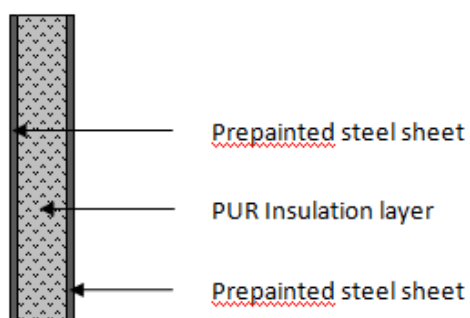
Light steel panel wall:



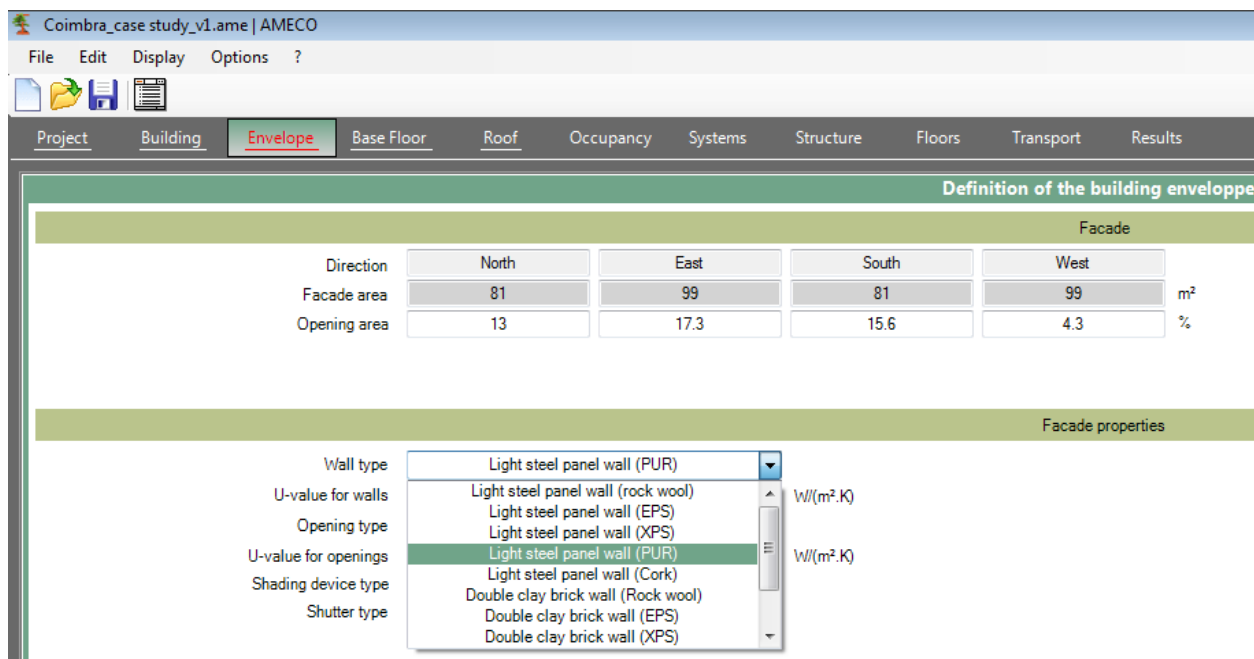
Double clay brick wall:



Sandwich panel:



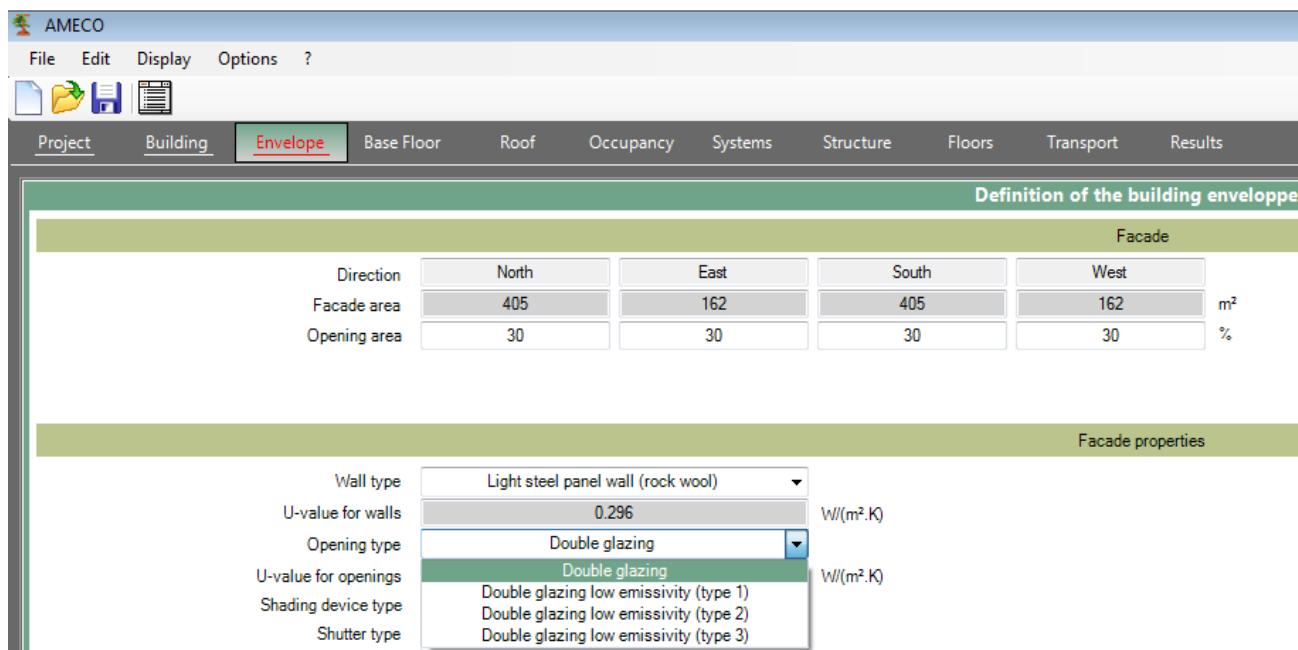
**Obrázek 4 :** popis komponent stěn, které jsou k dispozici v AMECO3



Obrázek 5 : Výběr typu stěny

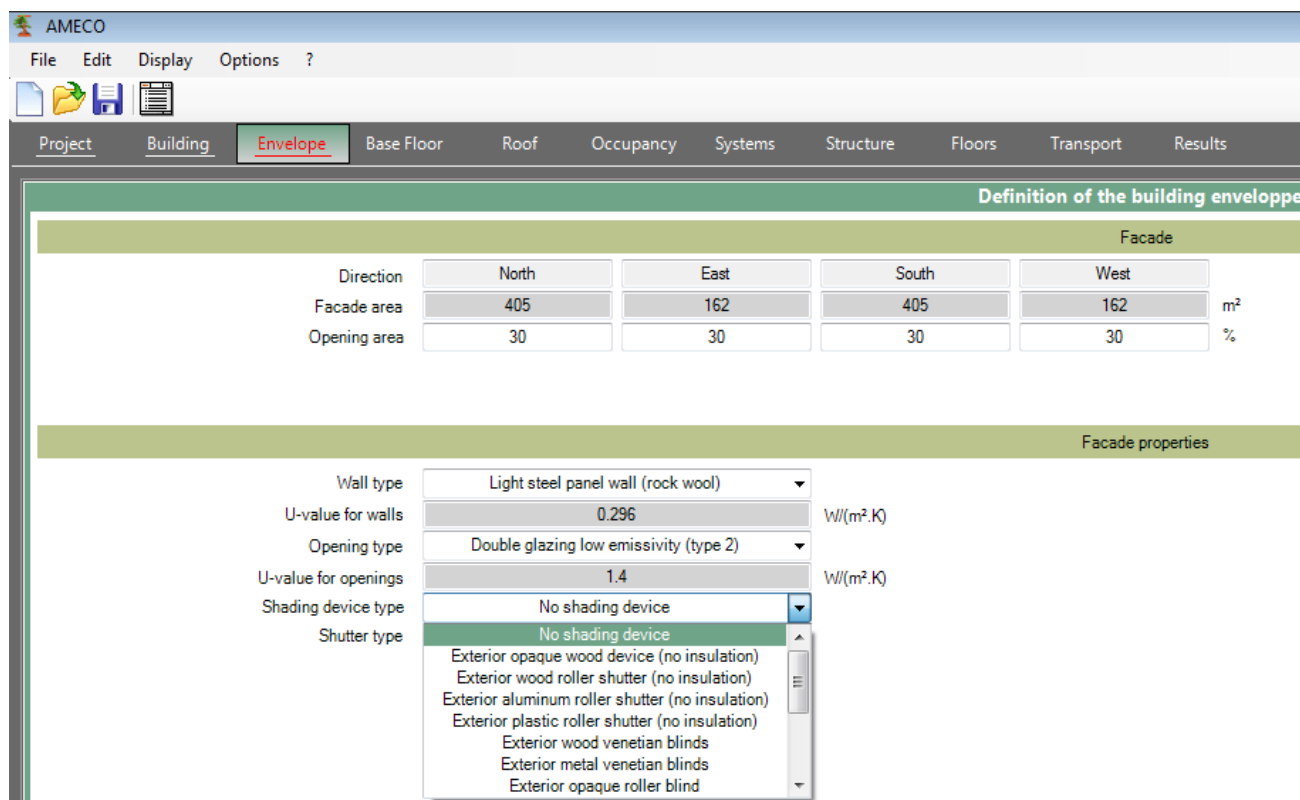
Odpovídající enviromentální dopady pro všechny konfigurace stěn jsou popsány v základním dokumentu-podkladech.

- U-hodnota také známa jako součinitel prostupu tepla je zobrazena podle výběru uživatele. U-hodnoty typů stěn byly vypočteny s přihlédnutím k možným zabudovaným tepelným mostům
- Typ otvírání s odlišnými U-hodnotami jako:
  - o Dvojitě zasklení
  - o Dvojitě zasklení nízké emisivity (typ 1)
  - o Dvojitě zasklení nízké emisivity (typ 2)
  - o Dvojitě zasklení nízké emisivity (typ 3)



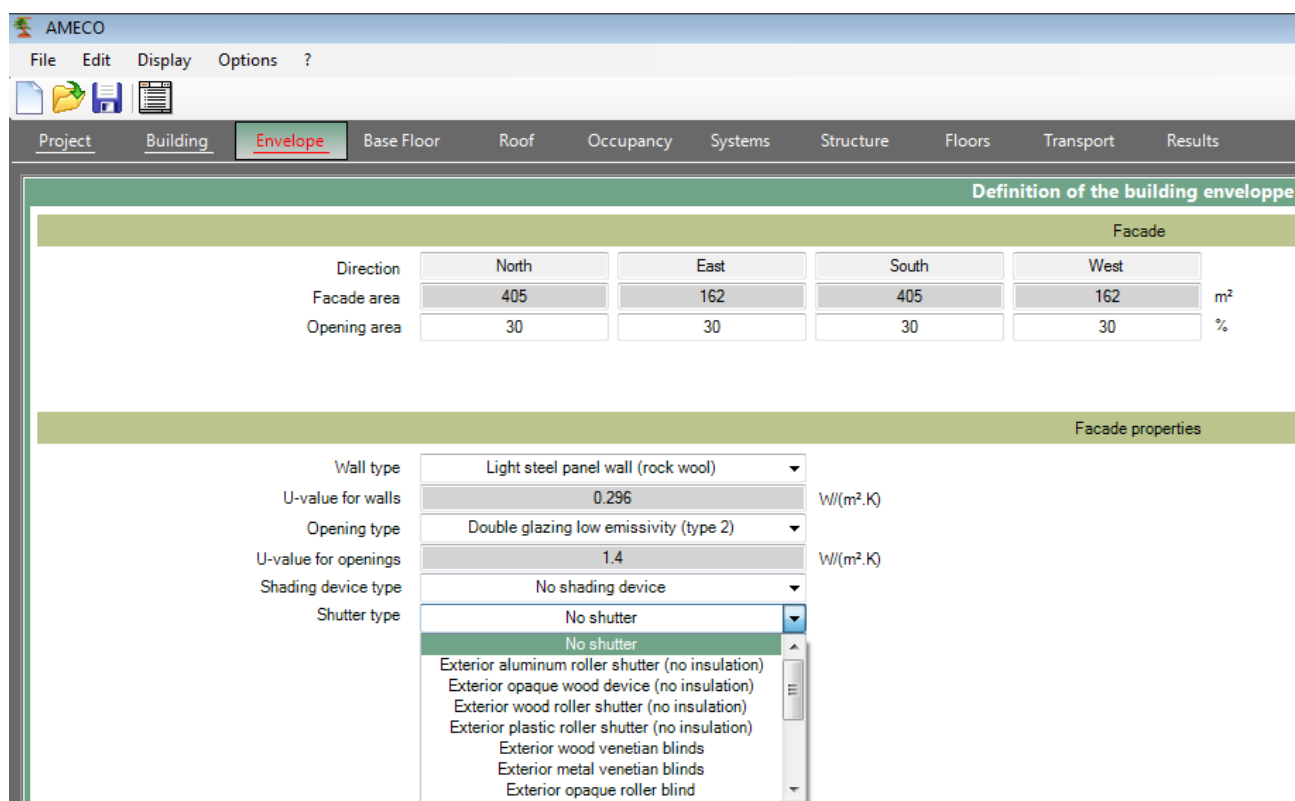
Obrázek 6 : Výběr typu otvoru

- U-hodnota pro volený typ otvoru
- Typ stínícího zařízení jako:
  - o Žádné stínící zařízení
  - o Vnější neprůhledné dřevěné zařízení (bez izolace)
  - o Vnější dřevěná posuvná roleta (bez izolace)
  - o Vnější hliníková posuvná roleta (bez izolace)
  - o Vnější plastová posuvná roleta (bez izolace)
  - o Vnější dřevěné benátské žaluzie
  - o Vnější kovové benátské žaluzie
  - o Vnější neprůhledné posuvné žaluzie



Obrázek 7 : Výběr typu stínícího zařízení

- Typ rolet může být vybrán z následujícího seznamu:
  - o Žádné stínící zařízení
  - o Vnější neprůhledné dřevěné zařízení (bez izolace)
  - o Vnější dřevěná posuvná roleta (bez izolace)
  - o Vnější hliníková posuvná roleta (bez izolace)
  - o Vnější plastová posuvná roleta (bez izolace)
  - o Vnější dřevěné benátské žaluzie
  - o Vnější kovové benátské žaluzie
  - o Vnější neprůhledné posuvné žaluzie



Obrázek 8 : výběr typu rolety

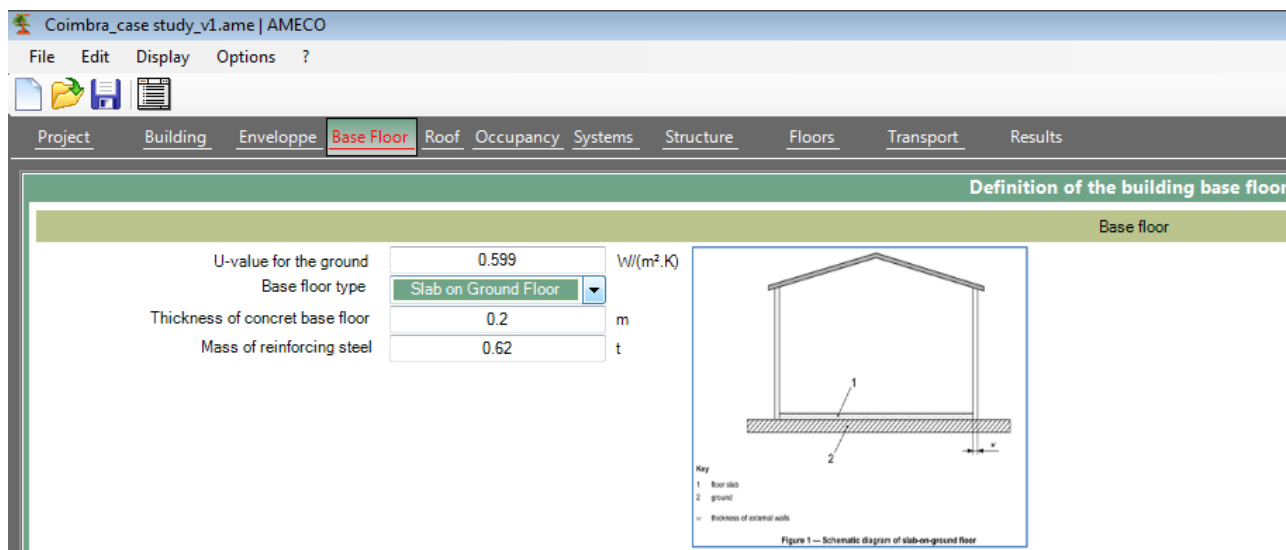
## 6.2.4 Základní podlaží

Tento režim (modul) se zaměřuje na definování znaků a vlastností základního podlaží:

- U-hodnota základního podlaží závisující na množství izolace
- typ základního podlaží zvoleného z následujících možností:
  - o deska na povrchu terénu
  - o podlaží suterénu

Typ základního podlaží má vliv na tepelné chování budovy a je charakterizován parametry nastavenými jako výchozí hodnoty za účelem zjednodušit výpočty a rozhraní. Tyto parametry nastavené jako výchozí hodnoty jsou kompletně uvedeny v základním dokumentu-podkladech.

- tloušťka desky podlaží (v metrech)
- celková hmotnost výztuže (v tunách) použitá k vyztužení desky



Obrázek 9 : popis základního podlaží

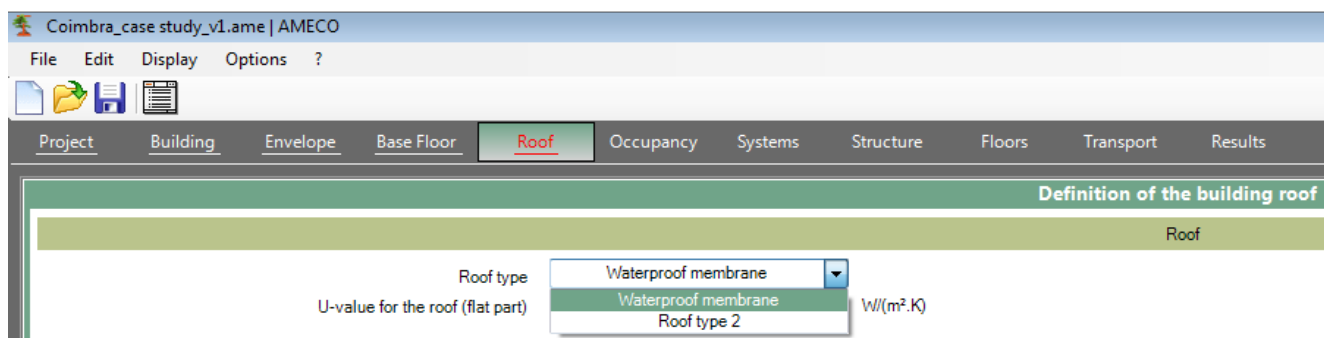
### 6.2.5 Střecha

V tomto režimu (modulu) je střecha definována:

- Typem střechy
- Odpovídající U-hodnota je zobrazena

Jsou k dispozici dva typy střechy

- Vodotěsná ocelová střešní membrána
- Typ střechy 2

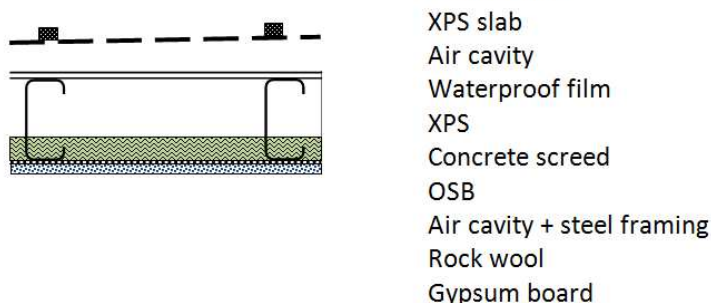


Obrázek 10 : Výběr střešních komponent

Weatherproof membrane steel roof:



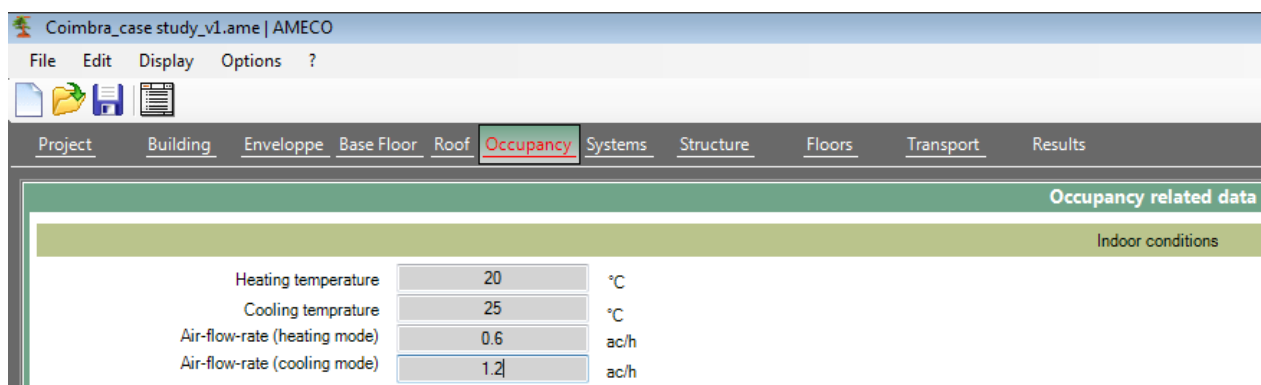
Roof type 2 :

**Obrázek 11** : typy skladby střechy, které jsou k dispozici v AMECO3

## 6.2.6 Užívání

Tento režim se zaměřuje na definování vnitřních podmínek použitých ve výpočtu:

- Nastavení teploty vytápění ve stupních Celsia, což aktivuje systém vytápění, je-li vnitřní teplota pod touto nastavenou teplotou
- Nastavení teploty chlazení ve stupních Celsia, což aktivuje systém chlazení, je-li vnitřní teplota nad touto nastavenou teplotou
- Míra průtoku (výměny) vzduchu v množství výměny vzduchu za hodinu odpovídající režimu vytápění
- Míra průtoku (výměny) vzduchu odpovídající režimu chlazení

**Obrázek 12** : parametry týkající se užívání bytového domu

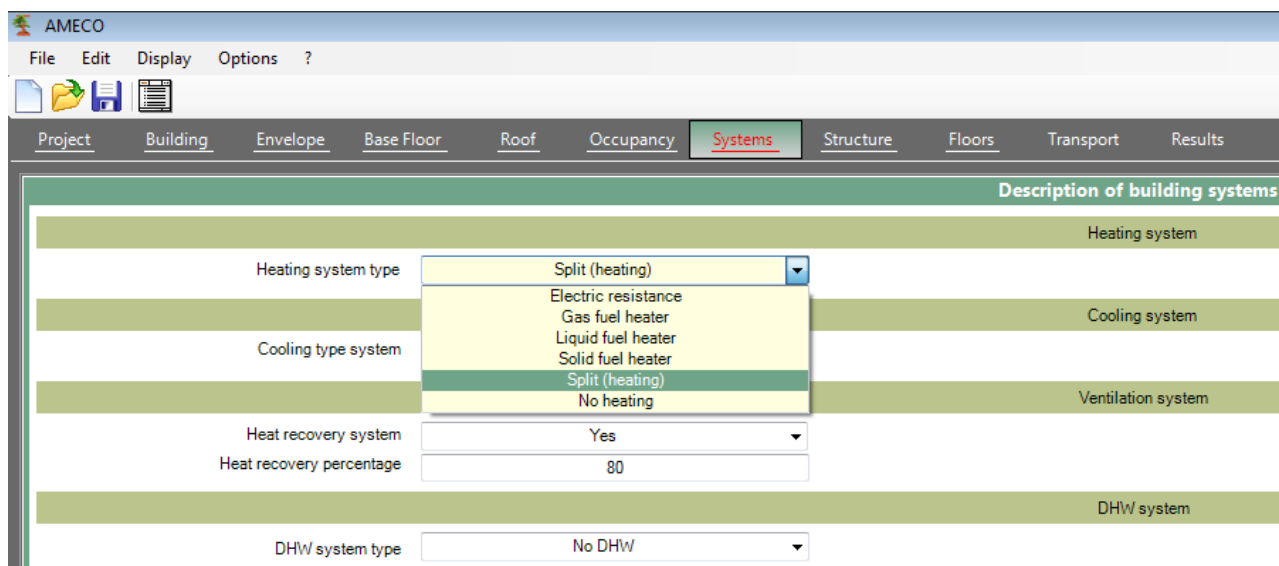
Tyto parametry jsou nastaveny jako pevné hodnoty a závisejí přímo na uživatelem zvoleném typu budovy v modulu Budova.



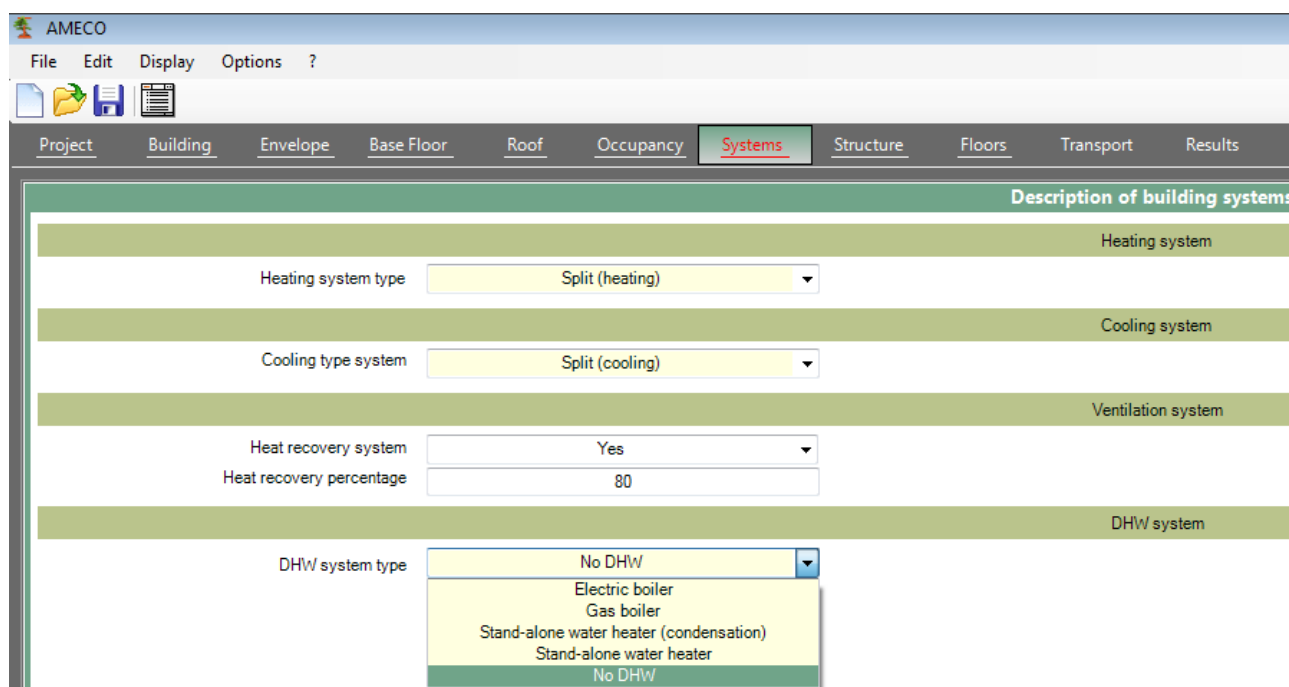
## 6.2.7 Systémy

Tento modul je zaměřen na definování aktivních energetických systémů:

- Typ systému vytápění, který může být vybrán z následujících typů:
  - o Elektrický odpor
  - o Kotel na plynné palivo
  - o Kotel na kapalné palivo
  - o Kotel na pevné palivo
  - o Oddělené topení
  - o Žádné topení
- Typ systému chlazení, který může být:
  - o Oddělené chlazení
  - o Chladicí zařízení (cyklus zhuštění)
  - o Chladicí zařízení (cyklus pohlcení)
  - o Žádné chlazení
- Tento parametr, vyjádřený v procentech, musí být specifikován, jestliže je budova vybavena dvojitým ventilačním systémem. V případě přirozeného větrání není do budovy nainstalován systém rekuperace vytápění.
- Typ DHW (domácí teplá voda) může být zvolen z následujícího seznamu:
  - o Elektrický ohřívač
  - o Plynový ohřívač
  - o Samostatně stojící ohřívač vody (kondenzace)
  - o Samostatně stojící ohřívač vody
  - o Žádné DHW



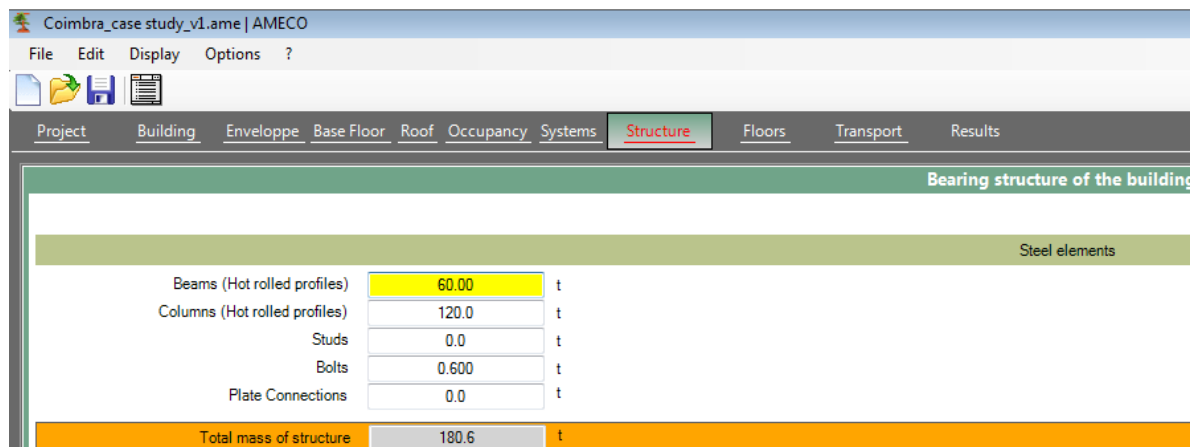
**Obrázek 25 :** výběr typu systému vytápění



Obrázek 13 : výběr typu systému DHW

## 6.2.8 Konstrukce

V tomto modulu musí být specifikovány ocelové prvky budovy vyjádřené v tunách.



Obrázek 14 : Definování hmotnosti rozdílných ocelových konstrukčních prvků

Ocelové prvky

- celková hmotnost ocelových nosníků
- celková hmotnost ocelových sloupů
- celková hmotnost trnů
- celková hmotnost šroubů
- celková hmotnost ocelových částí (desky, úhelníky...)

## 6.2.9 Podlaží

V tomto modulu jsou požadovány parametry běžných podlaží.

The screenshot shows the AMECO software interface for defining floor slabs. The 'Floors' tab is active, and the 'Floor slabs' section is expanded. The 'Steel elements' section includes a dropdown menu for 'Type of slab' with options: Plain slab, Composite slab, Permanent formwork (selected), Pre-fabricated, and Dry floor. Other parameters for steel elements include 'Steel deck', 'Thickness of the deck' (mm), 'Mass of sheeting per m2 of floor' (kg/m²), 'Mass of sheeting for the building' (t), and 'Minimum depth of the floor' (mm). The 'Concrete elements' section includes 'Total depth of the floor' (mm), 'Concrete Type' (Prefabricated), 'Concrete Grade' (C30/37), 'Total mass of the floor concrete (incl. base floor)' (t), and 'Steel reinforcement' (t). The 'Total mass of the floor slabs' is displayed as 91.40 t.

**Obrázek 15 :** Výběr a definování částí desek běžných podlaží, jestli nějaké jsou

V závislosti na volbě technologie podlaží by měl uživatel specifikovat charakteristiky ocelových a/nebo betonových prvků podlaží.

### Ocelové prvky

- typ desky má být zvolen z následujícího seznamu:
  - o prostá deska
  - o složená (kombinovaná) deska
  - o ztracené bednění,
  - o prefabrikovaná
  - o suché podlahy

Všechny tyto typy s výjimkou prvních jsou založeny na použití specifických ocelových plechů.

- ocelové plechy použité pro desku (není-li prostá) mají být zvoleny ze seznamu získaného podle zvoleného typu podlaží v databázi ocelových plechů
- tloušťka ocelových plechů (není-li deska prostá) mají být zvoleny ze seznamu získaného podle zvoleného plechu v databázi ocelových plechů
- Není-li deska prostá je hustota zvolených ocelových plechů zobrazena jako celková hmotnost plechů v budově

### Betonové prvky

- obsah cementu v betonu použitého pro podlaží
- výchozí hustota betonu je automaticky vypočtena z obsahu cementu
- hustota betonu podlaží je definována buď jako hodnota rovná výchozí hodnotě, nebo přímo zvolena uživatelem
- celková tloušťka podlaží (včetně ocelových plechů jestli nějaké jsou)
- z této hodnoty se vypočítá a zobrazí celková hmotnost betonu použitého pro podlaží, hustota betonu a plocha podlaží
- je také třeba zadat celkovou hmotnost ocelové výztuže použité pro podlaží

Jestliže budova nemá žádné běžné podlaží měl by uživatel přejít rovnou do dalšího modulu.

## 6.2.10 Přeprava

V tomto modulu jsou zadány parametry pro přepravu jednotlivých částí budovy.

### Přeprava ocelových částí

Uživatel má možnost zvolit si mezi průměrnými daty pro Evropskou přepravu nebo Uživatelskými daty. V prvním případě jsou výchozí hodnoty zobrazené v základním dokumentu-podkladech, vzaty v úvahu při výpočtu. V dalším případě mají být Uživatelská data definována a jsou následující:

- hmotnost oceli přepravené elektrickým vlakem
- vzdálenost uražená těmito elektrickými vlaky (cesta z továrny na staveniště)
- hmotnost oceli přepravené nákladními automobily
- vzdálenost uražená těmito nákladními automobily (cesta z továrny na staveniště)
- Součet hmotností oceli přepravené vlaky a přepravené nákladními automobily je roven celkové hmotnosti oceli v budově včetně nosníků, sloupů, šroubů, dalších ocelových částí, ocelových plechů a výztuže.

### Betonové prvky

Pro přepravu betonu jsou možné dvě cesty: buď je beton zmonolitněn přímo na místě, což představuje přepravu tekutého betonu autodomíchávači, nebo je beton prefabrikován přímo v továrnách, což představuje přepravu prefabrikovaných částí nákladními automobily. Je tedy třeba upřesnit následující parametry pro přepravu betonu:

- hmotnost betonu vyrobeného přímo na místě a poté přepraveného autodomíchávači
- vzdálenost uražená těmito autodomíchávači (cesta z továrny na staveniště)
- hmotnost prefabrikovaného betonu přepraveného nákladními automobily
- vzdálenost uražená těmito nákladními automobily (cesta z továrny na staveniště)
- Součet hmotnosti betonu produkovaného na místě a betonu prefabrikovaného se pochopitelně rovná celkové hmotnosti betonu v budově (podlaží a konstrukce).

Průměrné použité hodnoty jsou popsány v Podkladech

The screenshot shows the AMECO software interface with the 'Transport' tab selected. The 'Transport parameters' section is active, displaying input fields for steel and concrete transport. A dropdown menu for 'Values for the transport impacts' is open, showing 'Average values' as the selected option.

| Steel elements                                              |         |
|-------------------------------------------------------------|---------|
| Total steel transported                                     | 181.4 t |
| Values for the transport impacts: Average values (selected) |         |
| Average values                                              |         |
| User values                                                 |         |
| Concrete elements                                           |         |
| Total concrete transported                                  | 19.86 t |
| Concrete produced on site                                   | 19.86 t |
| Distance by mixer trucks                                    | 30.0 km |
| Prefabricated concrete                                      | 0.0 t   |
| Distance by regular trucks                                  | 0.0 km  |

**Obrázek 16** : definování parametrů spojených s přepravou materiálu, ve výchozím režimu (modu)

Jestliže jsou zvoleny “uživatelské hodnoty” musí být specifikovány následující parametry:

Coimbra\_case study\_v1.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Enveloppe Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors **Transport** Results

**Transport parameters**

**Steel elements**

Total steel transported 181.4 t

Values for the transport impacts User values

Mass transported by electric train 0.0 t

Distance 0.0 km

Mass transported by regular trucks 181.4 t

Distance 30.0 km

**Concrete elements**

Total concrete transported 19.86 t

Concrete produced on site 19.86 t

Distance by mixer trucks 30.0 km

Prefabricated concrete 0.0 t

Distance by regular trucks 0.0 km

**Obrázek 17** : definování parametrů spojených s přepravou materiálu, v režimu uživatelských hodnot

## 6.2.11 Výsledky

Výpočet je spuštěn, jestliže uživatel klikne na tlačítko “Výsledky”.

Výsledky výpočtů mohou být napsány buď ve výpočetním listu a nebo přímo zobrazeny v Uživatelském rozhraní prostřednictvím modulu Výsledky. V druhém případě, popsaném níže, jsou k dispozici sloupcové grafy, radarové (radiální) grafy a jednotlivé tabulky.

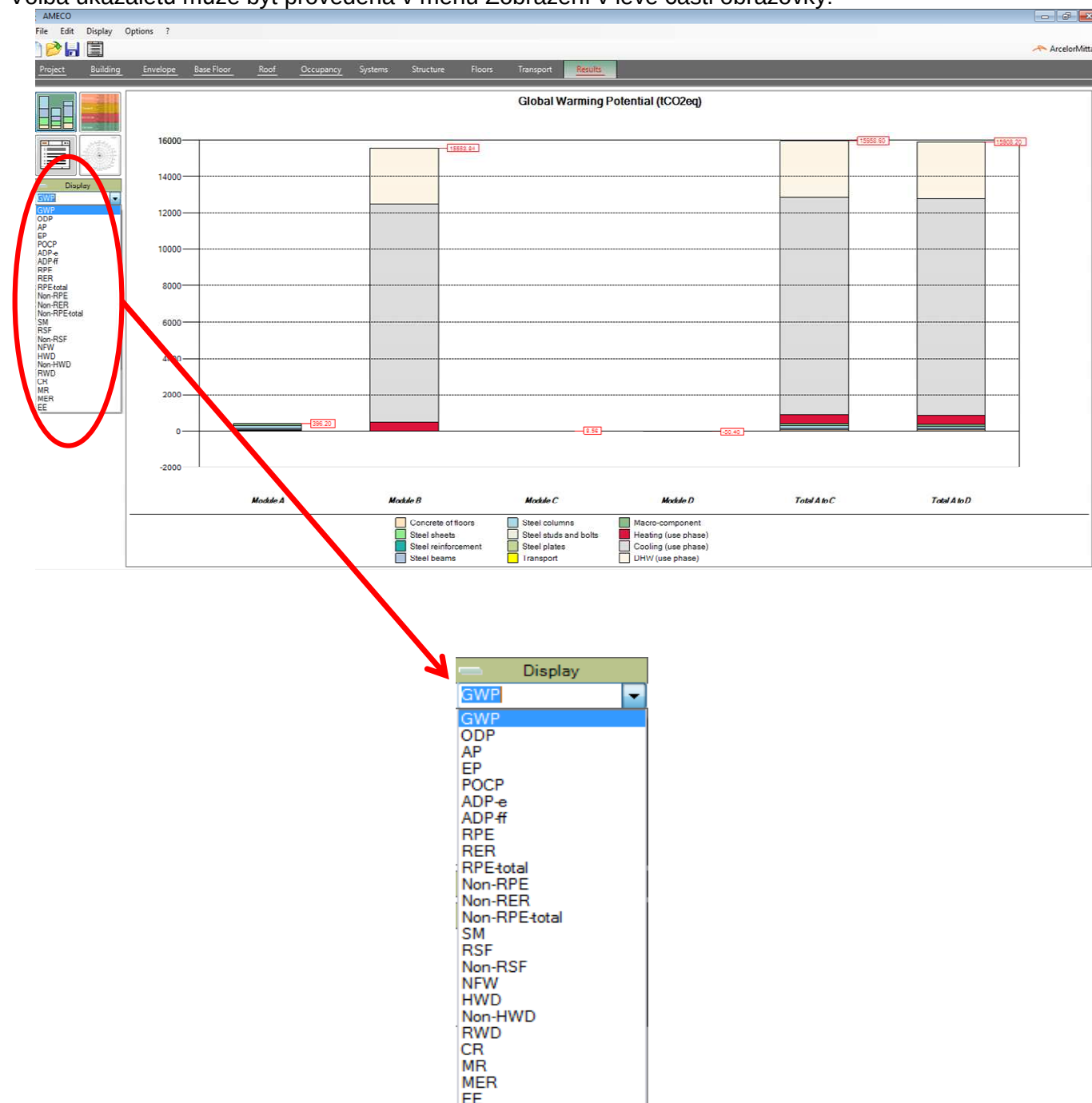
### 6.2.11.1 Sloupcové grafy

V uživatelském rozhraní může být vykreslen jeden specifický sloupcový graf pro každý ukazatel:

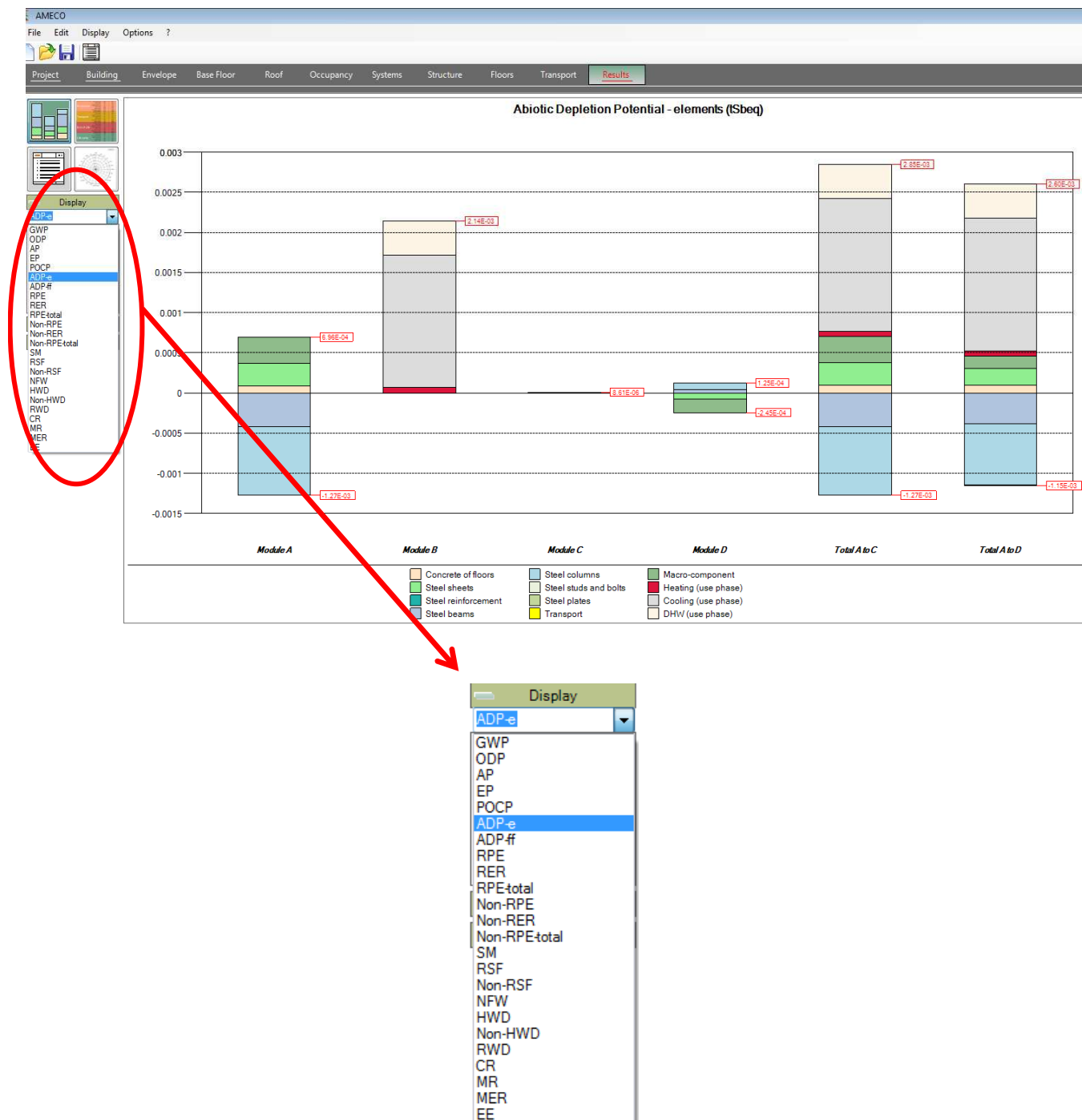
- Ukazatelé popisující dopady na životní prostředí (EN15978)
  - o Potenciál globálního oteplování, GWP (kg CO<sub>2</sub> equiv)
  - o Potenciál vyčerpání (poškození) stratosférické ozonové vrstvy, ODP (kg CFC 11 equiv)
  - o Acidifikační potenciál země a vody; AP (kg SO<sub>2</sub>- equiv)
  - o Eutrofizační potenciál, EP (kg (PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>- equiv)
  - o Potenciál tvorby troposférického ozonu fotochemickými oxidanty, POCP (kg Ethene equiv)
  - o Potenciál abiotického vyčerpání zdrojů pro jednotlivé prvky ADP prvky (kg Sb equiv)
  - o Potenciál abiotického vyčerpání zdrojů fosilních paliv, ADP fosilní paliva (MJ)
- Ukazatelé popisující využívání zdrojů (EN15978)
  - o Použití obnovitelné primární energie s výjimkou zdrojů energie používaných jako suroviny (MJ, čistá hodnota)
  - o Použití obnovitelných zdrojů primární energie používané jako suroviny (MJ, čistá hodnota)
  - o Použití neobnovitelné primární energie s výjimkou zdrojů primární energie používané jako suroviny (MJ, čistá hodnota)
  - o Použití neobnovitelných zdrojů primární energie používaných jako suroviny (MJ, čistá hodnota)
  - o Použití druhotného materiálu (kg)
  - o Použití obnovitelných druhotných paliv (MJ)

- o Použití neobnovitelných druhotných paliv (MJ)
- o Použití čisté, čerstvé vody (m<sup>3</sup>)
- Ukazatelé popisující kategorie odpadu (EN 15978)
  - o Likvidace nebezpečného odpadu (kg)
  - o Likvidace běžného odpadu (kg)
  - o Likvidace radioaktivního odpadu (kg)
- Ukazatelé popisující výstupní data ze systému (EN 15978)
  - o Komponenty pro opětovné použití (kg)
  - o Materiály pro recyklaci (kg)
  - o Materiály pro energetické využití (nikoliv spalováním odpadu) (kg)
  - o Exportovaná energie (MJ pro každý nosič energie)

Volba ukazatelů může být provedena v menu Zobrazení v levé části obrazovky:



**Obrázek 18** sloupkový graf a výběr zobrazeného ukazatele: GWP



**Obrázek 19** : sloupkový graf a výběr zobrazeného ukazatele: Potenciál abiotického vyčerpání

Výsledky jsou zobrazeny pro životní cyklus budovy pro všechny moduly (režimy):

- Modul A : Fáze výroby a fáze procesu výstavby
- Modul B : Fáze užívání
- Modul C : Konec fáze životnosti
- Modul D : Přírůstek a náklady mimo rámec systému
- Modul A až C : (znamená součet 3 modulů A, B and C)
- Modul A až D : Globální životní cyklus budovy (to zn.součet 4 předchozích modulů)

Pro každý modul jsou dopady reprezentovány (zastoupeny) následujícími soupravami prvků (jsou-li přítomny v konstrukci):

Konstrukční komponenty:

- Beton jednotl.podlaží
- Beton konstrukce
- Ocelové plechy
- Ocelová výztuž
- Ocelové nosníky
- Ocelové sloupy
- Ocelové trny a šrouby
- Ocelové desky

Komponenty pláště:

- Makro-komponenty

Přeprava všech komponent:

- Přeprava

Fáze životnosti

- Topení
- Chlazení
- DHW

#### 6.2.11.2 Tabulka

Výsledky mohou být zobrazeny v tabulce pro každou fázi a soustavu prvků použitých pro sloupce grafy.

AMECO

FileEditDisplayOptions?

ProjectBuildingEnvelopeBase FloorRoofOccupancySystemsStructureFloorsTransportResults

Display

ADP-e

☒ Module A

☒ Module B

☒ Module C

☒ Module D

☒ Total A to C

☒ Total A to D

Options

Clipboard

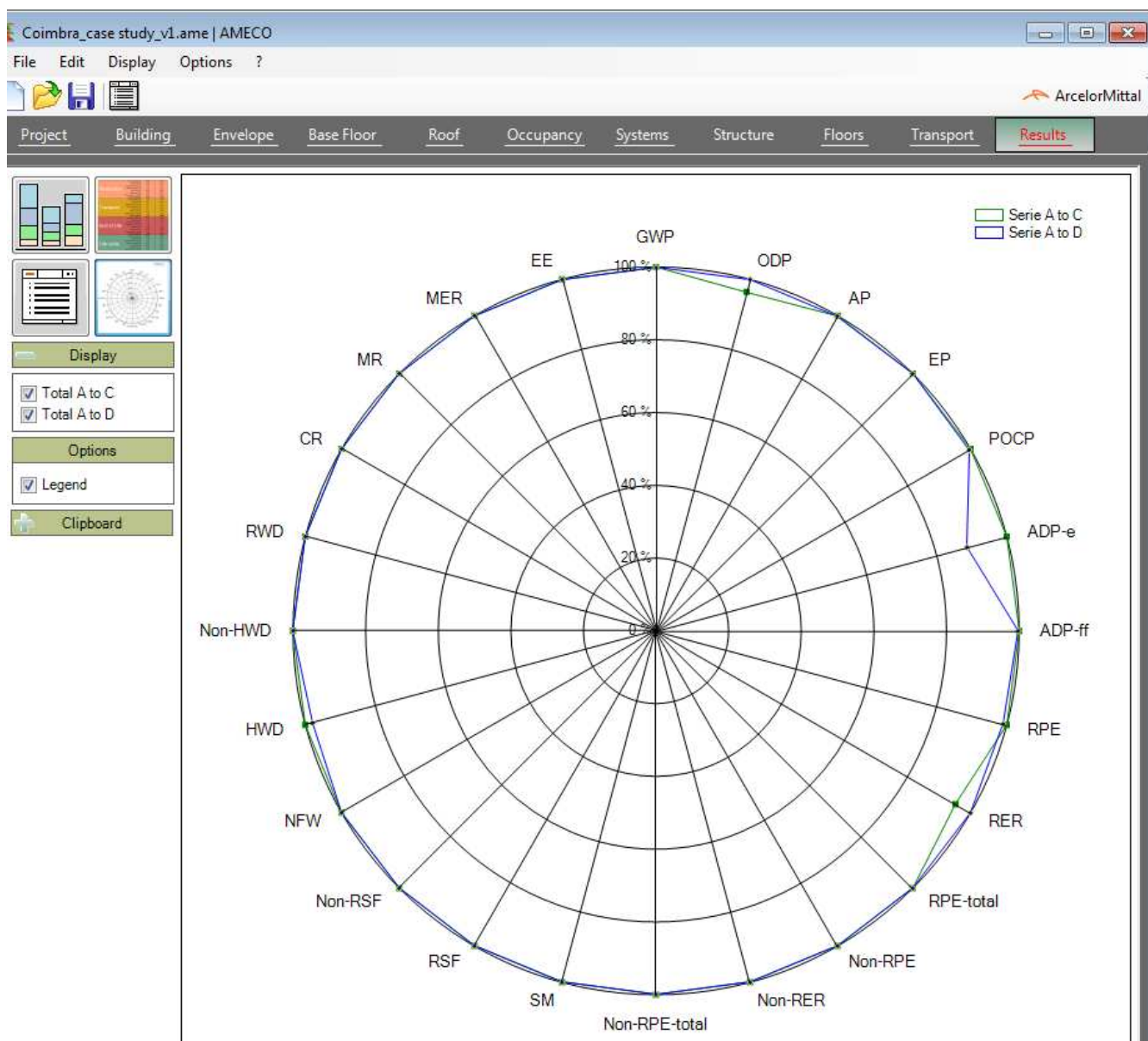
| Building 1 |                                | ADP-e<br>(tSbeq) |
|------------|--------------------------------|------------------|
| Module A   | Concrete of floors             | 8.57E-05         |
|            | Steel sheets                   | 2.85E-04         |
|            | Steel reinforcement            | 0.00E00          |
|            | Steel beams                    | -4.24E-04        |
|            | Steel columns                  | -8.49E-04        |
|            | Steel studs and bolts          | -1.26E-06        |
|            | Plate Connections              | 0.00E00          |
|            | Transport                      | 2.65E-07         |
|            | Macro-component                | 3.25E-04         |
|            |                                | <b>Module A</b>  |
| Module B   | Energy need for space heating  | 6.41E-05         |
|            | Energy need for space cooling  | 1.65E-03         |
|            | Energy need for DHW production | 4.28E-04         |
|            |                                | <b>Module B</b>  |
| Module C   | Concrete of floors             | 8.38E-06         |
|            | Steel sheets                   | 9.58E-09         |
|            | Steel reinforcement            | 0.00E00          |
|            | Steel beams                    | 4.68E-08         |
|            | Steel columns                  | 9.36E-08         |
|            | Steel studs and bolts          | 4.68E-10         |
|            | Plate Connections              | 0.00E00          |
|            | Transport                      | 0.00E00          |
|            | Macro-component                | 8.09E-08         |
|            |                                | <b>Module C</b>  |
| Module D   | Concrete of floors             | -4.30E-07        |
|            | Steel sheets                   | -7.67E-05        |
|            | Steel reinforcement            | 0.00E00          |
|            | Steel beams                    | 4.16E-05         |
|            | Steel columns                  | 8.33E-05         |
|            | Steel studs and bolts          | -1.10E-06        |
|            | Plate Connections              | 0.00E00          |
|            | Transport                      | 0.00E00          |
|            | Macro-component                | -1.67E-04        |
|            |                                | <b>Module D</b>  |
|            | Concrete of floors             | 9.41E-05         |
|            | Steel sheets                   | 2.85E-04         |
|            | Steel reinforcement            | 0.00E00          |
|            | Steel beams                    | -4.24E-04        |
|            | Steel columns                  | -8.48E-04        |

Obrázek 20 : tabulka zobrazující výsledky pro zvolený ukazatel



## 6.2.11.3 Kruhový graf

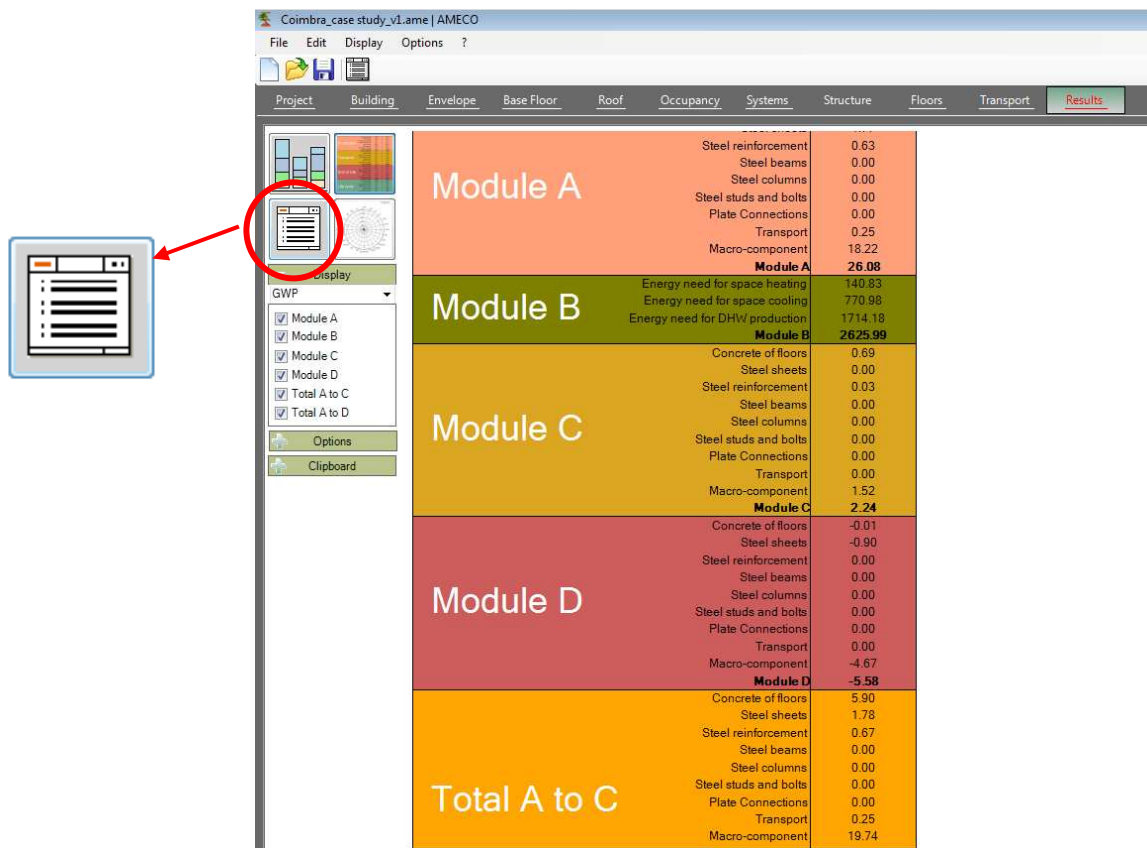
Uživatel má také možnost zobrazit výsledky v kruhovém grafu shrnující součty modulů A až C a A až D pro všechny ukazatele.



**Obrázek 21 :** Kruhový graf

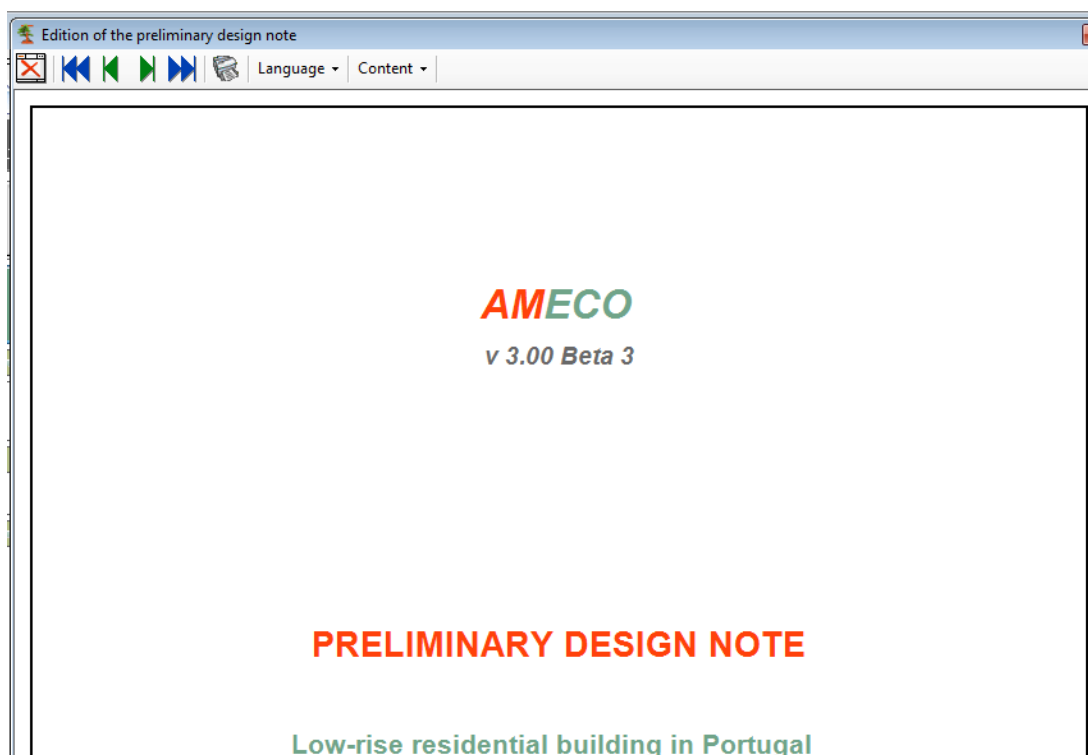
## 6.2.11.4 Výpočetní list

Výpočetní list, také nazývaný “zpráva předběžného návrhu” může být generován zvolením následující ikony:



Obrázek 22 : tlačítko (ikona) výpočetního listu

Tato zpráva, která může být vytištěna, zobrazuje všechny vstupy a výstupy budovy.



Obrázek 23 : Zpráva předběžného návrhu

**Synthesis***Synthesis of results for Low-rise residential building in Portugal*

|                           | Module A | Module B | Module C | Module D  | Total A to C | Total A to D |
|---------------------------|----------|----------|----------|-----------|--------------|--------------|
| GWP (tCO <sub>2</sub> eq) | 26.08    | 2625.99  | 2.24     | -5.58     | 2654.32      | 2648.73      |
| ODP (tCFCeq)              | 1.70E-07 | 2.36E-06 | 1.50E-07 | 9.90E-08  | 2.68E-06     | 2.78E-06     |
| AP (tSO <sub>2</sub> eq)  | 6.81E-02 | 1.24E01  | 5.44E-03 | -1.74E-02 | 1.25E01      | 1.25E01      |
| EP (tPO <sub>4</sub> eq)  | 8.29E-03 | 6.55E-01 | 1.55E-03 | -6.36E-04 | 6.65E-01     | 6.64E-01     |
| POCP (tEtheneeq)          | 8.70E-03 | 7.32E-01 | 8.46E-04 | -3.16E-03 | 7.42E-01     | 7.39E-01     |
| ADP-e (tSbeq)             | 6.79E-05 | 3.61E-04 | 8.87E-07 | -4.85E-05 | 4.30E-04     | 3.82E-04     |
| ADP-ff (GJ NCV)           | 292.54   | 46225.20 | 14.61    | -87.50    | 46532.35     | 46444.85     |
| RPE (GJ NCV)              | 200.15   | 7710.97  | 1.09     | -79.03    | 7912.21      | 7833.18      |
| RER (GJ NCV)              | 40.38    | 0.00     | 0.05     | 2.01      | 40.43        | 42.44        |
| RPE-total (GJ NCV)        | 5.44     | 7710.97  | 0.31     | 0.46      | 7716.73      | 7717.19      |
| Non-RPE (GJ NCV)          | 104.35   | 26714.85 | 15.29    | -8.79     | 26834.50     | 26825.71     |
| Non-RER (GJ NCV)          | 0.45     | 19627.40 | 0.00     | 0.00      | 19627.86     | 19627.86     |
| Non-RPE-total (GJ NCV)    | 104.80   | 46342.26 | 15.29    | -8.79     | 46462.36     | 46453.57     |
| SM (t)                    | 47.15    | 0.00     | 0.00     | 0.00      | 47.15        | 47.15        |
| RSF (GJ NCV)              | 1.61     | 0.95     | 0.00     | 0.00      | 2.55         | 2.55         |
| Non-RSF (GJ NCV)          | 16.92    | 9.90     | 0.00     | 0.00      | 26.83        | 26.83        |
| NFW (1000 m3)             | 28.44    | 10030.69 | 5.85     | 0.42      | 10064.99     | 10065.41     |
| HWD (t)                   | 4.56E-04 | 0.00E00  | 0.00E00  | -9.15E-06 | 4.56E-04     | 4.47E-04     |
| Non-HWD (t)               | 31.36    | 10476.45 | 0.87     | -2.41     | 10508.68     | 10506.27     |
| RWD (t)                   | 2.42E-03 | 6.81E00  | 2.70E-06 | -3.08E-04 | 6.81E00      | 6.81E00      |
| CR (t)                    | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00      | 0.00         | 0.00         |
| MR (t)                    | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.60      | 0.00         | 0.60         |
| MER (t)                   | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00      | 0.00         | 0.00         |
| EE (t)                    | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00      | 0.00         | 0.00         |

**Detailed results***Global Warming Potential*

|                               | Module A<br>tCO <sub>2</sub> eq | Module B<br>tCO <sub>2</sub> eq | Module C<br>tCO <sub>2</sub> eq | Module D<br>tCO <sub>2</sub> eq | Total A to C<br>tCO <sub>2</sub> eq | Total A to D<br>tCO <sub>2</sub> eq |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Steel total</b>            | 2.41                            | 0.00                            | 0.04                            | -0.90                           | 2.44                                | 1.54                                |
| Floor sheets                  | 1.77                            | 0.00                            | 0.00                            | -0.90                           | 1.78                                | 0.88                                |
| <b>Concrete total</b>         | 5.20                            | 0.00                            | 0.69                            | -0.01                           | 5.90                                | 5.88                                |
| Concrete slabs                | 5.20                            | 0.00                            | 0.69                            | -0.01                           | 5.90                                | 5.88                                |
| <b>Use phase total</b>        | 0.00                            | 2536.56                         | 0.00                            | 0.00                            | 2536.56                             | 2536.56                             |
| Heating                       | 0.00                            | 57.22                           | 0.00                            | 0.00                            | 57.22                               | 57.22                               |
| Cooling                       | 0.00                            | 765.16                          | 0.00                            | 0.00                            | 765.16                              | 765.16                              |
| DHW                           | 0.00                            | 1714.18                         | 0.00                            | 0.00                            | 1714.18                             | 1714.18                             |
| <b>Transport</b>              | 0.25                            | 0.00                            | 0.00                            | 0.00                            | 0.25                                | 0.25                                |
| <b>Total impact of module</b> | 26.08                           | 2536.56                         | 2.24                            | -5.58                           | 2564.89                             | 2559.31                             |

**Obrázek 24** : tabulky zprávy předběžného návrhu zobrazující výsledky pro všechny ukazatele

Detailní výsledky pro fázi užívání jsou udány ve zprávě předběžného návrhu.

Edition of the preliminary design note

12/05/2014 Software use conditions apply 35 / 39

**AMECO** v 3.00 Beta 3

AC&CS

Residential LVS<sup>3</sup> case study - Low-rise residential building in Portugal

Use phase heating

| Energy for space heating      |          |           |            |          |          |
|-------------------------------|----------|-----------|------------|----------|----------|
| Heat transfer by transmission |          |           |            |          |          |
| Walls                         | Glazing  | Ext Floor | Roof       | Ground   | Total    |
| kWh/year                      | kWh/year | kWh/year  | kWh/year   | kWh/year | kWh/year |
| 2654.8                        | 3673.3   | 0.0       | 4222.2     | 1429.9   | 11791.7  |
| Heat Transfer by ventilation  |          |           | Heat gains |          |          |
| Ventilation                   |          |           | Glazed     | Opaque   | Internal |
| kWh/year                      |          |           | kWh/year   | kWh/year | kWh/year |
| 511.1                         |          |           | 11668.0    | 1893.3   | 9365.2   |

| Energy need for heating |       |       |       |      |     |     |     |     |     |     |       |       |
|-------------------------|-------|-------|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| Qh,nd                   | JAN   | FEB   | MAR   | APR  | MAY | JUN | JUL | AUG | SEP | OCT | NOV   | DEC   |
| kWh                     | 290.6 | 208.4 | 145.4 | 96.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 185.8 | 242.6 |
| kWh/m <sup>2</sup>      | 1.5   | 1.1   | 0.7   | 0.5  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9   | 1.2   |

| Energy Breakdowns           |        |                           |
|-----------------------------|--------|---------------------------|
| Building totals for heating |        |                           |
| Energy need                 | 1169.5 | kWh/year                  |
|                             | 5.9    | kWh/m <sup>2</sup> /year  |
| Delivered energy            | 292.4  | kWh/year                  |
| COP : 4                     | 1.5    | kWh/m <sup>2</sup> /year  |
| Primary                     | 84.8   | kgoe/year                 |
| fconv : 0.29                | 0.4    | kgoe/m <sup>2</sup> /year |

Residential LVS<sup>3</sup> case study 35/39 English Detailed sheet

Obrázek 25 : tabulka vztahující se ke spotřebám fáze užívání

## 7 Řešený příklad

### 7.1 Kancelářská budova

#### 7.1.1 Úvod

Cílem je ukázat a provést výpočet dopadu kancelářské budovy na životní prostředí a porovnat ho s jinými typy konstrukcí prostřednictvím programu AMECO 3.

Tři typy analyzovaných konstrukčních systémů:

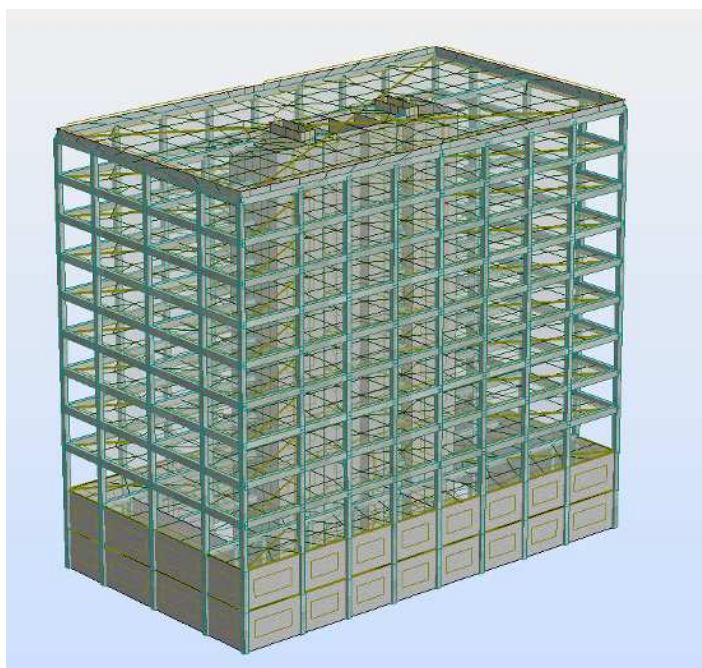
- ocelobetonová kompozitní konstrukce
- betonová konstrukce
- optimalizovaná ocelobetonová kompozitní konstrukce (tato optimalizace byla provedená na bázi ECO-Design)

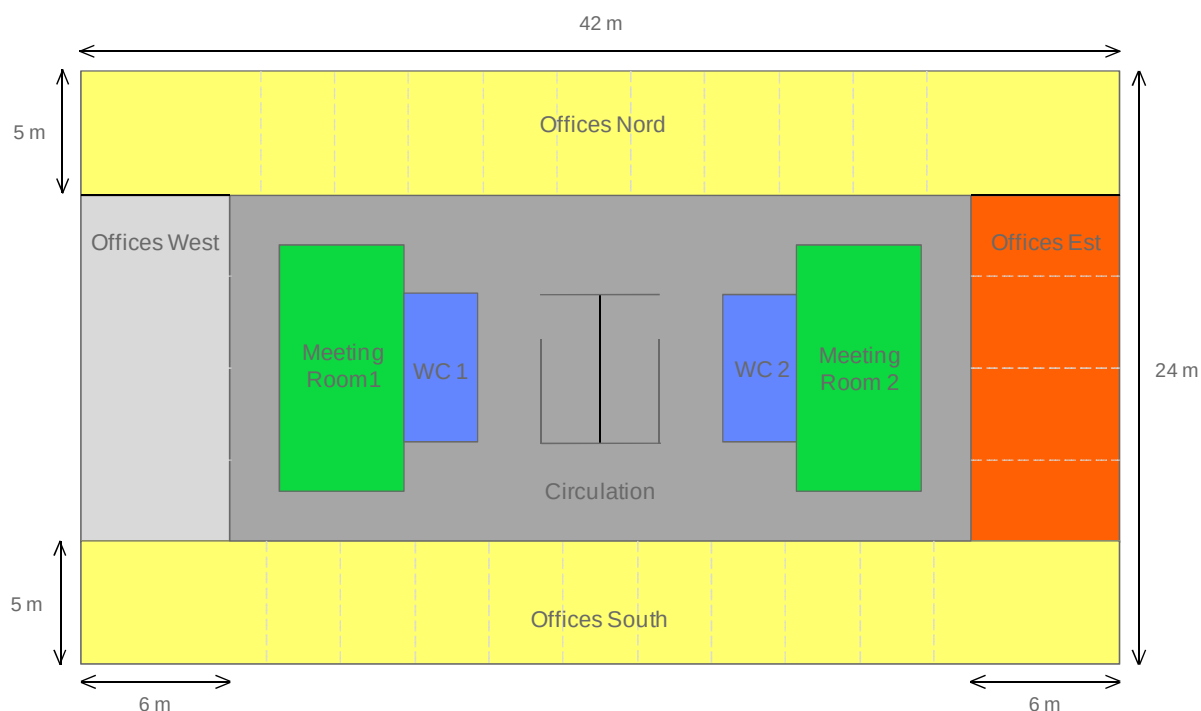
Konstrukční řešení bylo provedeno externí Inženýrskou kanceláří v rámci studie požadované ArcelorMittal. To znamená, že toto konstrukční řešení bylo přezkoumáno skupinou nezávislých expertů [4].

Tyto tři systémy jsou pro kancelářské budovy v Evropě nejčastější.

#### 7.1.2 Popis budov

|                                      |                             |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| Rozměry budovy                       | 42.4 m x 24.4 m             |
| Počet nadzemních podlaží             | R + 8                       |
| Počet technologických podlaží        | 2                           |
| Výška budovy                         | 31.2 m                      |
| Výška podlaží (od podlahy k podlaze) | 3.4 m (kromě přízemí 4.0 m) |



**Obrázek 26 :** 3D vzhled budovy, včetně podzemních podlaží**Obrázek 27 :** Uspořádání běžného podlaží**Rozdílná řešení:**

Prvky odlišující 3 budovy pokrývají pouze nadzemní část budovy (sloupy, nosníky a desky) a centrální stabilizační jádro. Další části konstrukce (základy a spodní konstrukce), plášť a vnitřní úpravy jsou identické.

Služby poskytované budovami jsou považovány úměrné s užitnými prostory budovy. I když je ve skutečnosti objem budovy o něco větší v případě kompozitní konstrukce než v případě betonové konstrukce.

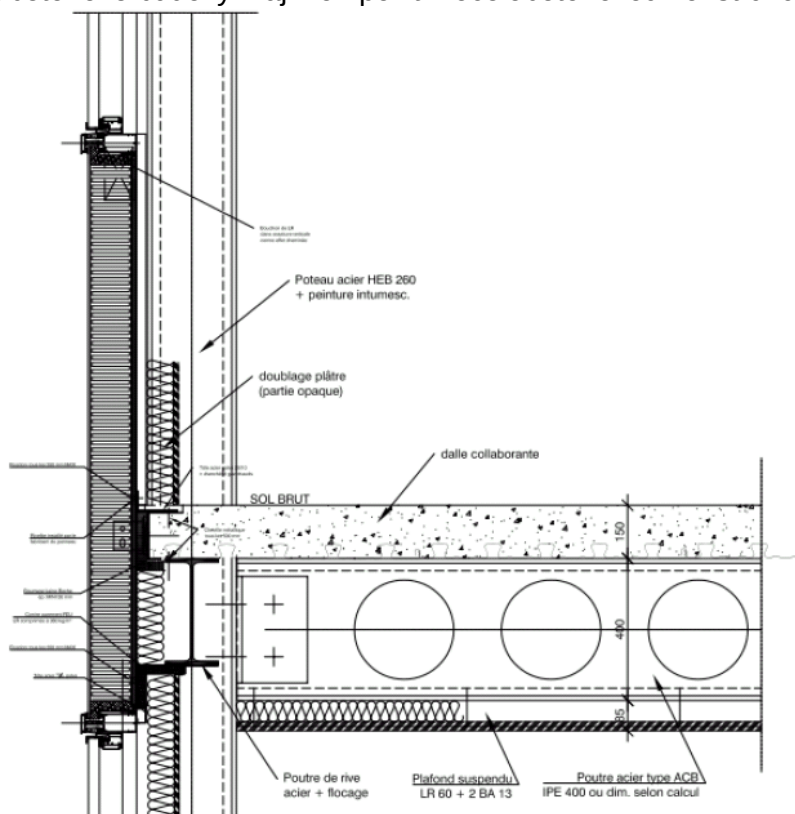
Budovy jsou navrženy v klimatické oblasti Paříže.

Životní cyklus projektovaný pro budovy je 100 let. Ve skutečnosti ve velké většině případů určují základní konstrukční prvky kancelářských budov jejich životnost. Ostatní prvky a části budovy mohou být renovovány nebo nahrazeny. Avšak v této studii mohou materiály konstrukcí dosáhnout životnosti 100 let. Závěrem je zajímavé poznamenat, že LTS nerozlišuje elementy mezi jednotlivými konstrukcemi budov zkoumané v této studii.



## 1. Ocelobetonové kompozitní řešení

Kompozitní ocelové a betonové budovy mají kompozitní ocelobetonovou konstrukci a betonové jádro.



**Obrázek 28 :** Detailní pohled na konstrukční systém

Jak je zobrazeno na obrázku 41 je konstrukční systém vyroben z kompozitních ocelových nosníků z oceli S355 spojený ocelovými trny s kompozitní deskou.

Kompozitní deska se skládá z COFRA +60 celového plechu a betonu C30/37

Jádro budovy je z betonu.

Konstrukce odpovídá skutečnému stavu kancelářské budovy na francouzském trhu.

## 2. Betonové řešení

Betonová budova má prefabrikované dutinové desky podporované železobetonovou konstrukcí a betonovým jádrem.

Prefabrikované dutinové desky a vyztužený beton jsou z betonu třídy C30/37

Jádro budovy je z betonu.

Konstrukce odpovídá skutečnému stavu kancelářské budovy na francouzském trhu.

## 3. Eco-optimalizovaná ocelo-betonová kompozitní konstrukce

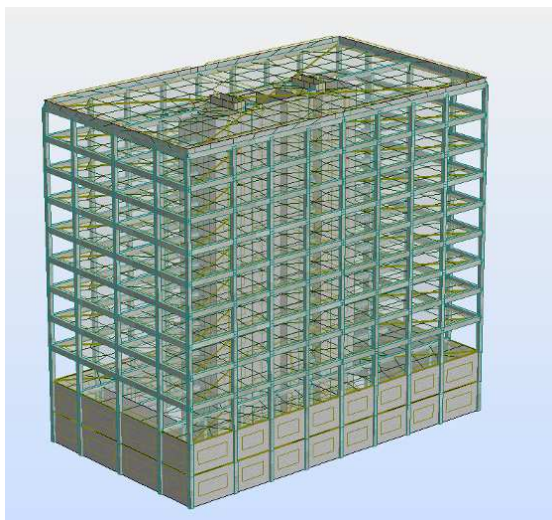
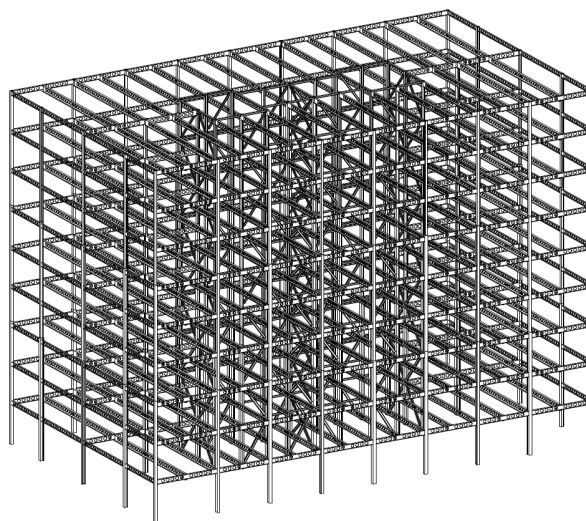
Eco-optimalizovaná kompozitní ocelová a betonová budova má kompozitní ocelo-betonovou konstrukci a ocelové jádro.

Konstrukční systém je vyroben z kompozitních ocelových nosníků S460 spojených s kompozitní deskou pomocí ocelových trnů.

Kompozitní deska se skládá z ocelového plechu COFRA+60 a betonu C30/37.

Jádro budovy je z oceli

Tato konstrukce je založena na skutečném stavu kancelářské budovy na Francouzském trhu, ale byla optimalizována z hlediska použití materiálu s cílem minimalizace ekologických dopadů.

Centrální jádra budov**Obrázek 29 : Betonové jádro (Řešení 1 & 2)****Obrázek 30 : Ocelové jádro (Řešení 3)**

Konstrukční data pro 3 řešení:

| Nadzemní část budovy | Konstrukce      |                               |              |                | Deska podlaží         |                          |               |                |
|----------------------|-----------------|-------------------------------|--------------|----------------|-----------------------|--------------------------|---------------|----------------|
| Hodnoty v tunách (t) | Ocelové profily | Spoje ocelových desek, plechů | Beton C30/37 | Ocelová výztuž | Ocelové prvky         | Celková tloušťka         | Beton podlaží | Ocelová výztuž |
| Ocel S355            | 239,9 t         | 14,994 t                      | -            | -              | 70.6 t (Cofraplus 60) | 150 mm                   | 2246 t        | 16.56 t        |
| Beton                | -               | -                             | 1199 t       | 59.1 t         | -                     | 240 mm + 70 mm of screed | 4688 t        | 16.56 t        |
| Ocel S460            | 197,1 t         | 11,827 t                      | -            | -              | 70.6 t (Cofraplus 60) | 150 mm                   | 2246 t        | 16.56 t        |
| Ocelové jádro        | 75,46 t         | 6,037 t                       | -            | -              | -                     | -                        | -             | -              |
| Betonové jádro       | -               | -                             | 1941 t       | 44,16 t        |                       |                          |               |                |

s: Budova1 = Konstrukce z oceli S355, a betonové jádro  
 Budova 2 = Konstrukce z betonu, s betonovým jádrem  
 Budova 3 = Konstrukce z oceli S460, a ocelové jádro

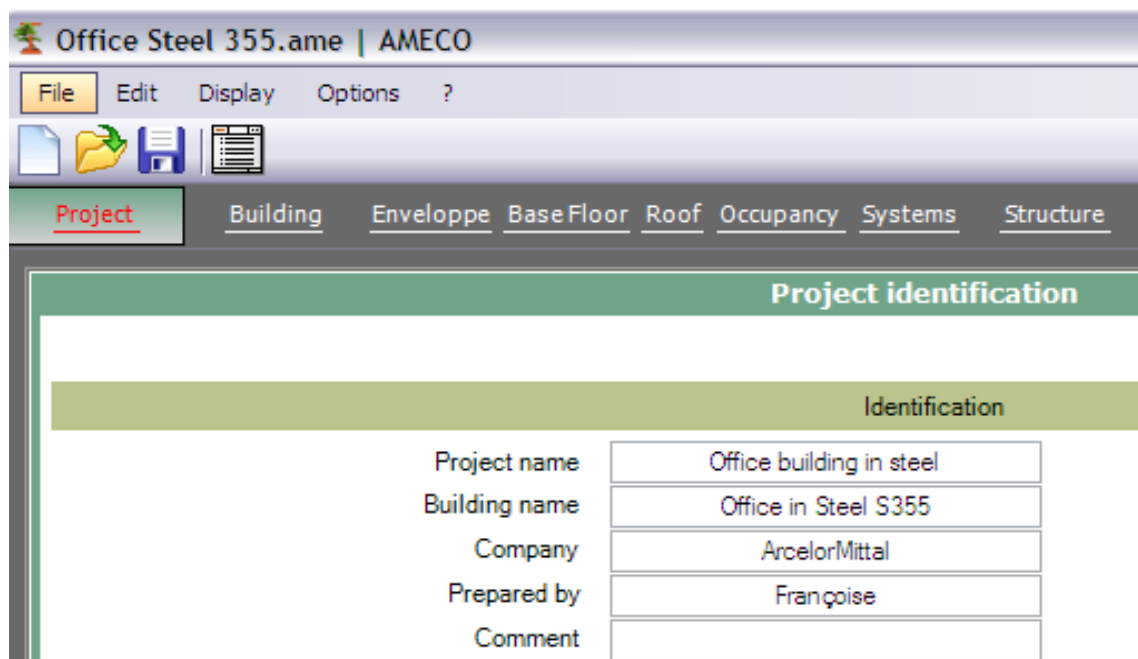
NB : hustota betonu= 2500 kg/m<sup>3</sup>



## 7.1.3 Enviromentální analýza s programem Ameco 3

### 7.1.3.1 Vstupní data v programu Ameco 3

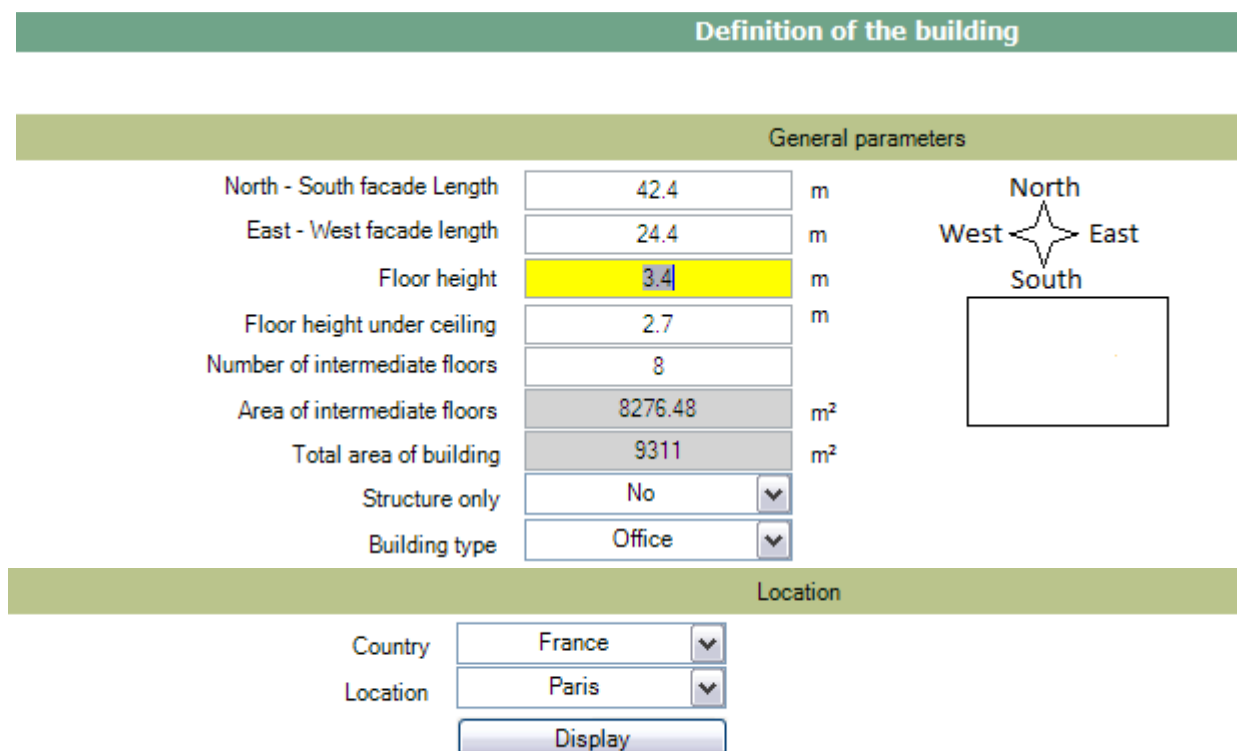
⇒ Obecná vstupní data budovy 1 v AMECO 3



| Project identification |                          |
|------------------------|--------------------------|
| Identification         |                          |
| Project name           | Office building in steel |
| Building name          | Office in Steel S355     |
| Company                | ArcelorMittal            |
| Prepared by            | Françoise                |
| Comment                |                          |

⇒ Vstupní data pro plášť (Moduly A-C-D)

-Definování obecných dat budovy:



| Definition of the building    |         |    |
|-------------------------------|---------|----|
| General parameters            |         |    |
| North - South facade Length   | 42.4    | m  |
| East - West facade length     | 24.4    | m  |
| Floor height                  | 3.4     | m  |
| Floor height under ceiling    | 2.7     | m  |
| Number of intermediate floors | 8       |    |
| Area of intermediate floors   | 8276.48 | m² |
| Total area of building        | 9311    | m² |
| Structure only                | No      | ▼  |
| Building type                 | Office  | ▼  |

North  
West ★ East  
South

Location

|          |        |   |
|----------|--------|---|
| Country  | France | ▼ |
| Location | Paris  | ▼ |
| Display  |        |   |

-Definování pláště budovy: tepelné charakteristiky (U-hodnoty) použité pro plášť (stěny, otvory, podlahy a střecha) jsou vzaty pro komponenty zavedené v AMECO 3.

| Envelope                                   | Base Floor                             | Roof   | Occupancy | Systems | Structure             | Floors | Transport | Results |
|--------------------------------------------|----------------------------------------|--------|-----------|---------|-----------------------|--------|-----------|---------|
| <b>Definition of the building envelope</b> |                                        |        |           |         |                       |        |           |         |
| <b>Facade</b>                              |                                        |        |           |         |                       |        |           |         |
| Direction                                  | North                                  | East   | South     | West    |                       |        |           |         |
| Facade area                                | 1297.44                                | 746.64 | 1297.44   | 746.64  | m <sup>2</sup>        |        |           |         |
| Opening area                               | 30                                     | 30     | 30        | 30      | %                     |        |           |         |
| <b>Facade properties</b>                   |                                        |        |           |         |                       |        |           |         |
| Wall type                                  | Light steel panel wall (rock wool)     |        |           |         |                       |        |           |         |
| U-value for walls                          | 0.296                                  |        |           |         | W/(m <sup>2</sup> .K) |        |           |         |
| Opening type                               | Double glazing low emissivity (type 1) |        |           |         |                       |        |           |         |
| U-value for openings                       | 1.7                                    |        |           |         | W/(m <sup>2</sup> .K) |        |           |         |
| Shading device type                        | No shading device                      |        |           |         |                       |        |           |         |
| Shutter type                               | No shutter                             |        |           |         |                       |        |           |         |

-Definování základního podlaží budovy:

| Project                                      | Building        | Envelope | Base Floor | Roof                                                                                                                                                                                                         | Occupancy | Systems | Structure | Floors | Transport |
|----------------------------------------------|-----------------|----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|
| <b>Definition of the building base floor</b> |                 |          |            |                                                                                                                                                                                                              |           |         |           |        |           |
| <b>Base floor</b>                            |                 |          |            |                                                                                                                                                                                                              |           |         |           |        |           |
| U-value for the base floor                   | 0.599           |          |            | W/(m <sup>2</sup> .K)                                                                                                                                                                                        |           |         |           |        |           |
| Base floor type                              | Suspended Floor |          |            |                                                                                                                                                                                                              |           |         |           |        |           |
| Thickness of concret base floor              | 0.2             |          |            | m                                                                                                                                                                                                            |           |         |           |        |           |
| Mass of reinforcing steel                    | 0               |          |            | t                                                                                                                                                                                                            |           |         |           |        |           |
| Internal heat capacity of ground             | 50000           |          |            | J/(m <sup>2</sup> .K)                                                                                                                                                                                        |           |         |           |        |           |
| Internal heat capacity of intermediate floor | 50000           |          |            | J/(m <sup>2</sup> .K)                                                                                                                                                                                        |           |         |           |        |           |
| Internal heat capacity of internal wall      | 20000           |          |            | J/(m <sup>2</sup> .K)                                                                                                                                                                                        |           |         |           |        |           |
|                                              |                 |          |            | <p>Key<br/> 1 floor slab<br/> h height of floor surface above outside ground level<br/> R<sub>1</sub> thermal resistance of floor construction<br/> R<sub>2</sub> effective thermal resistance of ground</p> |           |         |           |        |           |

-Definování střechy:

| Envelope                               | Base Floor  | Roof | Occupancy | Systems               | Structure | Floors | Transport |
|----------------------------------------|-------------|------|-----------|-----------------------|-----------|--------|-----------|
| <b>Definition of the building roof</b> |             |      |           |                       |           |        |           |
| <b>Roof</b>                            |             |      |           |                       |           |        |           |
| Roof type                              | Roof type 2 |      |           |                       |           |        |           |
| U-value for the roof (flat part)       | 0.373       |      |           | W/(m <sup>2</sup> .K) |           |        |           |

⇒ Vstupní data pro fázi životnosti budovy (Modul B)

-Definování uživatelnosti

| Building                      | Envelope | Base Floor | Roof | Occupancy | Systems | Structure |
|-------------------------------|----------|------------|------|-----------|---------|-----------|
| Occupancy related data        |          |            |      |           |         |           |
| Comfort requirements          |          |            |      |           |         |           |
| Heating set-point temperature | 20       |            | °C   |           |         |           |
| Cooling set-point temperature | 26       |            | °C   |           |         |           |
| Air-flow-rate (heating mode)  | 0.6      |            | ac/h |           |         |           |
| Air-flow-rate (cooling mode)  | 1        |            | ac/h |           |         |           |

-Popis systémů budovy:

| Building                        | Envelope        | Base Floor | Roof | Occupancy | Systems | Structure |
|---------------------------------|-----------------|------------|------|-----------|---------|-----------|
| Description of building systems |                 |            |      |           |         |           |
| Heating system                  |                 |            |      |           |         |           |
| Heating system type             | Split (heating) |            |      |           |         | ▼         |
| Cooling system                  |                 |            |      |           |         |           |
| Cooling type system             | Split (cooling) |            |      |           |         | ▼         |
| Mechanical ventilation system   |                 |            |      |           |         |           |
| Heat recovery system            | Yes             |            |      |           |         | ▼         |
| Heat recovery percentage        | 80              |            |      |           |         |           |
| DHW system                      |                 |            |      |           |         |           |
| DHW system type                 | Electric boiler |            |      |           |         | ▼         |

⇒ Obecná data pro konstrukci budovy (Modul A-C-D)

-Popis nosné konstrukce:

| Bearing structure of the building |                |   |
|-----------------------------------|----------------|---|
| Steel elements                    |                |   |
| Beams (Hot rolled profiles)       | 239.9          | t |
| Columns (Hot rolled profiles)     | 0.0            | t |
| Studs                             | 0.0            | t |
| Bolts                             | 0.0            | t |
| Plate Connections                 | 14.99          | t |
| Concrete elements                 |                |   |
| Concrete Type                     | In-situ/Poured | ▼ |
| Concrete Grade                    | C30/37         | ▼ |
| Beams                             | 0.0            | t |
| Columns                           | 1941           | t |
| Steel reinforcement               | 44.16          | t |
| Wood elements                     |                |   |
| Beams                             | 0.0            | t |
| Columns                           | 0.0            | t |
| Total mass of structure           | 2240           | t |

-Popis systému podlaží:

| Floor slabs                                         |                |       |
|-----------------------------------------------------|----------------|-------|
| Steel elements                                      |                |       |
| Type of slab                                        | Composite slab | ▼     |
| Steel deck                                          | Cofraplus 60   | ▼     |
| Thickness of the deck                               | 0.750          | ▼ mm  |
| Mass of sheeting per m2 of floor                    | 8.53           | kg/m² |
| Mass of sheeting for the building                   | 70.6           | t     |
| Minimum depth of the floor                          | 100            | mm    |
| Concrete elements                                   |                |       |
| Total depth of the floor                            | 150.0          | mm    |
| Concrete Type                                       | In-situ/Poured | ▼     |
| Concrete Grade                                      | C30/37         | ▼     |
| Total mass of the floor concrete (incl. base floor) | 2735           | t     |
| Steel reinforcement                                 | 0.0            | t     |
| Total mass of the floor slabs                       | 2805           | t     |

⇒ Data pro přepravu jednotl.prvků (Modul A)

| Building                           | Envelope    | Base Floor | Roof | Occupancy | Systems | Structure | Floors | Transport |
|------------------------------------|-------------|------------|------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|
| Transport parameters               |             |            |      |           |         |           |        |           |
| Steel elements                     |             |            |      |           |         |           |        |           |
| Total steel transported            | 369.6       |            | t    |           |         |           |        |           |
| Values for the transport impacts   | User values |            | ▼    |           |         |           |        |           |
| Mass transported by electric train | 0.0         |            | t    |           |         |           |        |           |
| Distance                           | 0.0         |            | km   |           |         |           |        |           |
| Mass transported by regular trucks | 369.6       |            | t    |           |         |           |        |           |
| Distance                           | 500         |            | km   |           |         |           |        |           |
| Concrete elements                  |             |            |      |           |         |           |        |           |
| Total concrete transported         | 4676        |            | t    |           |         |           |        |           |
| Concrete produced on site          | 4676        |            | t    |           |         |           |        |           |
| Distance by mixer trucks           | 50.0        |            | km   |           |         |           |        |           |
| Prefabricated concrete             | 0.0         |            | t    |           |         |           |        |           |
| Distance by regular trucks         | 0.0         |            | km   |           |         |           |        |           |

### 7.1.3.2 Výsledky výpočtu v programu AMECO3

#### Budova 1: ocel S355 – betonové jádro

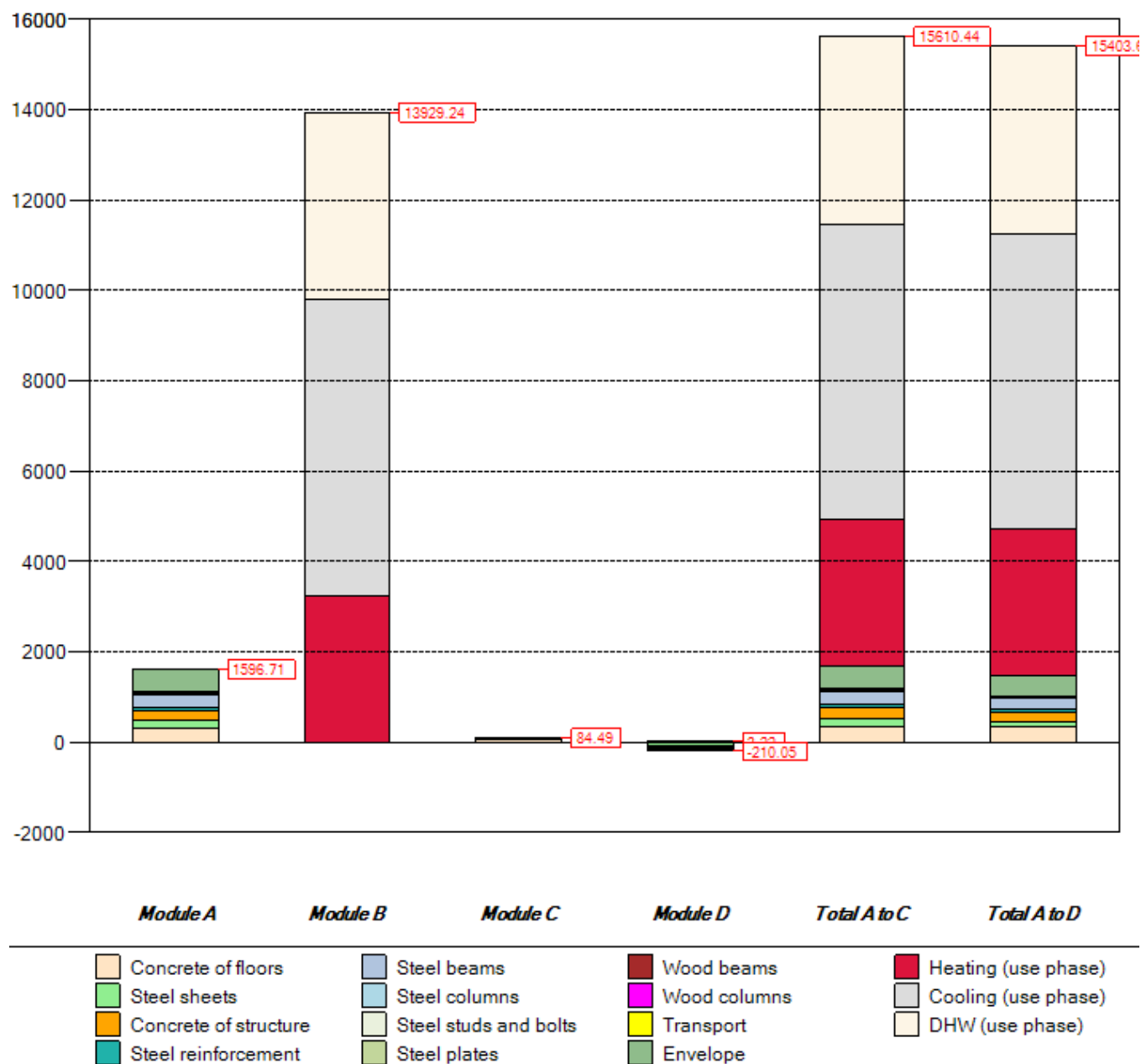
Detailní výsledky pro potenciál globálního oteplování (t CO<sub>2</sub>eq):

| Office building in steel S355 | Module A<br>tCO <sub>2</sub> eq | Module B<br>tCO <sub>2</sub> eq | Module C<br>tCO <sub>2</sub> eq | Module D<br>tCO <sub>2</sub> eq | Total A to C<br>tCO <sub>2</sub> eq | Total A to D<br>tCO <sub>2</sub> eq |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Steel total</b>            | 549,17                          | 0                               | 4,71                            | -148,78                         | 553,88                              | 405,1                               |
| Beams                         | 276,92                          | 0                               | 1,38                            | -40,71                          | 278,3                               | 237,59                              |
| Columns                       | 0                               | 0                               | 0                               | 0                               | 0                                   | 0                                   |
| Plate connections             | 36,84                           | 0                               | 0,09                            | -19,66                          | 36,93                               | 17,27                               |
| Reinforcement                 | 54,93                           | 0                               | 2,8                             | 3,22                            | 57,73                               | 60,95                               |
| Floor sheets                  | 180,48                          | 0                               | 0,44                            | -91,63                          | 180,92                              | 89,29                               |
| <b>Concrete total</b>         | 520,77                          | 0                               | 63,22                           | -3,51                           | 583,99                              | 580,48                              |
| Concrete of structure         | 216,19                          | 0                               | 23,02                           | -2,74                           | 239,21                              | 236,47                              |
| Concrete slabs                | 304,58                          | 0                               | 40,2                            | -0,77                           | 344,78                              | 344,01                              |
| <b>Envelope</b>               | 489,99                          | 0                               | 16,55                           | -54,54                          | 506,54                              | 452                                 |
| <b>Use phase total</b>        | 0                               | 13929,24                        | 0                               | 0                               | 13929,24                            | 13929,24                            |
| Heating                       | 0                               | 3233,37                         | 0                               |                                 | 3233,37                             | 3233,37                             |
| Cooling                       | 0                               | 6543,84                         | 0                               |                                 | 6543,84                             | 6543,84                             |
| DWH                           | 0                               | 4152,03                         | 0                               |                                 | 4152,03                             | 4152,03                             |
| <b>Transport</b>              | 36,78                           | 0                               | 0                               |                                 | 36,78                               | 36,78                               |
| <b>Total impact of module</b> | <b>1596,71</b>                  | <b>13929,24</b>                 | <b>84,48</b>                    | <b>-206,83</b>                  | <b>15610,43</b>                     | <b>15403,6</b>                      |

Z těchto výsledků si můžeme všimnout, že Modul B, což je fáze užívání stavby, je v porovnání s ostatními moduly převládající.

Grafické výsledky potenciálu globálního oteplování (t CO<sub>2</sub>eq):

### Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)



**Budova 2: betonová konstrukce a jádro**

Detailní výsledky pro potenciál globálního oteplování (t CO<sub>2</sub>eq):

| Office building in concrete   | Module A<br>tCO <sub>2</sub> eq | Module B<br>tCO <sub>2</sub> eq | Module C<br>tCO <sub>2</sub> eq | Module D<br>tCO <sub>2</sub> eq | Total A to C<br>tCO <sub>2</sub> eq | Total A to D<br>tCO <sub>2</sub> eq |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Steel total</b>            | 128.45                          | 0                               | 6.55                            | 7.54                            | 135                                 | 142.54                              |
| Beams                         | 0                               | 0                               | 0                               | 0                               | 0                                   | 0                                   |
| Columns                       | 0                               | 0                               | 0                               | 0                               | 0                                   | 0                                   |
| Plate connections             | 0                               | 0                               | 0                               | 0                               | 0                                   | 0                                   |
| Reinforcement                 | 128.45                          | 0                               | 6.55                            | 7.54                            | 135                                 | 142.54                              |
| Floor sheets                  | 0                               | 0                               | 0                               | 0                               | 0                                   | 0                                   |
| <b>Concrete total</b>         | 1078.55                         | 0                               | 133.44                          | -6.28                           | 1211.99                             | 1205.71                             |
| Concrete of structure         | 349.74                          | 0                               | 37.24                           | -4.43                           | 386.98                              | 382.55                              |
| Concrete slabs                | 728.81                          | 0                               | 96.2                            | -1.85                           | 825.01                              | 823.16                              |
| <b>Envelope</b>               | 489.99                          | 0                               | 16.55                           | -54.54                          | 506.54                              | 452                                 |
| <b>Use phase total</b>        | 0                               | 13929.24                        | 0                               | 0                               | 13929.24                            | 13929.24                            |
| Heating                       |                                 | 3233.37                         |                                 |                                 | 3233.37                             | 3233.37                             |
| Cooling                       |                                 | 6543.84                         |                                 |                                 | 6543.84                             | 6543.84                             |
| DWH                           |                                 | 4152.03                         |                                 |                                 | 4152.03                             | 4152.03                             |
| <b>Transport</b>              | 60.56                           | 0                               | 0                               | 0                               | 60.56                               | 60.56                               |
| <b>Total impact of module</b> | <b>1757.55</b>                  | <b>13929.24</b>                 | <b>156.54</b>                   | <b>-53.28</b>                   | <b>15843.33</b>                     | <b>15790.05</b>                     |

**Budova 3: ocel S460 konstrukce a jádro**

Detailní výsledky pro potenciál globálního oteplování (t CO<sub>2</sub>eq):

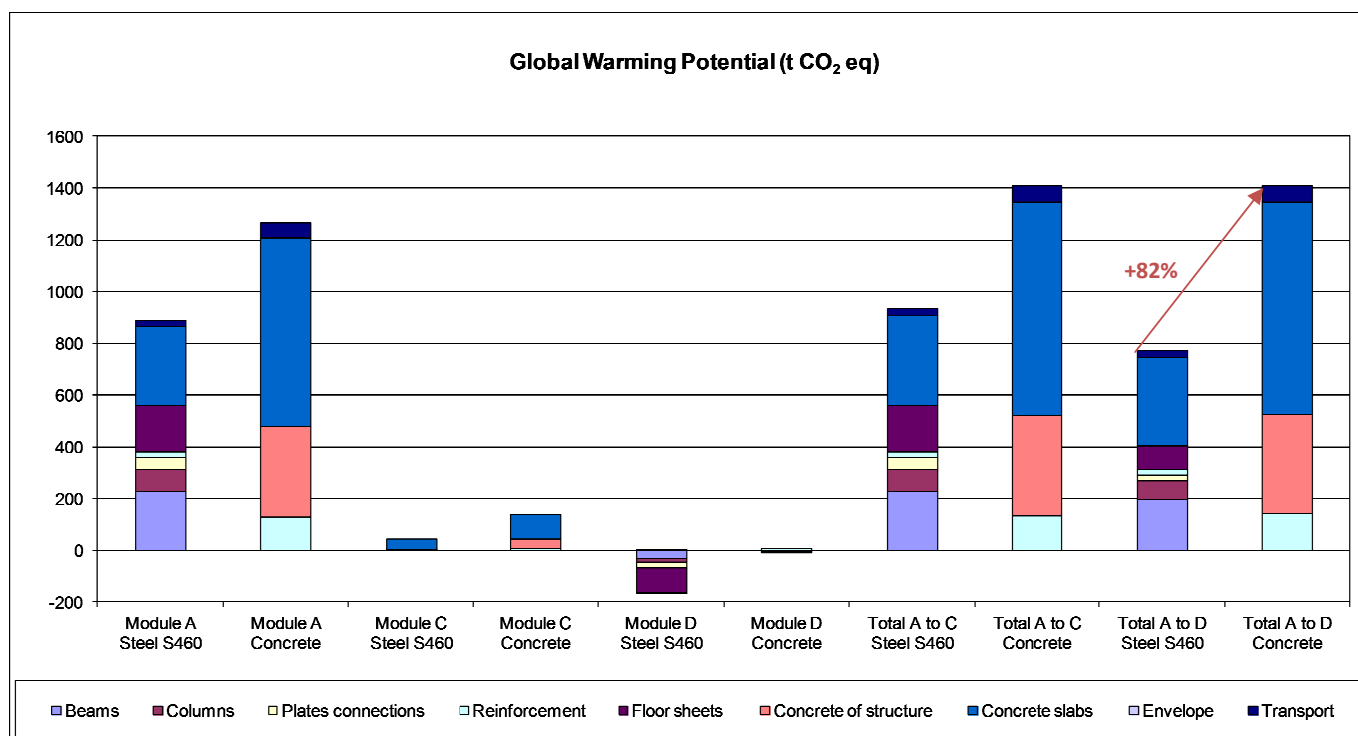
| Kancelářská budova z oceli S460 | Modula A<br>tCO <sub>2</sub> eq | Modul B<br>tCO <sub>2</sub> eq | Modul C<br>tCO <sub>2</sub> eq | Modul D<br>tCO <sub>2</sub> eq | Celkem A to C<br>tCO <sub>2</sub> eq | Celkem A to D<br>tCO <sub>2</sub> eq |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Ocel celkem</b>              | 559.6                           | 0                              | 3.15                           | -160.09                        | 562.75                               | 402.66                               |
| Noníky                          | 227.51                          | 0                              | 1.13                           | -33.44                         | 228.64                               | 195.2                                |
| Sloupy                          | 87.1                            | 0                              | 0.43                           | -12.8                          | 87.53                                | 74.73                                |
| Spoje, přípoje                  | 43.91                           | 0                              | 0.1                            | -23.43                         | 44.01                                | 20.58                                |
| Vyztužení                       | 20.6                            | 0                              | 1.05                           | 1.21                           | 21.65                                | 22.86                                |
| Podlahové plechy, desky         | 180.48                          | 0                              | 0.44                           | -91.63                         | 180.92                               | 89.29                                |
| <b>Beton celkem</b>             | 304.58                          | 0                              | 40.2                           | -0.77                          | 344.78                               | 344.01                               |
| Beton konstrukce                | 0                               | 0                              | 0                              | 0                              | 0                                    | 0                                    |
| Betonové desky                  | 304.58                          | 0                              | 40.2                           | -0.77                          | 344.78                               | 344.01                               |
| <b>Plášť</b>                    | 489.99                          | 0                              | 16.55                          | -54.54                         | 506.54                               | 452                                  |
| <b>Fáze užívání celkem</b>      | 0                               | 13929.24                       | 0                              | 0                              | 13929.24                             | 13929.24                             |
| Vytápění                        |                                 | 3233.37                        |                                |                                | 3233.37                              | 3233.37                              |
| Chlazení                        |                                 | 6543.84                        |                                |                                | 6543.84                              | 6543.84                              |
| DWH                             |                                 | 4152.03                        |                                |                                | 4152.03                              | 4152.03                              |
| <b>Přeprava</b>                 | 25.31                           | 0                              | 0                              | 0                              | 25.31                                | 25.31                                |
| <b>Celkový dopad modulu</b>     | <b>1379.48</b>                  | <b>13929.24</b>                | <b>59.9</b>                    | <b>-215.4</b>                  | <b>15368.62</b>                      | <b>15153.22</b>                      |

Znovu pro tyto tři budovy můžeme poznamenat, že modul B, což je fáze užívání budovy, je převládající v porovnání s ostatními moduly. Tudiž fáze životnosti budovy nezávisí na typu (betonové nebo ocelové) konstrukce budovy.

Tyto výsledky ukazují, že konstrukce má velmi slabý vliv na celkové environmentální dopady budovy v porovnání s využíváním a činností budov.

Další srovnání budou provedena s odstraněním fáze užívání budovy za účelem ukázat, jakým způsobem skutečně ovlivňuje typ budovy náklady a dopady na životní prostředí.

Porovnání mezi budovou z betonu a optimalizovanou budovou z oceli je ilustrováno na následujícím obrázku:



Z hlediska vlivu CO<sub>2</sub> ukazují výsledky poskytnuté softwarem, že existuje velký nesoulad mezi budovou z betonu a Eco-Optimalizovanou budovou, který může dosáhnout až 82 %, jestliže jsou vzaté v úvahu recyklace oceli a zhodnocení (valorizace) betonové drti.

Tato studie poukázala na skutečnost, že používání kompozitních Ocelových a Betonových konstrukcí zajišťuje mnoho výhod v oblasti ekologických dopadů a rysů. Tyto výhody jsou převážně kvůli nízké hmotnosti kompozitních konstrukcí. Už bylo uvedeno, že návrh minimalizující množství použitého materiálu umožňuje snížení ekologických otisků konstrukce budovy.

Recyklace materiálu na konci životnosti (nekonečná recyklace oceli a zhodnocení a valorizace drceného betonu) činí konstrukce nejvíce udržitelnými. Použití Modulu D EN 15804 poté umožňuje optimalizovat ekologické stopy a důsledky budovy.

Tato studie ukázala, že nejlepší volbou pro konstrukci kancelářské budovy je jasně kompozitní ocelo-betonové řešení. Toto řešení umožňuje použití obou materiálů na jejich "správných místech", to znamená beton v tlaku a ocel v tahu. To umožňuje snížení dopadu nepřesností a odchylek na návrh a mimochodem také snížení celkového ekologického otisku nebo dopadu budovy.

Stejný závěr lze také přijmout pro použití Vysokopevnostní oceli. Minimalizování použití materiálu také snižuje celkový dopad kompozitní konstrukce na životní prostředí.



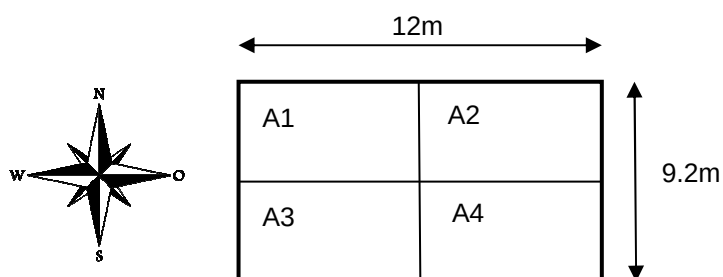
## 7.2 Obytná budova-CasaBuna v Rumunsku

### 7.2.1 Popis budovy

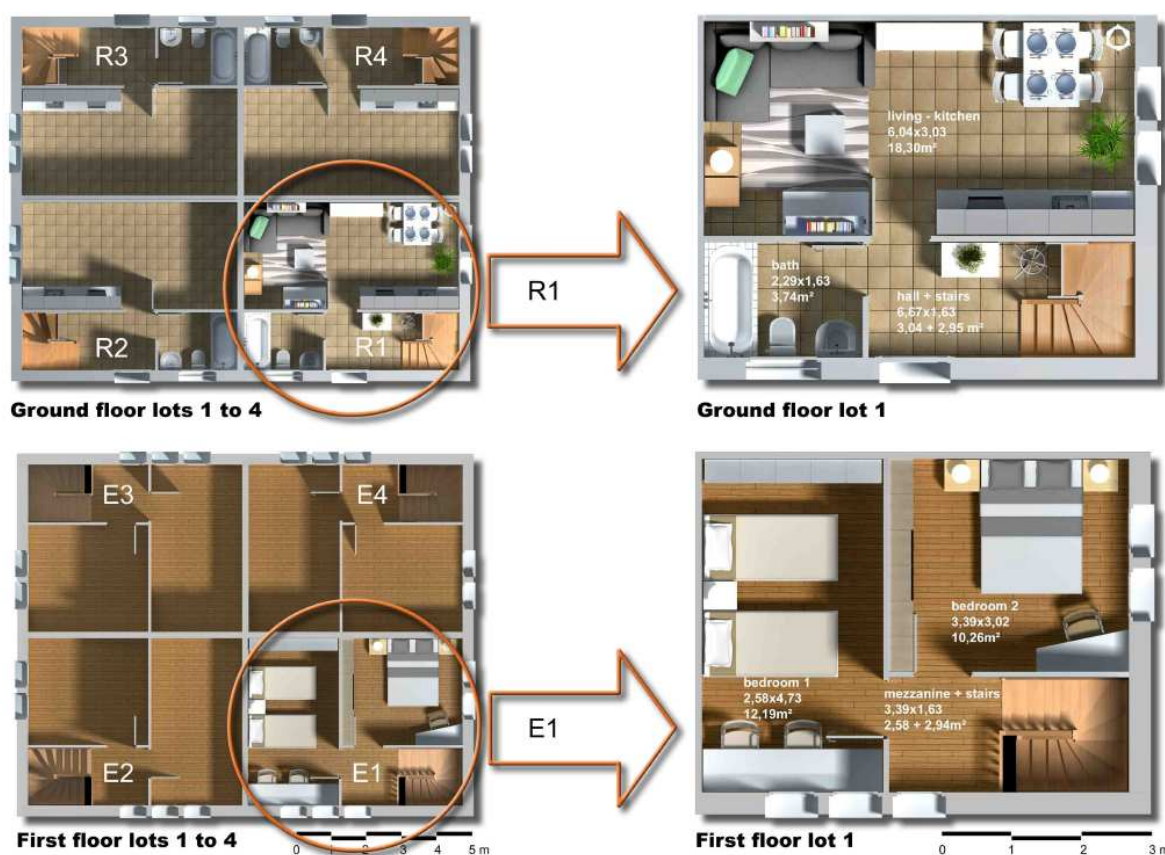
Koncept Casa Buna je bytový dům pro 4 rodiny v Rumunsku.



Budova Casa Buna je rozdělena na 4 byty s 55m<sup>2</sup> čisté plochy rovnoměrně uspořádané přes 2 podlaží.



Celková výška budovy je 6.85 m až po hřeben šikmé střechy. V Ameco 3 může být modelována pouze rovná část střechy, průměrná výška každého podlaží je 2.9 m. Příčný řez budovou a její půdorysy jsou zobrazeny na obrázcích níže:

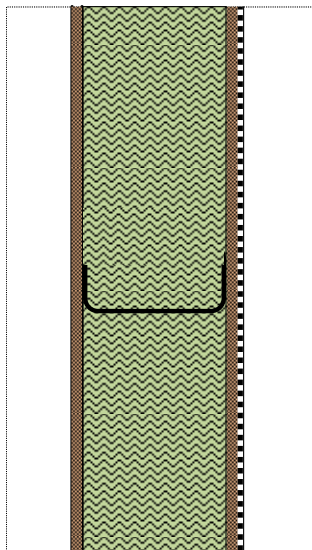


Tabulka shrnující plochu pláště budovy.

Tabulka Stěny a zasklené plochy

|                           | Sever/Jih<br>[m <sup>2</sup> ] | Západ/východ<br>[m <sup>2</sup> ] | Celkem<br>[m <sup>2</sup> ] |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| <b>Stěny</b>              | 47                             | 41                                | 87                          |
| <b>Zasklení</b>           | 22                             | 12                                | 34                          |
| <b>Celkové<br/>plochy</b> | 69                             | 53                                | 122                         |

Plášť je založen na principu ocelové rámové konstrukce uzavřené v OSB dřevěných panelech dále pak ze 120 mm tlusté minerální vlny a sádrokartonových desek na vnitřní straně jak je ukázáno na následujícím obrázku :



Do budovy není instalována žádná další nosná konstrukce.

Deska na povrchu terénu je vyrobena z železobetonu tloušťky 0,2m a izolovaná 4 cm extrudovaným polystyrénem. Hmotnost armování je 0,7 t. Běžné podlaží je založeno na principu suché podlahy.

Okna jsou vyrobena z dvojitého zasklení nízké emissivity a z PVC rámu.

Následující tabulka udává U-hodnoty pro jednotlivé části budovy.

|                         |      |                     |
|-------------------------|------|---------------------|
| <b>STĚNY</b>            | 0.30 | W/m <sup>2</sup> .K |
| <b>ROVNÁ STŘECHA</b>    | 0.37 | W/m <sup>2</sup> .K |
| <b>OKNA</b>             | 1.70 | W/m <sup>2</sup> .K |
| <b>ZÁKLADNÍ PODLAŽÍ</b> | 0.60 | W/m <sup>2</sup> .K |

Je také požadováno specifikovat vnitřní tepelnou kapacitu podlaží a vnitřních stěn. Detaily výpočtu jsou zobrazeny níže:

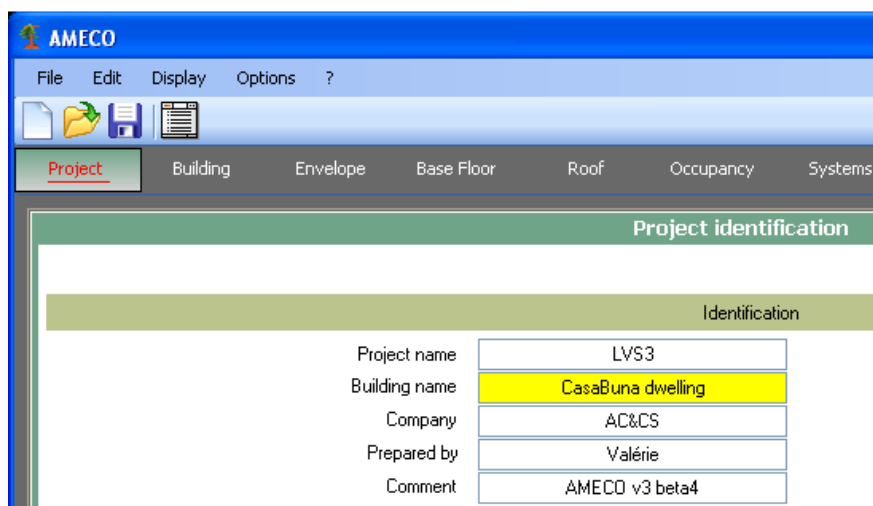
|                                                                                          |       |                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------|
| <b>Základní podlaží</b> 0.2 m betonu + dlaždice                                          | 74324 | J/m <sup>2</sup> K |
| <b>Běžné podlaží</b><br>Linoleum + OSB + Ocelový plech + vzduchové mezery + sádrokartony | 32447 | J/m <sup>2</sup> K |
| <b>Vnitřní stěny</b><br>sádrokartony + minerální vlna + LSF + sádrokartony               | 13081 | J/m <sup>2</sup> K |

Potřeby vytápění a chlazení jsou poskytovány prostřednictvím oddělených systémů založených na nastavených teplotách 20 resp. 25°C. Budova je v ětrána přirozeně. Domácí teplovodní systém je založen na elektrickém kotli s účinností 90%.

Základy jsou z této studie vyloučeny stejně jako příčky a dveře. Pracovní osvětlení, vnitřní úravy a nábytek jsou ze studie také vyloučeny. Pouze přídatné ztráty v důsledku integrovaných tepelných mostů jsou zahrnuty do energetické spotřeby budovy.

## 7.2.2 Vstupní data v programu Ameco

### 7.2.2.1 Obecná vstupní data pro obytnou budovu v Ameco 3



| Project identification |                   |
|------------------------|-------------------|
| Identification         |                   |
| Project name           | LVS3              |
| Building name          | CasaBuna dwelling |
| Company                | AC&CS             |
| Prepared by            | Valérie           |
| Comment                | AMECO v3 beta4    |

## 7.2.2.2 Geometrická vstupní data (Moduly A-C-D)

**Definition of the building**

**General parameters**

|                               |             |                |
|-------------------------------|-------------|----------------|
| North - South facade Length   | 12          | m              |
| East - West facade length     | 9.2         | m              |
| Floor height                  | 2.9         | m              |
| Floor height under ceiling    | 2.7         | m              |
| Number of intermediate floors | 1           |                |
| Area of intermediate floors   | 110.4       | m <sup>2</sup> |
| Total area of building        | 220.8       | m <sup>2</sup> |
| Structure only                | No          |                |
| Building type                 | Residential |                |

North  
West East  
South

**Location**

Country: Romania

Location: Timisoara

Display

## 7.2.2.3 Vstupní data pro komponenty (součásti) budovy (Moduly A-B-C-D)

**Definition of the building envelope**

**Facade**

|              |       |       |       |       |                |
|--------------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| Direction    | North | East  | South | West  |                |
| Facade area  | 69.6  | 53.36 | 69.6  | 53.36 | m <sup>2</sup> |
| Opening area | 22    | 12    | 22    | 12    | %              |

**Facade properties**

|                      |                                        |                       |
|----------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| Wall type            | Light steel panel wall (rock wool)     |                       |
| U-value for walls    | 0.296                                  | W/(m <sup>2</sup> .K) |
| Opening type         | Double glazing low emissivity (type 1) |                       |
| U-value for openings | 1.7                                    | W/(m <sup>2</sup> .K) |
| Shading device type  | No shading device                      |                       |
| Shutter type         | No shutter                             |                       |

AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope **Base Floor** Roof Occupancy Systems Structure Floors Tran

**Definition of the building base floor**

Base floor

|                                              |                 |             |
|----------------------------------------------|-----------------|-------------|
| U-value for the base floor                   | 0,599           | $W/(m^2.K)$ |
| Base floor type                              | Suspended Floor |             |
| Thickness of concret base floor              | 0.2             | m           |
| Mass of reinforcing steel                    | 0.7             | t           |
| Internal heat capacity of ground             | 469660          | $J/(m^2.K)$ |
| Internal heat capacity of intermediate floor | 37314           | $J/(m^2.K)$ |
| Internal heat capacity of internal wall      | 26782           | $J/(m^2.K)$ |

Key:

- 1 floor slab
- h height of floor surface above ground level
- $R_f$  thermal resistance of floor construction
- $R_g$  effective thermal resistance of ground

CasaBuna\_Resid\_CaseStudyv4.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

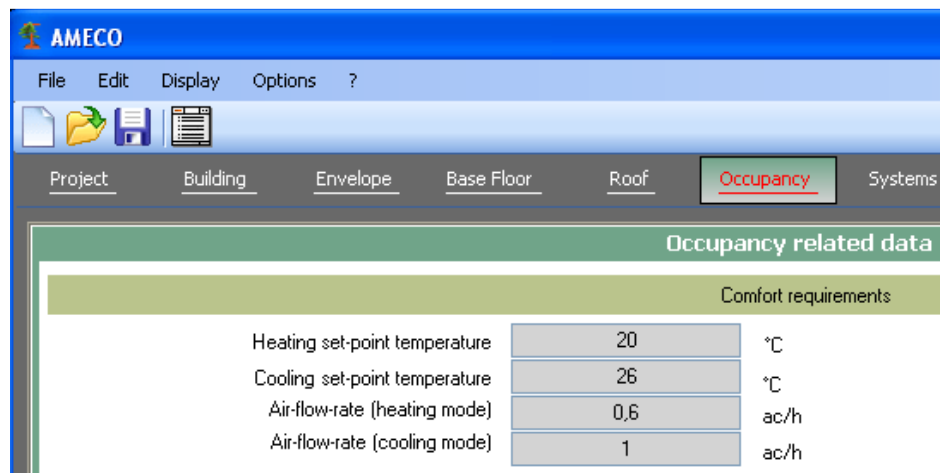
Project Building Envelope Base Floor **Roof** Occupancy Systems Structure Floors Transport Results

**Definition of the building roof**

Roof

|                                  |             |             |
|----------------------------------|-------------|-------------|
| Roof type                        | Roof type 2 |             |
| U-value for the roof (flat part) | 0.373       | $W/(m^2.K)$ |

## 7.2.2.4 Vstupní data pro fázi užívání budovy (Modul B)



**AMECO**

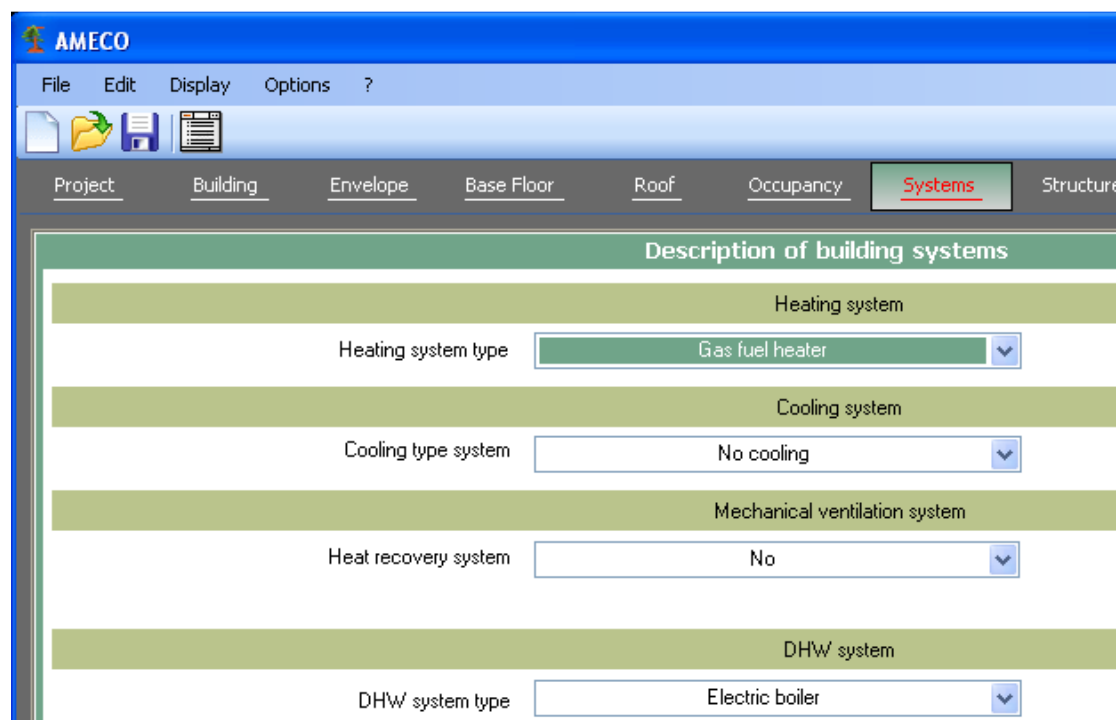
File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof **Occupancy** Systems

**Occupancy related data**

Comfort requirements

|                               |     |      |
|-------------------------------|-----|------|
| Heating set-point temperature | 20  | °C   |
| Cooling set-point temperature | 26  | °C   |
| Air-flow-rate (heating mode)  | 0,6 | ac/h |
| Air-flow-rate (cooling mode)  | 1   | ac/h |



**AMECO**

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy **Systems** Structure

**Description of building systems**

Heating system

Heating system type

Cooling system

Cooling type system

Mechanical ventilation system

Heat recovery system

DHW system

DHW system type

## 7.2.2.5 Obecná data pro konstrukci budovy (Moduly A-C-D)

**AMECO**

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems **Structure**

**Bearing structure of the building**

**Steel elements**

|                                |            |          |
|--------------------------------|------------|----------|
| Beams (Hot rolled profiles)    | 0          | t        |
| Columns (Hot rolled profiles)  | 0          | t        |
| Studs                          | 0,0        | t        |
| Bolts                          | 0          | t        |
| Plate Connections              | 0,0        | t        |
| <b>Total mass of structure</b> | <b>0,0</b> | <b>t</b> |

**AMECO**

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems Structure **Floors**

**Floor slabs**

**Steel elements**

|                                   |              |       |
|-----------------------------------|--------------|-------|
| Type of slab                      | Dry floor    |       |
| Steel deck                        | Suportsol 56 |       |
| Thickness of the deck             | 0,750        | mm    |
| Mass of sheeting per m2 of floor  | 8,00         | kg/m² |
| Mass of sheeting for the building | 0,883        | t     |

**Concrete elements**

|                                      |              |          |
|--------------------------------------|--------------|----------|
| <b>Total mass of the floor slabs</b> | <b>52,99</b> | <b>t</b> |
|--------------------------------------|--------------|----------|



## 7.2.2.6 Data pro přepravu součástí (Modul A)

The screenshot shows the AMECO software interface with the 'Transport' module selected. The 'Transport parameters' section is active, displaying data for steel and concrete elements.

**Steel elements**

|                                  |                |   |
|----------------------------------|----------------|---|
| Total steel transported          | 1,583          | t |
| Values for the transport impacts | Average values |   |

**Concrete elements**

|                            |       |    |
|----------------------------|-------|----|
| Total concrete transported | 52,11 | t  |
| Concrete produced on site  | 52,11 | t  |
| Distance by mixer trucks   | 30,0  | km |
| Prefabricated concrete     | 0,0   | t  |
| Distance by regular trucks | 0,0   | km |

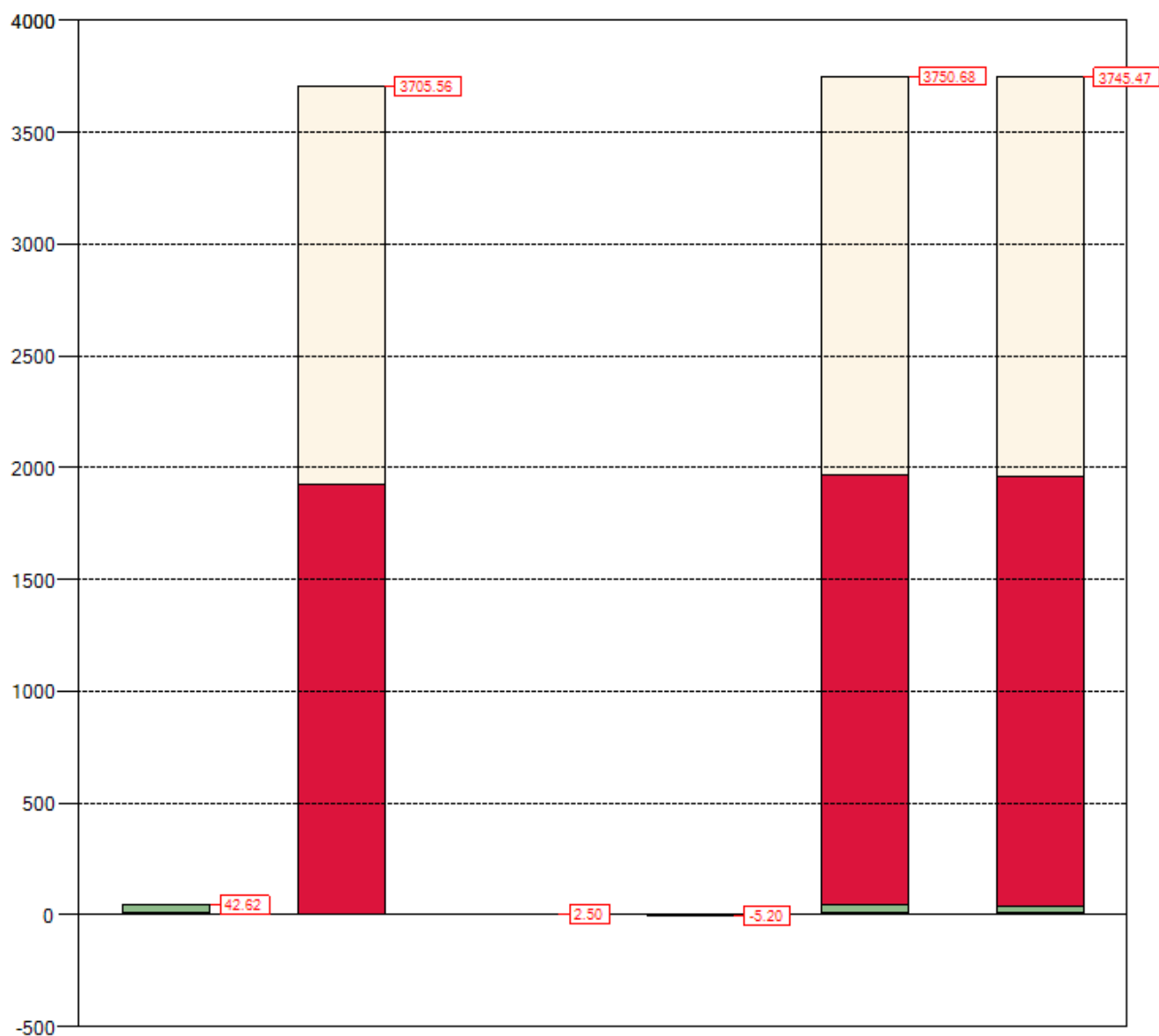
## 7.2.3 Výsledky výpočtu s AMECO3

Tabulka shrnující všechny výsledky pro všechny dopady prostřednictvím celého životního cyklu obydlí CasaBuna je zobrazena níže:

### *Synthesis of results for CasaBuna dwelling*

|                            | Module A | Module B  | Module C | Module D  | Total A to C | Total A to D |
|----------------------------|----------|-----------|----------|-----------|--------------|--------------|
| GWP (tCO <sub>2</sub> eq)  | 42.62    | 3705.56   | 2.50     | -5.20     | 3750.68      | 3745.47      |
| ODP (tCFCeq)               | 5.40E-07 | 1.92E-06  | 1.68E-07 | 1.04E-07  | 2.63E-06     | 2.73E-06     |
| AP (tSO <sub>2</sub> eq)   | 1.68E-01 | 1.48E01   | 6.82E-03 | -1.54E-02 | 1.50E01      | 1.50E01      |
| EP (tPO <sub>4</sub> eq)   | 1.60E-02 | 7.56E-01  | 1.80E-03 | -5.05E-04 | 7.74E-01     | 7.74E-01     |
| POCP (tEtheneeq)           | 1.66E-02 | 1.88E00   | 1.19E-03 | -3.06E-03 | 1.90E00      | 1.90E00      |
| ADP-e (tSbeq)              | 8.55E-05 | 7.15E-04  | 1.06E-06 | -4.81E-05 | 8.02E-04     | 7.54E-04     |
| ADP-ff (GJ NCV)            | 425.87   | 230888.89 | 19.13    | -81.51    | 231333.89    | 231252.38    |
| RPE (GJ NCV)               | 304.22   | 6191.49   | 3.87     | -70.42    | 6499.58      | 6429.16      |
| RER (GJ NCV)               | 81.29    | 0.00      | 0.25     | 1.96      | 81.53        | 83.49        |
| RPE-total (GJ NCV)         | 7.11     | 6191.49   | 0.35     | 0.59      | 6198.95      | 6199.54      |
| Non-RPE (GJ NCV)           | 138.18   | 38193.48  | 17.25    | -11.15    | 38348.92     | 38337.77     |
| Non-RER (GJ NCV)           | 0.66     | 192789.01 | 0.00     | 0.00      | 192789.67    | 192789.67    |
| Non-RPE-total (GJ NCV)     | 138.85   | 230982.49 | 17.25    | -11.15    | 231138.59    | 231127.44    |
| SM (t)                     | 52.68    | 0.00      | 0.00     | 0.00      | 52.68        | 52.68        |
| RSF (GJ NCV)               | 1.79     | 1.98      | 0.00     | 0.00      | 3.77         | 3.77         |
| Non-RSF (GJ NCV)           | 18.87    | 20.80     | 0.00     | 0.00      | 39.67        | 39.67        |
| NFW (1000 m <sup>3</sup> ) | 1281.53  | 8049.61   | 139.52   | -29.94    | 9470.66      | 9440.73      |
| HWD (t)                    | 5.94E-04 | 0.00E00   | 0.00E00  | -1.17E-05 | 5.94E-04     | 5.82E-04     |
| Non-HWD (t)                | 38.17    | 8431.51   | 1.25     | -3.07     | 8470.93      | 8467.86      |
| RWD (t)                    | 3.11E-03 | 5.45E00   | 3.91E-06 | -3.93E-04 | 5.45E00      | 5.45E00      |
| CR (t)                     | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.00      | 0.00         | 0.00         |
| MR (t)                     | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.76      | 0.00         | 0.76         |
| MER (t)                    | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.00      | 0.00         | 0.00         |
| EE (t)                     | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.00      | 0.00         | 0.00         |

Výsledky ukazují, že fáze užívání stavby je převládající pro všechny dopady. Se zaměřením na dopad potenciálu globálního oteplování, zobrazeného v následujícím grafu, zohledňuje (tvoří) fáze užívání budovy více než 99% celkových dopadů GWP (moduly A až D).

Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)

Module A

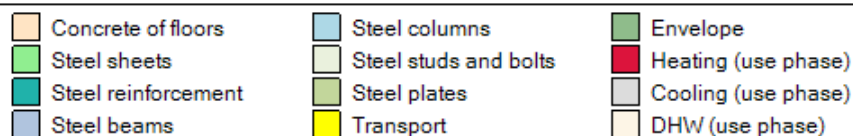
Module B

Module C

Module D

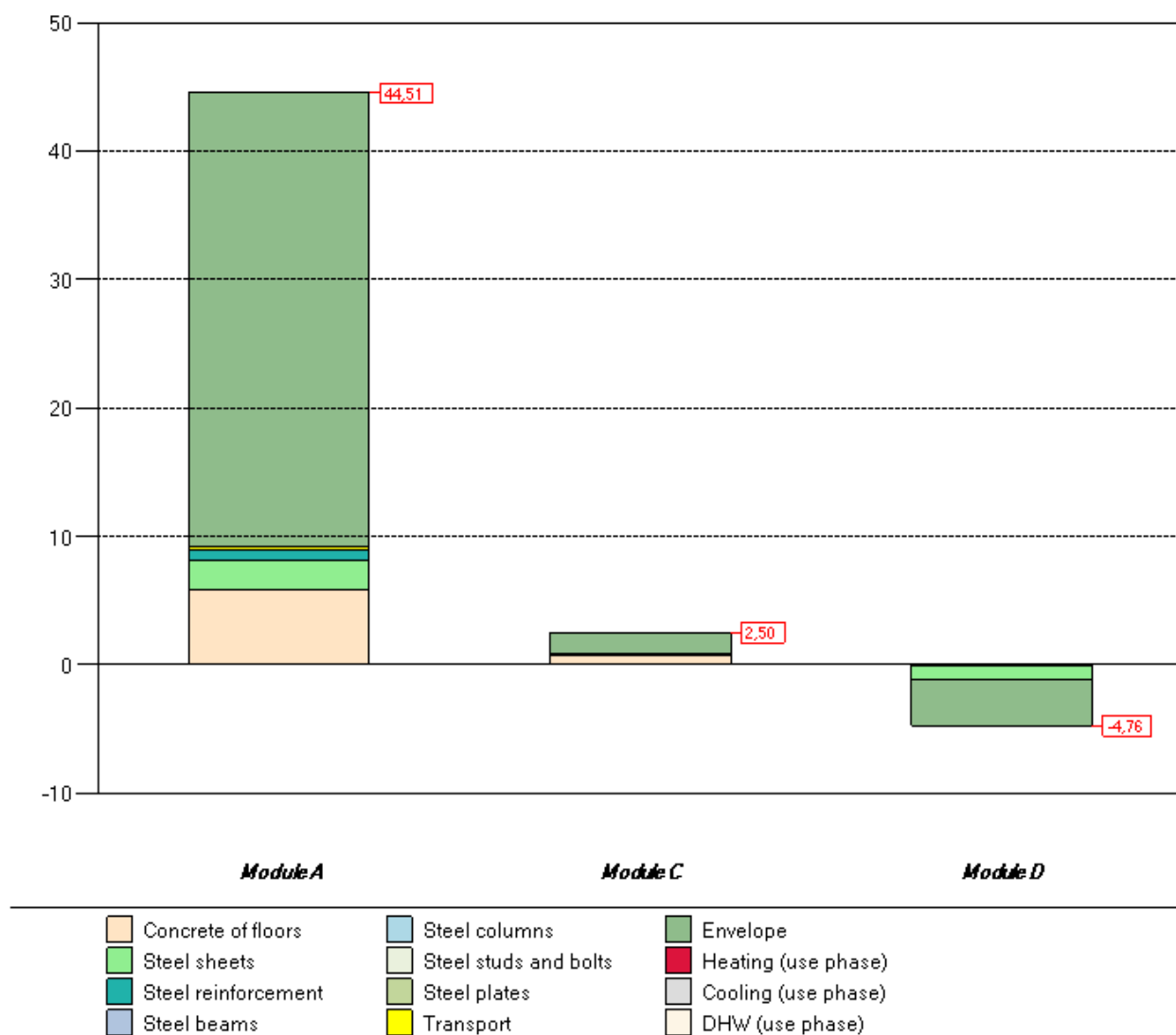
Total A to C

Total A to D



| CasaBuna dwelling   |                                | GWP<br>(tCO <sub>2</sub> eq) |
|---------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Module A            | Concrete of floors             | 5.80                         |
|                     | Steel sheets                   | 2.26                         |
|                     | Steel reinforcement            | 0.87                         |
|                     | Steel beams                    | 0.00                         |
|                     | Steel columns                  | 0.00                         |
|                     | Steel studs and bolts          | 0.00                         |
|                     | Plate Connections              | 0.00                         |
|                     | Transport                      | 0.23                         |
|                     | Envelope                       | 33.46                        |
|                     | <b>Module A</b>                | <b>42.62</b>                 |
| Module B            | Energy need for space heating  | 1922.38                      |
|                     | Energy need for space cooling  | 0.00                         |
|                     | Energy need for DHW production | 1783.18                      |
| <b>Module B</b>     |                                | <b>3705.56</b>               |
| Module C            | Concrete of floors             | 0.77                         |
|                     | Steel sheets                   | 0.01                         |
|                     | Steel reinforcement            | 0.04                         |
|                     | Steel beams                    | 0.00                         |
|                     | Steel columns                  | 0.00                         |
|                     | Steel studs and bolts          | 0.00                         |
|                     | Plate Connections              | 0.00                         |
|                     | Transport                      | 0.00                         |
|                     | Envelope                       | 1.68                         |
|                     | <b>Module C</b>                | <b>2.50</b>                  |
| Module D            | Concrete of floors             | -0.01                        |
|                     | Steel sheets                   | -1.15                        |
|                     | Steel reinforcement            | 0.00                         |
|                     | Steel beams                    | 0.00                         |
|                     | Steel columns                  | 0.00                         |
|                     | Steel studs and bolts          | 0.00                         |
|                     | Plate Connections              | 0.00                         |
|                     | Transport                      | 0.00                         |
|                     | Envelope                       | -4.04                        |
|                     | <b>Module D</b>                | <b>-5.20</b>                 |
| <b>Total A to C</b> |                                | <b>3750.68</b>               |
| <b>Total A to D</b> |                                | <b>3745.47</b>               |

Při zaměření se na dopady GWP z výroby a produkce materiálů (modul A) je vidět, že 79% celkového dopadu je prostřednictvím komponentů pláště budovy včetně fasády, střechy a oken.

Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)

Energetická spotřeba budovy je 15.6 kWh/m<sup>2</sup>y.

## Use phase heating

| Energy for space heating      |          |           |            |          |          |
|-------------------------------|----------|-----------|------------|----------|----------|
| Heat transfer by transmission |          |           |            |          |          |
| Walls                         | Glazing  | Ext Floor | Roof       | Ground   | Total    |
| kWh/year                      | kWh/year | kWh/year  | kWh/year   | kWh/year | kWh/year |
| 4845.1                        | 5968.3   | 0.0       | 3328.8     | 3008.7   | 16882.1  |
| Heat Transfer by ventilation  |          |           | Heat gains |          |          |
| Ventilation                   |          |           | Glazed     | Opaque   | Internal |
| kWh/year                      |          |           | kWh/year   | kWh/year | kWh/year |
| 8963.6                        |          |           | 14064.4    | 783.0    | 10757.0  |

| Energy need for heating |       |       |       |       |     |     |     |     |     |       |       |       |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|
| Qh,nd                   | JAN   | FEB   | MAR   | APR   | MAY | JUN | JUL | AUG | SEP | OCT   | NOV   | DEC   |
| kWh                     | 911.2 | 606.4 | 435.1 | 129.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.9 | 454.8 | 816.6 |
| kWh/m²                  | 4.1   | 2.7   | 2.0   | 0.6   | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5   | 2.1   | 3.7   |

| Energy Breakdowns           |        |              |
|-----------------------------|--------|--------------|
| Building totals for heating |        |              |
| Energy need                 | 3454.2 | kWh/year     |
|                             | 15.6   | kWh/m²/year  |
| Delivered energy            | 3970.4 | kWh/year     |
| COP : 0.87                  | 18.0   | kWh/m²/year  |
| Primary                     | 341.5  | kgoe/year    |
| fconv : 0.086               | 1.5    | kgoe/m²/year |

## 7.3 Průmyslová hala

### 7.3.1 Rozsah studie

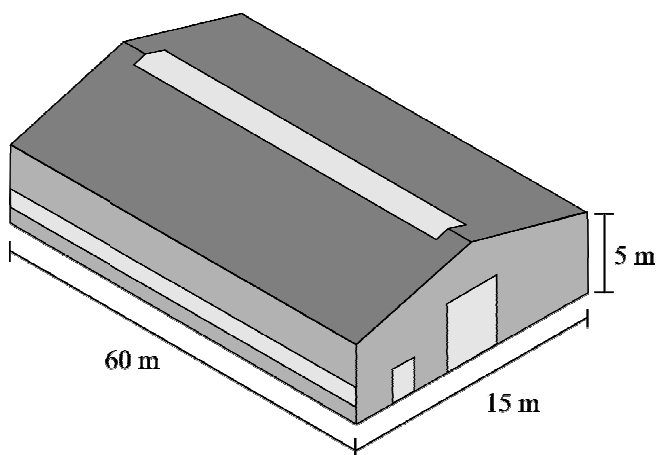
Cílem této studie je zhodnotit a porovnat dopady průmyslové budovy na životní prostředí, založené na dvou rozdílných konstrukčních systémech:

- Portálový rám skládající se z profilů za tepla válcovaných
- Tuhých železobetonových sloupech a přidané příčle

Při výpočtu ocelového konstrukčního systému budou vzaty v úvahu dvě rozdílné třídy (oceli).

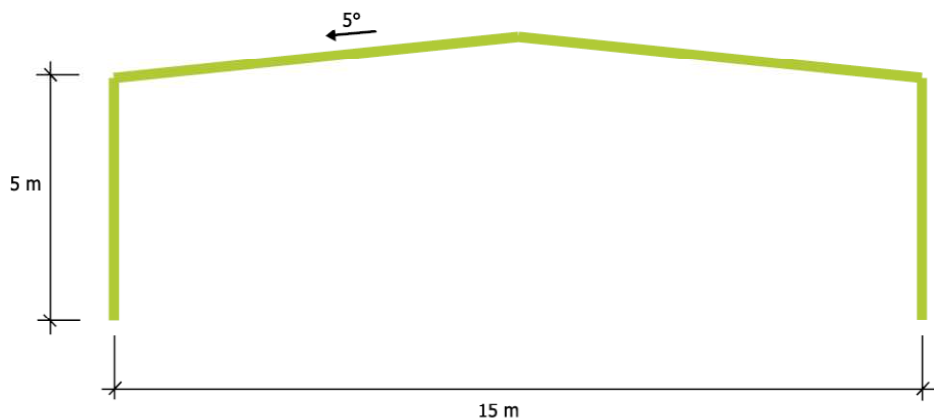
### 7.3.2 Popis budovy

Jednopodlažní budova průmyslové haly o ploše 900m<sup>2</sup> je zobrazena na následujícím obrázku:



### 7.3.3 Konstrukční systém

Konstrukce rámu je o rozpětí 15 m a podélná vzdálenost mezi jednotlivými vazbami je 6 m. Výška sloupu je 5 m a sklon střechy je 5° jak je vidět z následujícího obrázku:



Konstrukční součásti pro 3 systémové varianty jsou popsány v následující tabulce:

| Konstrukční prvek | Varianta 1<br>Ocelový rám S235        | Varianta 2<br>Ocelový rám S460        | Varianta 3<br>Betonový rám                  |
|-------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|
| Příčle            | IPE 450                               | IPE 330                               | Prefabrikovaný beton<br>jednotka T80        |
|                   |                                       |                                       | Vyztužení<br>BSt500 202.5 kg/m <sup>3</sup> |
| Sloupy            | Prvotní : IPE400<br>Druhotný : HEA480 | Prvotní : IPE400<br>Druhotný : HEA480 | Betonová část<br>0.4x0.4m C30/37            |
|                   |                                       |                                       | Vyztužení<br>BSt500 108.1 kg/m <sup>3</sup> |

Obrázek ocelového konstrukčního systému je zobrazen níže.



Budovy jsou navrženy v klimatické oblasti Paříže.

Základní podlaží je tvořeno železobetonovou deskou s obvodovou izolací.

Výčet konstrukčních materiálů je zobrazen v tabulce níže.

| Konstrukční prvek      | Varianta 1<br>Ocelový rám S235 | Varianta 2<br>Ocelový rám S460 | Varianta 3<br>Betonový rám |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Příčle                 | 6.88 t                         | 4.33 t                         | Beton : 34.19 t            |
|                        |                                |                                | Vyztužení : 2.93 t         |
| Sloupy                 | 4.17 t                         | 4.17 t                         | Beton : 30.12 t            |
|                        |                                |                                | Vyztužení : 1.38 t         |
| Trny                   | /                              | /                              | /                          |
| Šrouby                 | 43 kg                          | 43 kg                          | /                          |
| Přípoje, spoje (desek) | 336 kg                         | 336 kg                         | /                          |
| Základní podlaží       | Beton : 425.7 kg               | Beton : 425.7 kg               | Beton : 425.7 kg           |
|                        | 14.4 t                         | 14.4 t                         | 14.4 t                     |



### 7.3.4 Součásti pláště budovy

Plášť je primárně tvořen z polyuretanového sendvičového panelu, ale tloušťka součástí pláště bude zvýšena až na 200 mm, aby byl vidět vliv na výsledky v oblasti životního prostředí.

Sedlová střecha (5°) je tvořena podpurným ocelovým plechem tloušťky 1 mm a 140 mm tlustou minerální vlnou.

Okna jsou tvořena hliníkovým rámem a dvojitým zasklením.

Následující tabulka udává U-hodnoty jednotlivých částí budovy.

|                                  |      |                     |
|----------------------------------|------|---------------------|
| <b>ZDI : PU SENDVIČOVÝ PANEL</b> |      |                     |
| <b>Tloušťka : 80mm</b>           | 0.33 | W/m <sup>2</sup> .K |
| <b>Tloušťka : 200mm</b>          | 0.12 |                     |
| <b>STŘECHA</b>                   | 0.31 | W/m <sup>2</sup> .K |
| <b>OKNA</b>                      | 2.6  | W/m <sup>2</sup> .K |
| <b>ZÁKLADNÍ PODLAŽÍ</b>          | 0.44 | W/m <sup>2</sup> .K |

Vnitřní tepelná kapacita prvků pláště je popása níže.

|                         |        |                    |
|-------------------------|--------|--------------------|
| <b>Základní podlaží</b> | 460000 | J/m <sup>2</sup> K |
| 0.2 m betonu            |        |                    |
| <b>Běžné podlaží</b>    | 0      | J/m <sup>2</sup> K |
| <b>Vnitřní stěny</b>    | 0      | J/m <sup>2</sup> K |

### 7.3.5 HVAC systémy

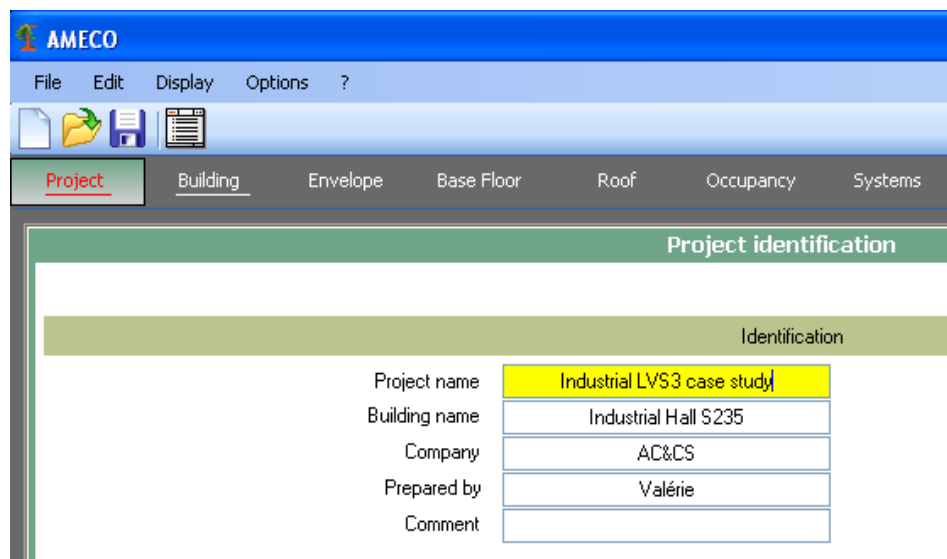
Systém vytápění představuje kotel na plynné palivo, založený na nastaveném bodu teploty 20°C. V budově není nainstalován ani chladicí systém, ani mechanická ventilace a ani rozvod domácí teplé vody (teplovodní systém)

### 7.3.6 Hlavní hypotézy

Z této studie jsou vyloučeny základy stejně jako příčky a dveře. Z analýzy jsou dále vyloučeny vnitřní úpravy a nábytek. Do spotřeby energie budovy jsou zahrnuty pouze přídatné ztráty kvůli integrovaným tepelným mostům v konstrukci.

## 7.3.7 Vstupní data v programu AMECO 3

### 7.3.7.1 Obecná vstupní data průmyslové budovy v AMECO3



**AMECO**

File Edit Display Options ?

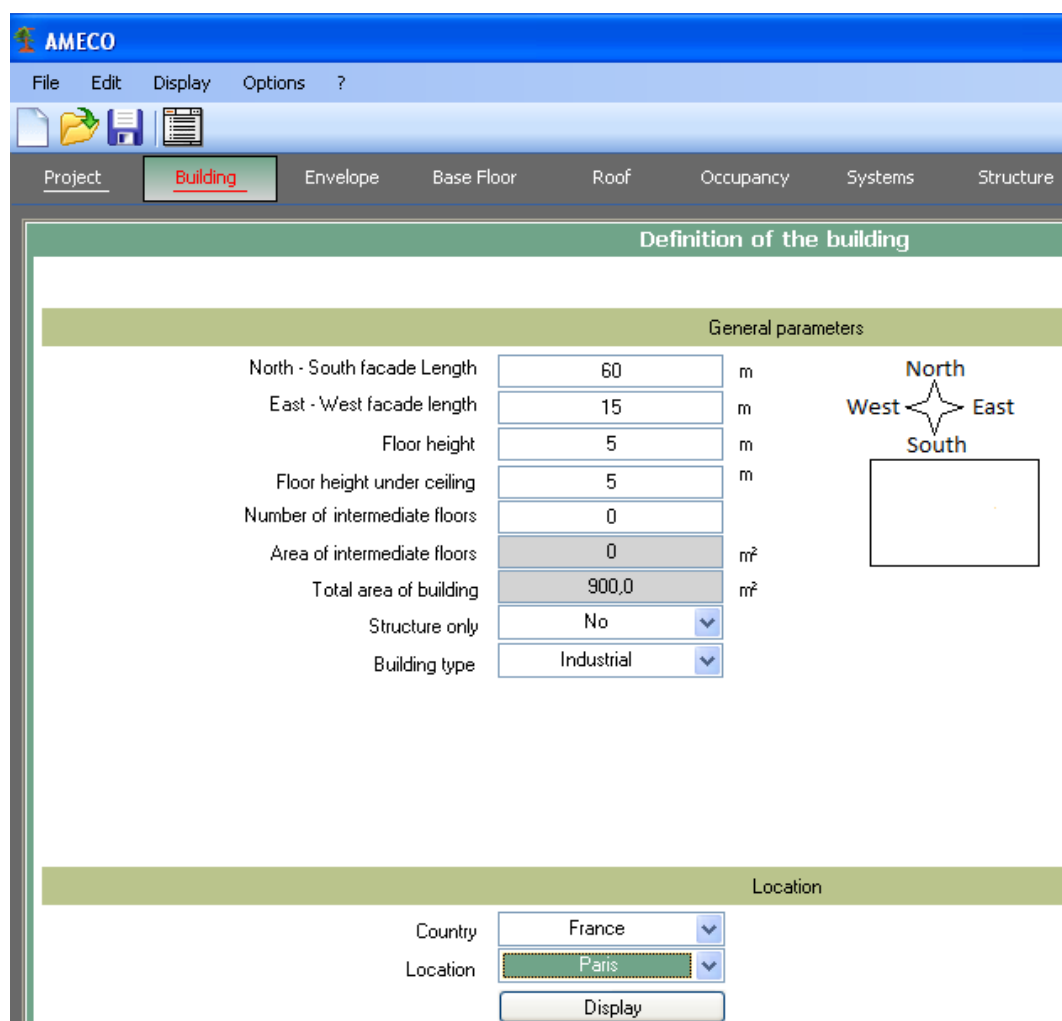
Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems

**Project identification**

Identification

|               |                            |
|---------------|----------------------------|
| Project name  | Industrial LVS3 case study |
| Building name | Industrial Hall S235       |
| Company       | AC&CS                      |
| Prepared by   | Valérie                    |
| Comment       |                            |

### 7.3.7.2 Vstupní data pro geometrii (Moduly A-C-D)



**AMECO**

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems Structure

**Definition of the building**

General parameters

|                               |            |    |
|-------------------------------|------------|----|
| North - South facade Length   | 60         | m  |
| East - West facade length     | 15         | m  |
| Floor height                  | 5          | m  |
| Floor height under ceiling    | 5          | m  |
| Number of intermediate floors | 0          |    |
| Area of intermediate floors   | 0          | m² |
| Total area of building        | 900,0      | m² |
| Structure only                | No         | ▼  |
| Building type                 | Industrial | ▼  |

North  
West East  
South

**Location**

|          |        |   |
|----------|--------|---|
| Country  | France | ▼ |
| Location | Paris  | ▼ |

Display

## 7.3.7.3 Vstupní data pro součásti budovy (Moduly A-B-C-D)

AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building **Envelope** Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors Transport Results

### Definition of the building envelope

| Direction    | North | East | South | West |                |
|--------------|-------|------|-------|------|----------------|
| Facade area  | 300   | 75   | 300   | 75   | m <sup>2</sup> |
| Opening area | 14    | 50   | 14    | 50   | %              |

### Facade properties

Wall type: Sandwich panel (PUR 80 mm)

U-value for walls: 0,3 W/(m<sup>2</sup>.K)

Opening type: Double glazing

U-value for openings: 2,9 W/(m<sup>2</sup>.K)

Shading device type: No shading device

Shutter type: No shutter

Indus Hall\_case study\_S235v1.ame | AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope **Base Floor** Roof Occupancy Systems Structure Floors Tra

### Definition of the building base floor

#### Base floor

|                                              |                      |                       |
|----------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| U-value for the base floor                   | 0.44                 | W/(m <sup>2</sup> .K) |
| Base floor type                              | Slab on Ground Floor |                       |
| Thickness of concret base floor              | 0.2                  | m                     |
| Mass of reinforcing steel                    | 14.4                 | t                     |
| Internal heat capacity of ground             | 74612                | J/(m <sup>2</sup> .K) |
| Internal heat capacity of intermediate floor | 0                    | J/(m <sup>2</sup> .K) |
| Internal heat capacity of internal wall      | 0                    | J/(m <sup>2</sup> .K) |

Key  
1 floor slab  
2 ground  
— thickness of external walls

Figure 1 — Schematic diagram of slab-on-ground floor

AMECO

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor **Roof** Occupancy Systems Structure

### Definition of the building roof

#### Roof

|                                  |                     |                       |
|----------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Roof type                        | Waterproof membrane |                       |
| U-value for the roof (flat part) | 0,31                | W/(m <sup>2</sup> .K) |

## 7.3.7.4 Vstupní data pro fázi životnosti budovy (Modul B)

**Occupancy related data**

Comfort requirements

|                               |     |      |
|-------------------------------|-----|------|
| Heating set-point temperature | 18  | °C   |
| Cooling set-point temperature | 26  | °C   |
| Air-flow-rate (heating mode)  | 0,6 | ac/h |
| Air-flow-rate (cooling mode)  | 1   | ac/h |

**Description of building systems**

Heating system

Heating system type: Gas fuel heater

Cooling system

Cooling type system: No cooling

Mechanical ventilation system

Heat recovery system: No

DHW system

DHW system type: No DHW

#### 7.3.7.5 Obecná data pro konstrukci budovy (Moduly A-C-D)

Pro průmyslovou halu S235:

**Bearing structure of the building**

Steel elements

|                                |              |          |
|--------------------------------|--------------|----------|
| Beams (Hot rolled profiles)    | 6.880        | t        |
| Columns (Hot rolled profiles)  | 4.170        | t        |
| Studs                          | 0.0          | t        |
| Bolts                          | 0.043        | t        |
| Plate Connections              | 0.336        | t        |
| <b>Total mass of structure</b> | <b>11.43</b> | <b>t</b> |

Pro průmyslovou halu S460:

**Indus S460.ame | AMECO**

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems **Structure**

**Bearing structure of the building**

**Steel elements**

|                                |              |          |
|--------------------------------|--------------|----------|
| Beams (Hot rolled profiles)    | 4,330        | t        |
| Columns (Hot rolled profiles)  | 4,170        | t        |
| Studs                          | 0,0          | t        |
| Bolts                          | 0,043        | t        |
| Plate Connections              | 0,336        | t        |
| <b>Total mass of structure</b> | <b>8,879</b> | <b>t</b> |

#### 7.3.7.6 Data pro přepravu součástí (Modul A)

**AMECO**

File Edit Display Options ?

Project Building Envelope Base Floor Roof Occupancy Systems Structure Floors **Transport**

**Transport parameters**

**Steel elements**

Total steel transported: 25,61 t

Values for the transport impacts: Average values

**Concrete elements**

|                            |       |    |
|----------------------------|-------|----|
| Total concrete transported | 424,8 | t  |
| Concrete produced on site  | 424,8 | t  |
| Distance by mixer trucks   | 30,0  | km |
| Prefabricated concrete     | 0,0   | t  |
| Distance by regular trucks | 0,0   | km |

### 7.3.8 Výsledky výpočtu s AMECO3

#### 7.3.8.1 Konstrukční systém z oceli S 235

Tabulka níže ukazuje výsledky pro každý enviromentální dopad budovy založené na konstrukčním systému z oceli třídy S235.

#### *Synthesis of results for Industrial hall*

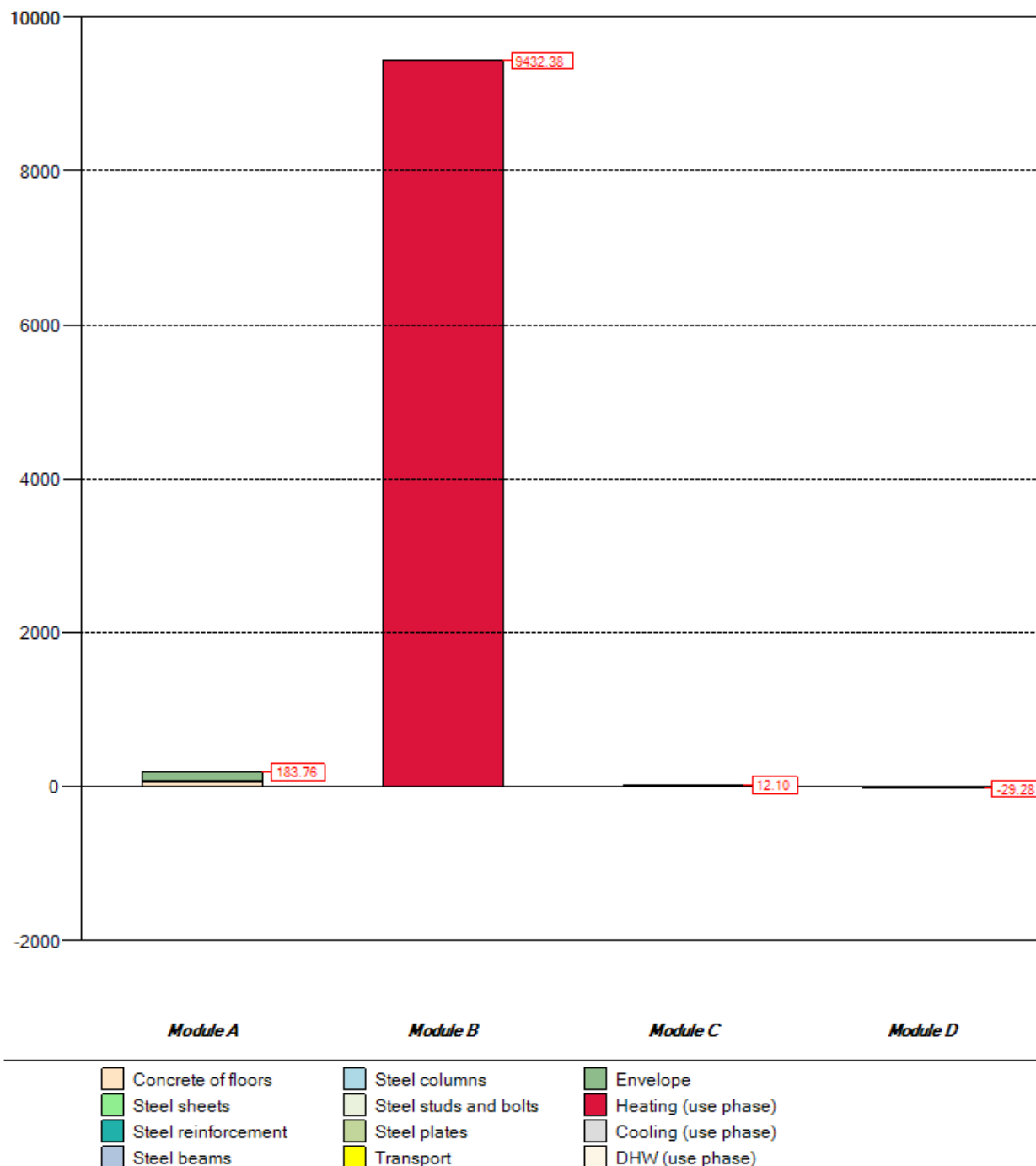
|                           | Module A | Module B  | Module C | Module D  | Total A to C | Total A to D |
|---------------------------|----------|-----------|----------|-----------|--------------|--------------|
| GWP (tCO <sub>2</sub> eq) | 183.76   | 9432.38   | 12.10    | -29.28    | 9628.25      | 9598.97      |
| ODP (tCF <sub>2</sub> eq) | 1.09E-06 | 1.55E-06  | 1.42E-06 | 7.58E-07  | 4.06E-06     | 4.82E-06     |
| AP (tSO <sub>2</sub> eq)  | 5.26E-01 | 3.14E01   | 5.03E-02 | -7.53E-02 | 3.19E01      | 3.19E01      |
| EP (tPO <sub>4</sub> eq)  | 6.40E-02 | 1.53E00   | 1.69E-02 | -2.80E-03 | 1.61E00      | 1.61E00      |
| POCP (tEtheneeq)          | 5.92E-02 | 6.80E00   | 8.53E-03 | -1.51E-02 | 6.87E00      | 6.86E00      |
| ADP-e (tSbeq)             | 1.75E-03 | 2.30E-03  | 8.20E-06 | -2.54E-04 | 4.07E-03     | 3.81E-03     |
| ADP-ff (GJ NCV)           | 2041.70  | 978869.63 | 138.42   | -285.35   | 981049.75    | 980764.40    |
| RPE (GJ NCV)              | 1285.91  | 4687.50   | 6.33     | -264.44   | 5979.75      | 5715.31      |
| RER (GJ NCV)              | 47.75    | 0.00      | 0.00     | 13.72     | 47.75        | 61.47        |
| RPE-total (GJ NCV)        | 68.65    | 4687.50   | 2.91     | -0.65     | 4759.06      | 4758.41      |
| Non-RPE (GJ NCV)          | 887.83   | 98391.18  | 148.73   | -22.75    | 99427.74     | 99404.99     |
| Non-RER (GJ NCV)          | 2.43     | 880547.69 | 0.00     | 0.00      | 880550.12    | 880550.12    |
| Non-RPE-total (GJ NCV)    | 890.26   | 978938.87 | 148.73   | -22.75    | 979977.86    | 979955.11    |
| SM (t)                    | 444.40   | 0.00      | 0.00     | -0.94     | 444.40       | 443.46       |
| RSF (GJ NCV)              | 14.61    | 6.56      | 0.00     | 0.00      | 21.18        | 21.18        |
| Non-RSF (GJ NCV)          | 153.83   | 69.05     | 0.00     | 0.00      | 222.88       | 222.88       |
| NFW (1000 m3)             | 30396.65 | 6075.63   | 157.18   | -100.49   | 36629.47     | 36528.98     |
| HWD (t)                   | 4.53E-03 | 0.00E00   | 0.00E00  | -9.19E-05 | 4.53E-03     | 4.44E-03     |
| Non-HWD (t)               | 276.33   | 6464.29   | 5.42     | -4.14     | 6746.03      | 6741.89      |
| RWD (t)                   | 2.37E-02 | 4.04E00   | 1.65E-05 | -8.53E-04 | 4.06E00      | 4.06E00      |
| CR (t)                    | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 1.11      | 0.00         | 1.11         |
| MR (t)                    | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.33      | 0.00         | 0.33         |
| MER (t)                   | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.00      | 0.00         | 0.00         |
| EE (t)                    | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.00      | 0.00         | 0.00         |

Můžeme vidět, že náklady a dopady modulu B jsou převládající.

Údaje o vlivu GWP pro každou součást budovy včetně dopravy jsou zobrazeny níže.

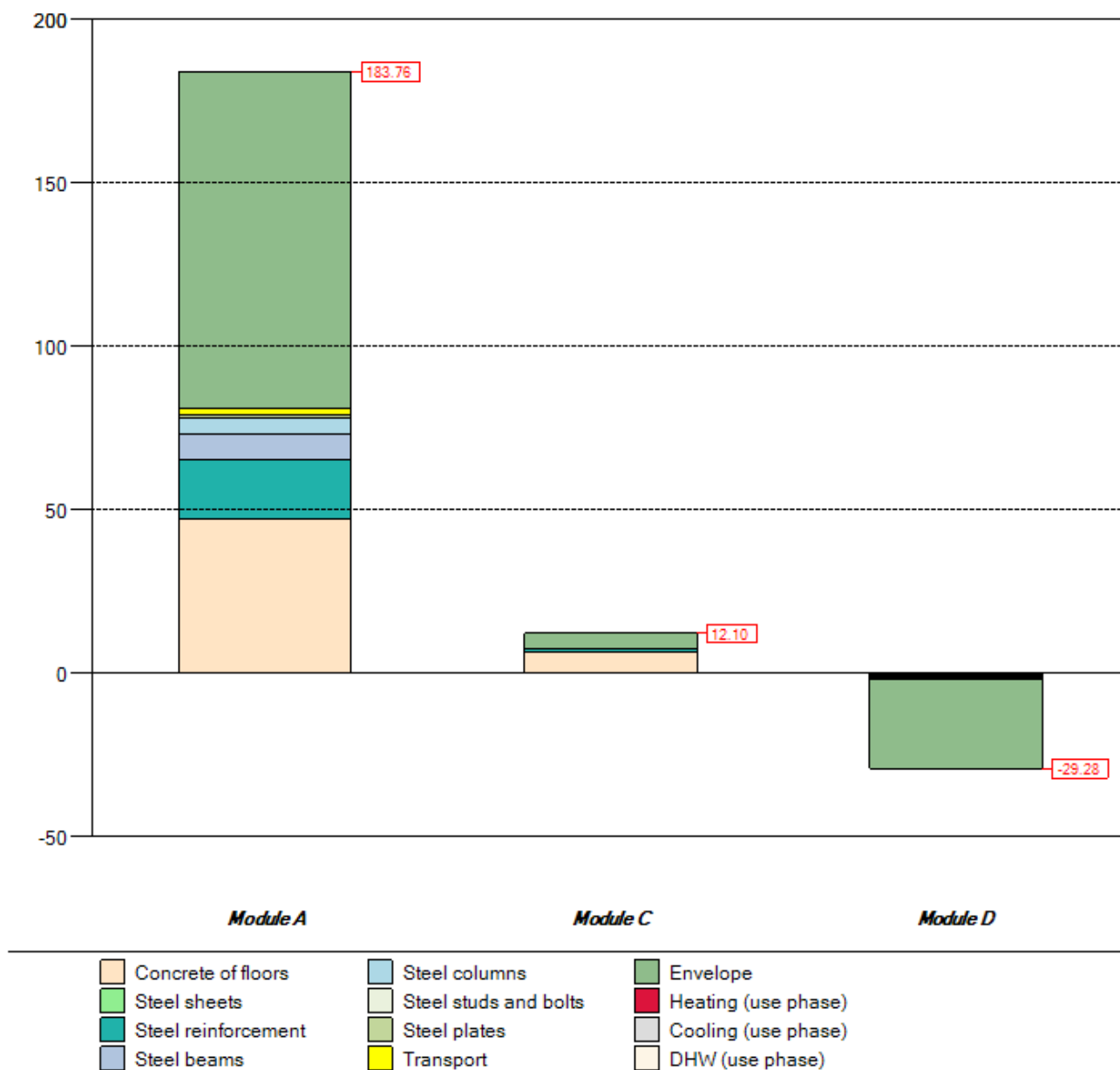
Modul B tvoří okolo 99% globálního dopadu (vlivu) GWP pro tuto budovu založenou na konstrukčním systému z oceli S235, jak je zvýrazněno v následujícím grafu:

**Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)**



Dopady GWP, které jsou způsobené materiály pro stavbu budovy jako jsou konstrukční systém a součástí pláště, jsou zobrazeny v grafu níže:

### Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)



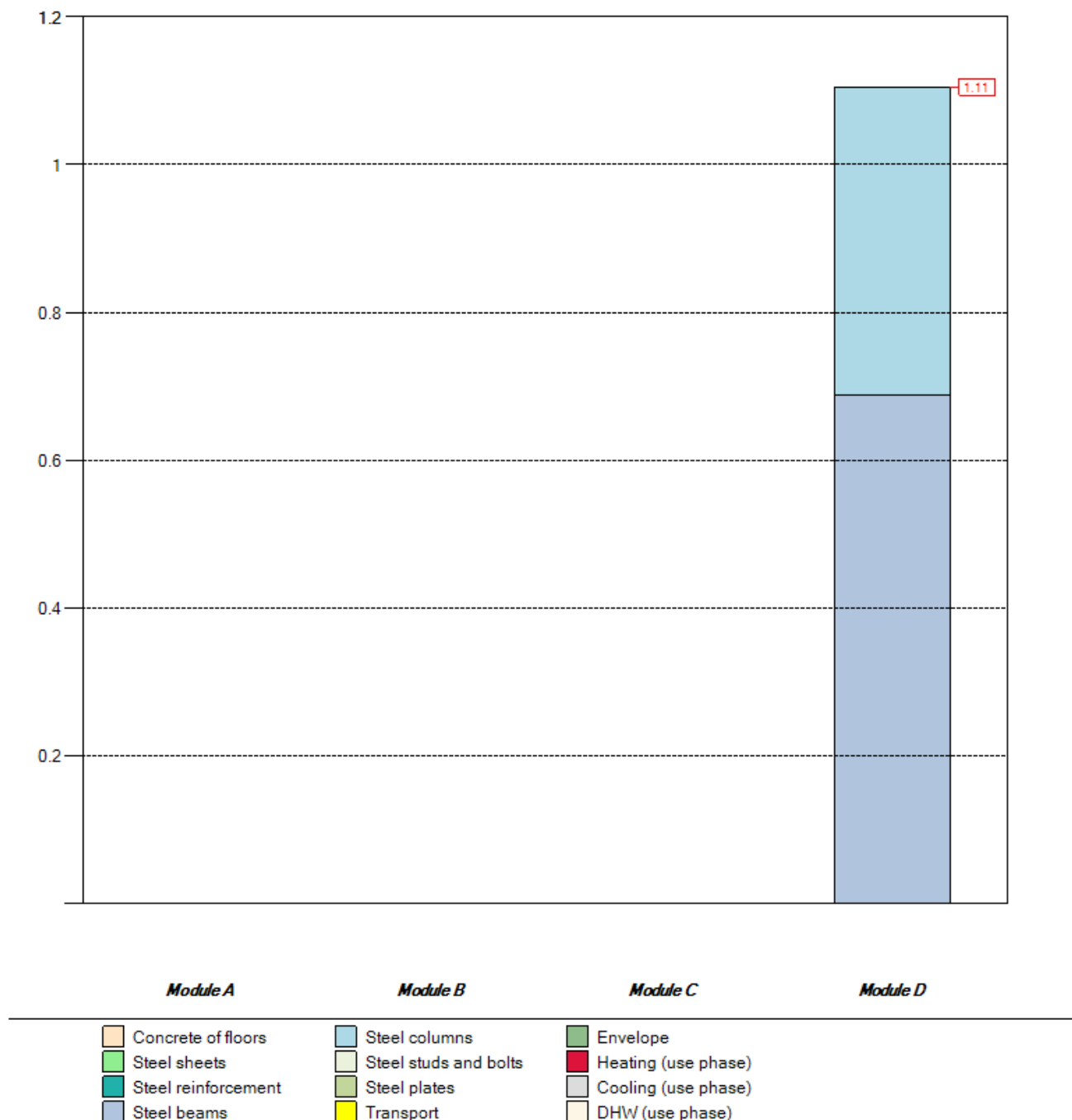
Pro modul A můžeme vidět, že materiály pláště (obálky) budovy tvoří až 56% celkového dopadu GWP.

Dopad GWP konstrukčního systému je 78.6 tCO<sub>2</sub>-eq a dopad GWP způsobený betonem jednotl. podlaží je roven 47.31 tCO<sub>2</sub>-eq, což představuje 60 % dopadu GWP celkového konstrukčního systému.

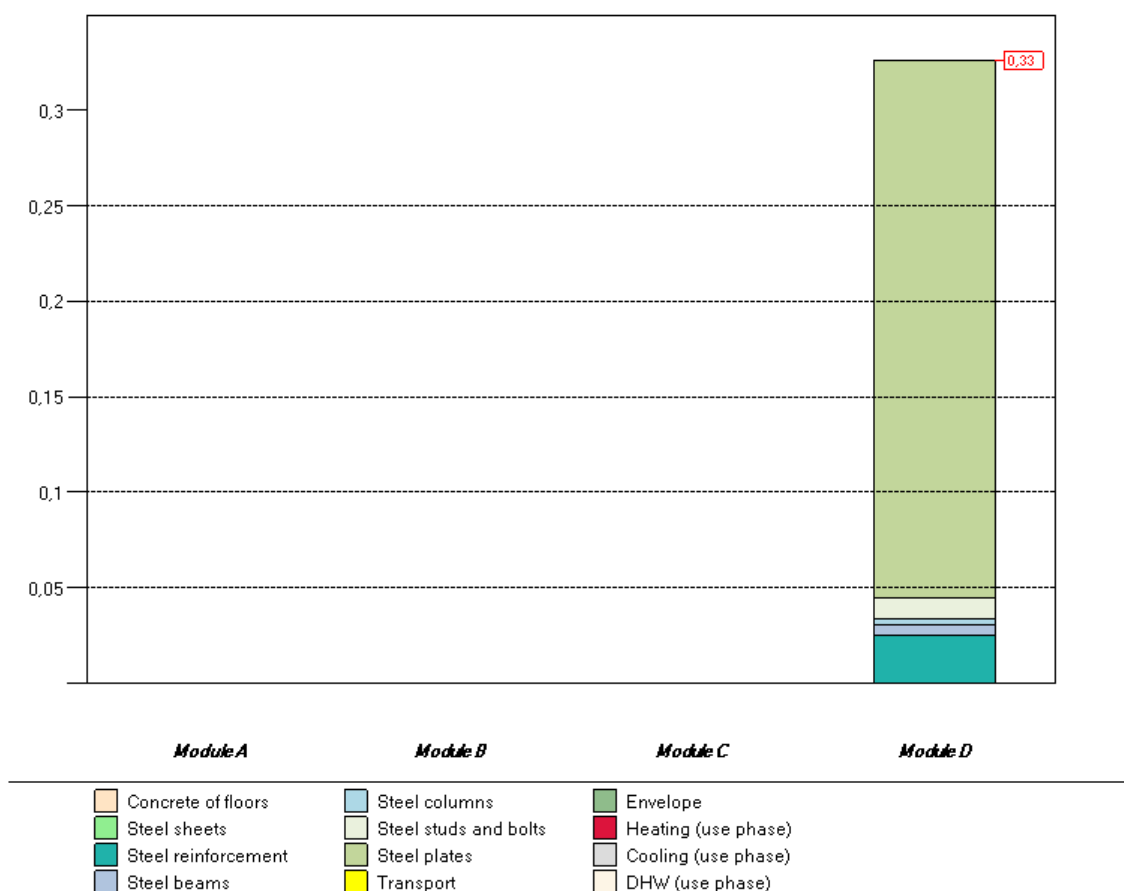


Modul D zvýrazňuje výhody a užitek konce životnosti jednotlivých stavebních prvků budovy, které mohou být získány buď prostřednictvím opětovného použití, nebo recyklace material. Vše je znázorněno v grafu níže.

Components for reuse (t)



## Materials for recycling (t)



Spotřeba energie vytápění je rovna hodnotě 19 kWh/m<sup>2</sup>y, jak je ukázáno v tabulce níže.

## Use phase heating

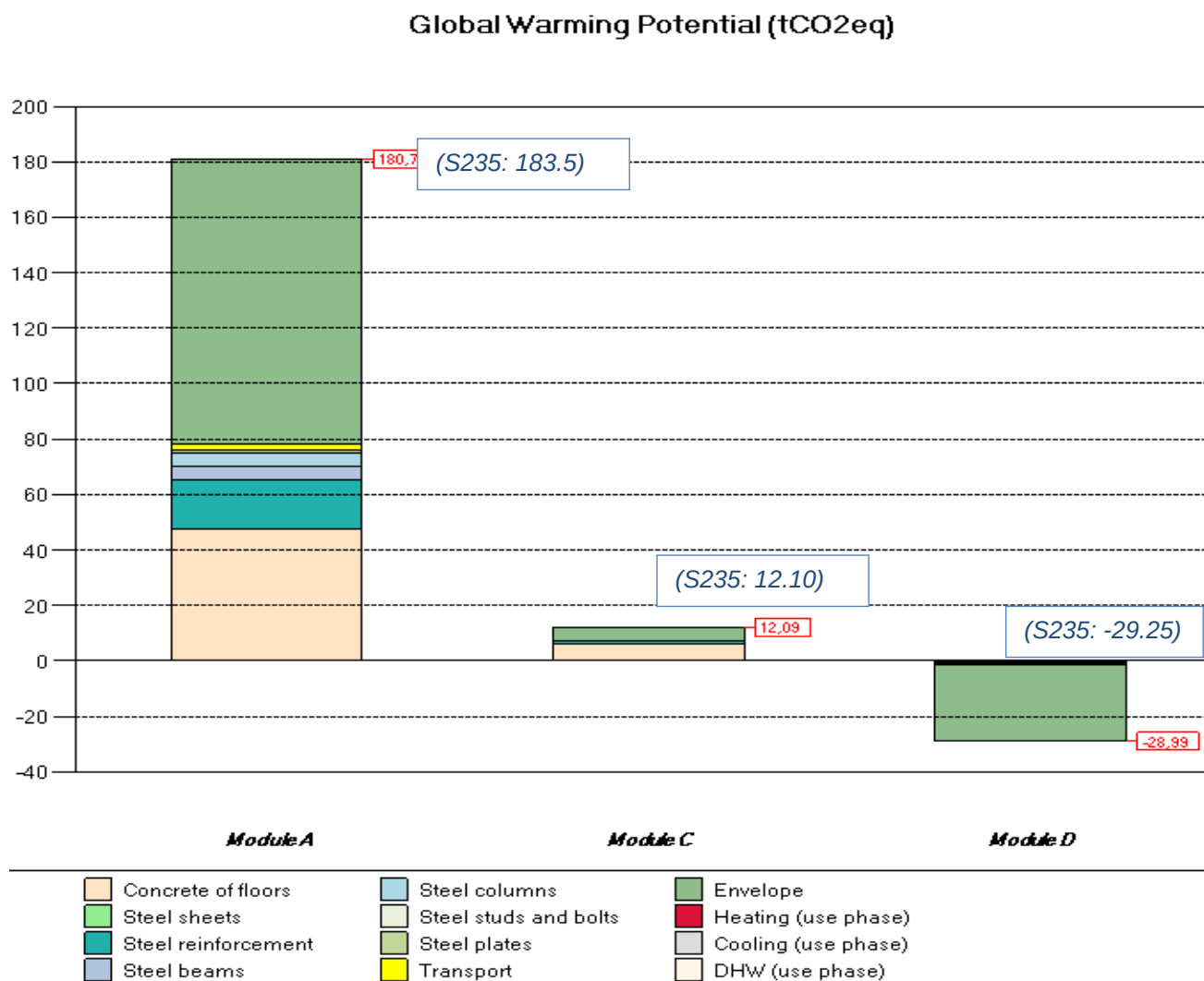
| Energy for space heating      |          |           |            |          |          |
|-------------------------------|----------|-----------|------------|----------|----------|
| Heat transfer by transmission |          |           |            |          |          |
| Walls                         | Glazing  | Ext Floor | Roof       | Ground   | Total    |
| kWh/year                      | kWh/year | kWh/year  | kWh/year   | kWh/year | kWh/year |
| 11050.9                       | 28739.9  | 0.0       | 17389.8    | 11212.7  | 66993.5  |
| Heat Transfer by ventilation  |          |           | Heat gains |          |          |
| Ventilation                   |          |           | Glazed     | Opaque   | Internal |
| kWh/year                      |          |           | kWh/year   | kWh/year | kWh/year |
| 52169.4                       |          |           | 42631.5    | 1661.1   | 64941.9  |

| Energy need for heating |        |        |        |        |     |     |     |     |     |       |        |        |  |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|--------|--------|--|
| Qh,nd                   | JAN    | FEB    | MAR    | APR    | MAY | JUN | JUL | AUG | SEP | OCT   | NOV    | DEC    |  |
| kWh                     | 3642.1 | 3040.8 | 2279.5 | 1099.0 | 8.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 755.8 | 2582.3 | 3540.6 |  |
| kWh/m <sup>2</sup>      | 4.0    | 3.4    | 2.5    | 1.2    | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8   | 2.9    | 3.9    |  |

| Energy Breakdowns           |         |                           |
|-----------------------------|---------|---------------------------|
| Building totals for heating |         |                           |
| Energy need                 | 16948.6 | kWh/year                  |
|                             | 18.8    | kWh/m <sup>2</sup> /year  |
| Delivered energy            | 19481.1 | kWh/year                  |
| COP : 0.87                  | 21.6    | kWh/m <sup>2</sup> /year  |
| Primary                     | 1675.4  | kgoe/year                 |
| fconv : 0.086               | 1.9     | kgoe/m <sup>2</sup> /year |

### 7.3.8.2 Konstrukční systém z oceli S 460

Zvýšení třídy oceli umožňuje redukci celkové hmotnosti ocelové konstrukce z 6.66 t oceli S235 na 4.33t, což představuje celkové snížení hmotnosti o 2.33t jednotlivých konstrukčních prvků. To poté také představuje snížení celkových dopadů GWP modulů A, C & D.



Dopad GWP konstrukčního systému prostřednictvím zvýšení třídy oceli je 10.69 t CO<sub>2</sub>-eq, umožňující čistou redukci o 2.69 tCO<sub>2</sub>-eq v porovnání s konstrukčním systémem z oceli S 235.

Dopady GWP prostřednictvím konstrukčních prvků pláště představují 57% celkového dopadu modulu A, což je podobné podílu konstrukčního systému z oceli S235.

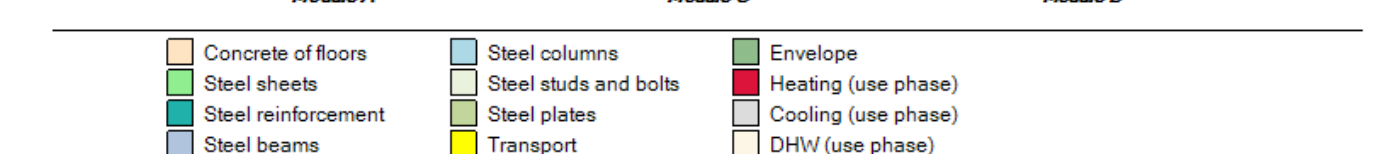
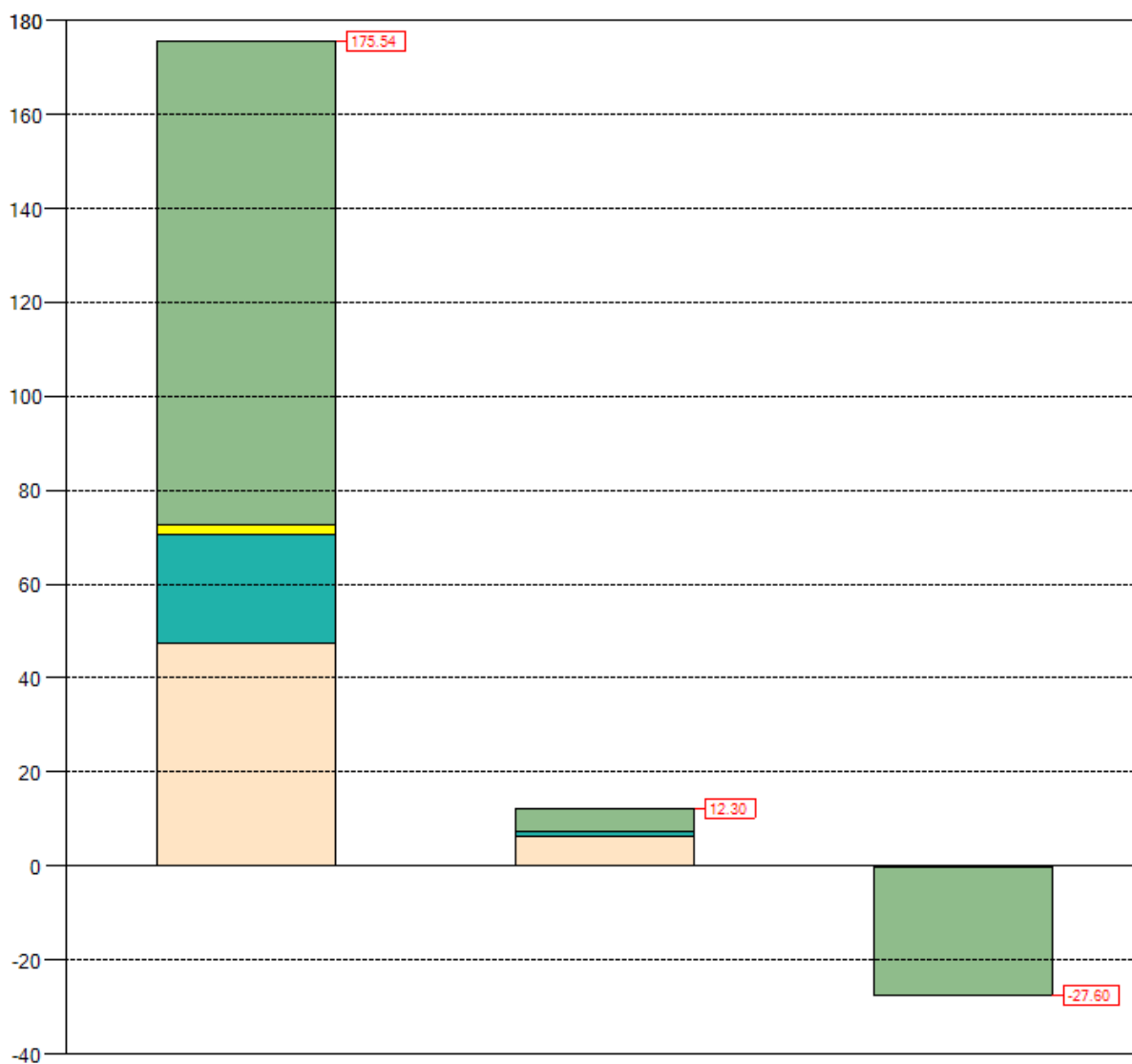
### 7.3.8.3 Betonový konstrukční systém

Tabulka níže shrnuje všechny enviromentální dopady budovy s betonovým konstrukčním systémem.

| Industrial hall     |                                | GWP<br>(tCO <sub>2</sub> eq) |
|---------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Module A            | Concrete of floors             | 47.31                        |
|                     | Steel sheets                   | 0.00                         |
|                     | Steel reinforcement            | 23.26                        |
|                     | Steel beams                    | 0.00                         |
|                     | Steel columns                  | 0.00                         |
|                     | Steel studs and bolts          | 0.00                         |
|                     | Plate Connections              | 0.00                         |
|                     | Transport                      | 2.21                         |
|                     | Envelope                       | 102.75                       |
|                     | <b>Module A</b>                | <b>182.70</b>                |
| Module B            | Energy need for space heating  | 9432.38                      |
|                     | Energy need for space cooling  | 0.00                         |
|                     | Energy need for DHW production | 0.00                         |
|                     | <b>Module B</b>                | <b>9432.38</b>               |
| Module C            | Concrete of floors             | 6.29                         |
|                     | Steel sheets                   | 0.00                         |
|                     | Steel reinforcement            | 1.18                         |
|                     | Steel beams                    | 0.00                         |
|                     | Steel columns                  | 0.00                         |
|                     | Steel studs and bolts          | 0.00                         |
|                     | Plate Connections              | 0.00                         |
|                     | Transport                      | 0.00                         |
|                     | Envelope                       | 4.83                         |
|                     | <b>Module C</b>                | <b>13.07</b>                 |
| Module D            | Concrete of floors             | -0.12                        |
|                     | Steel sheets                   | 0.00                         |
|                     | Steel reinforcement            | -0.05                        |
|                     | Steel beams                    | 0.00                         |
|                     | Steel columns                  | 0.00                         |
|                     | Steel studs and bolts          | 0.00                         |
|                     | Plate Connections              | 0.00                         |
|                     | Transport                      | 0.00                         |
|                     | Envelope                       | -27.43                       |
|                     | <b>Module D</b>                | <b>-27.69</b>                |
| <b>Total A to C</b> |                                | <b>9628.16</b>               |
| <b>Total A to D</b> |                                | <b>9600.47</b>               |

Můžeme vidět, že dopady způsobené fází užívání jsou opět převažující a jsou rovné dopadům získaných analýzou průmyslových ocelových budov.

Dopady GWP pro jednotl.komponenty a jednotl. moduly jsou zobrazeny níže.

Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)

Modul A má celkový dopad GWP 182.7 t CO<sub>2</sub>-eq. Celkové dopady GWP v důsledku konstrukčních systémů jsou rovny 79.95 t CO<sub>2</sub>-eq, s podílem 29% kvůli armování.

Beton podlaží představuje 26% celkových GWP dopadů modulu A.

Graf níže ukazuje GWP dopady modulu D zdůrazňující výhody recyklovaných materiálů použitých do pláště budovy: hlavně lehké ocelové rámové prvky v komponentech pláště a střešní ocelový plech.

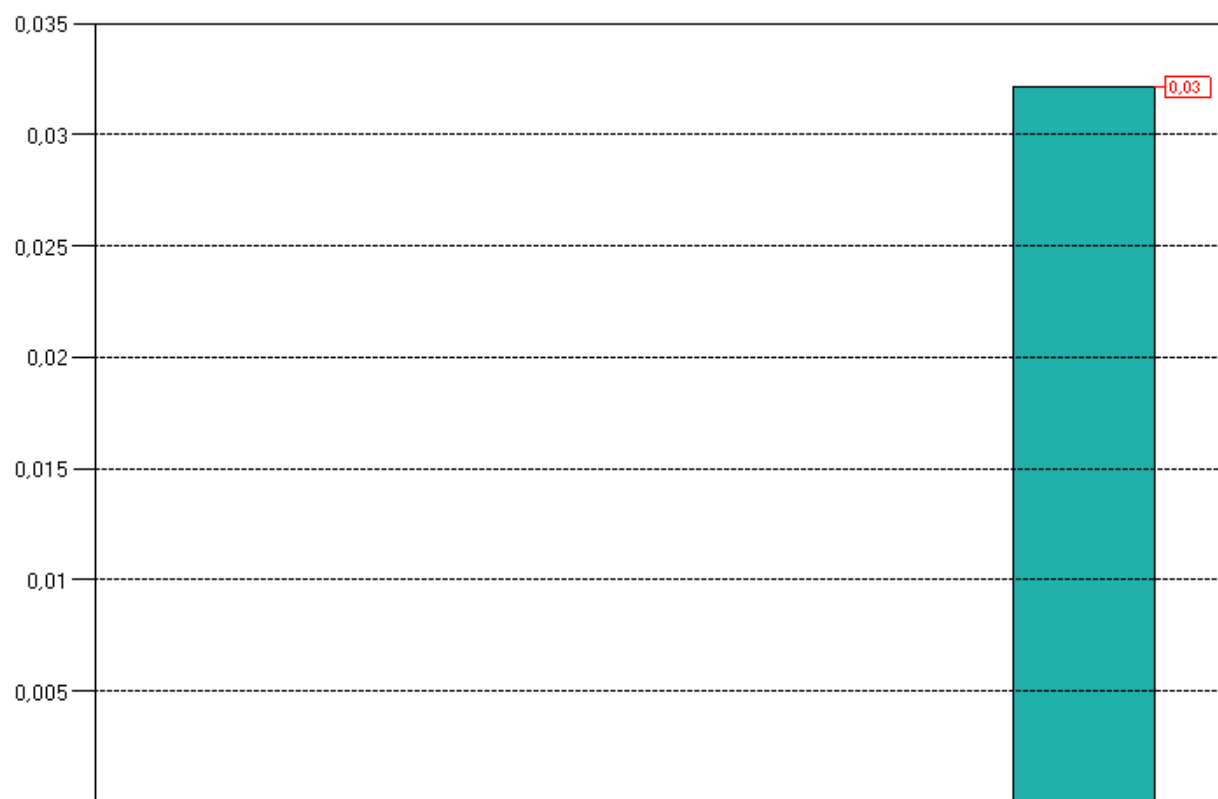
Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)

## Module D

|                     |                       |                     |
|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Concrete of floors  | Steel columns         | Envelope            |
| Steel sheets        | Steel studs and bolts | Heating (use phase) |
| Steel reinforcement | Steel plates          | Cooling (use phase) |
| Steel beams         | Transport             | DHW (use phase)     |

Materiály, které mohou být recyklované, představují 0.03t, což je méně než u budovy z oceli S 235 (0,33t).

## Materials for recycling (t)

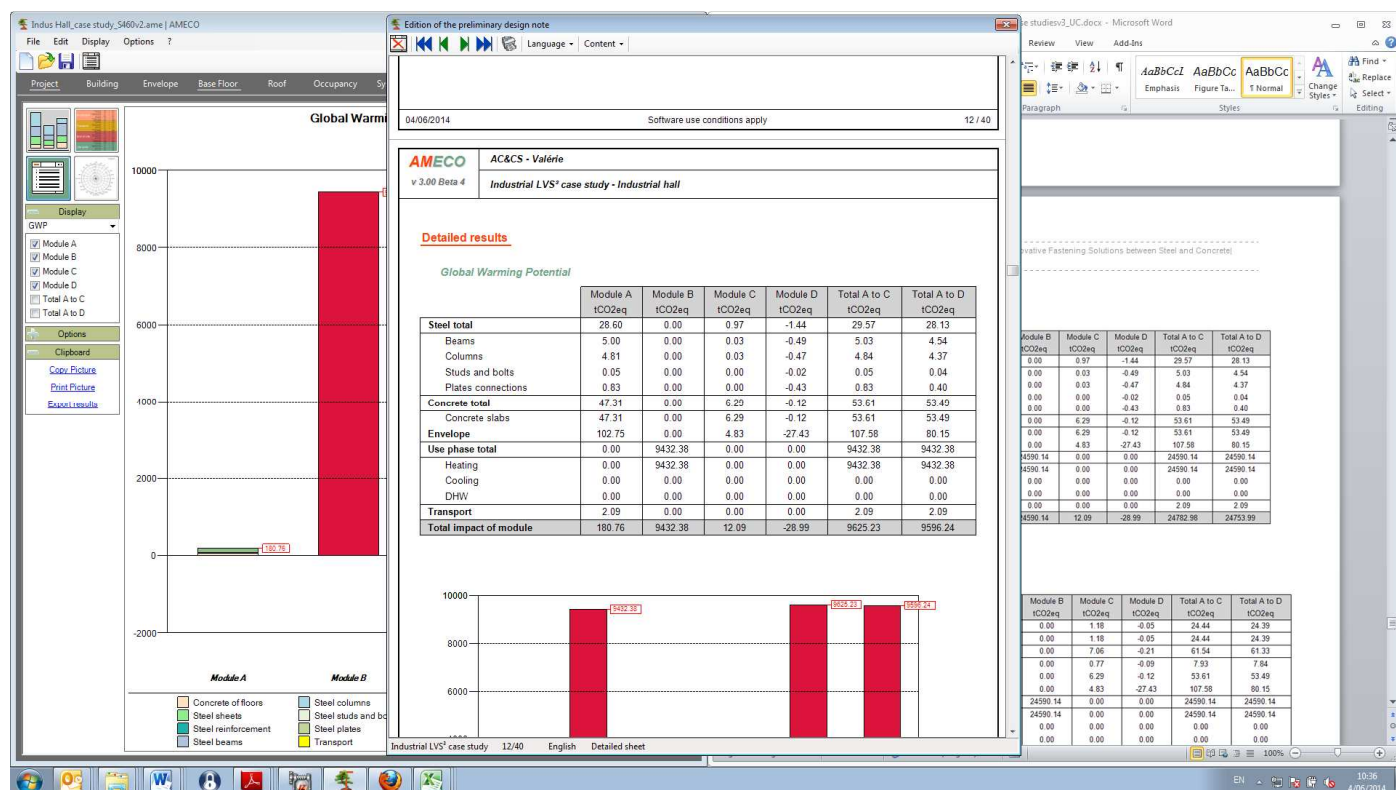


| <i>Module A</i>                                                                                           | <i>Module B</i>                                                                                           | <i>Module C</i>                                                                                  | <i>Module D</i>                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Concrete of floors    |  Steel beams           |  Wood beams   |  Heating (use phase) |
|  Steel sheets          |  Steel columns         |  Wood columns |  Cooling (use phase) |
|  Concrete of structure |  Steel studs and bolts |  Transport    |  DHW (use phase)     |
|  Steel reinforcement   |  Steel plates          |  Envelope     |                                                                                                           |

## 7.3.8.4 Porovnání dopadu GWP v souvislosti s třemi konstrukčními systémy

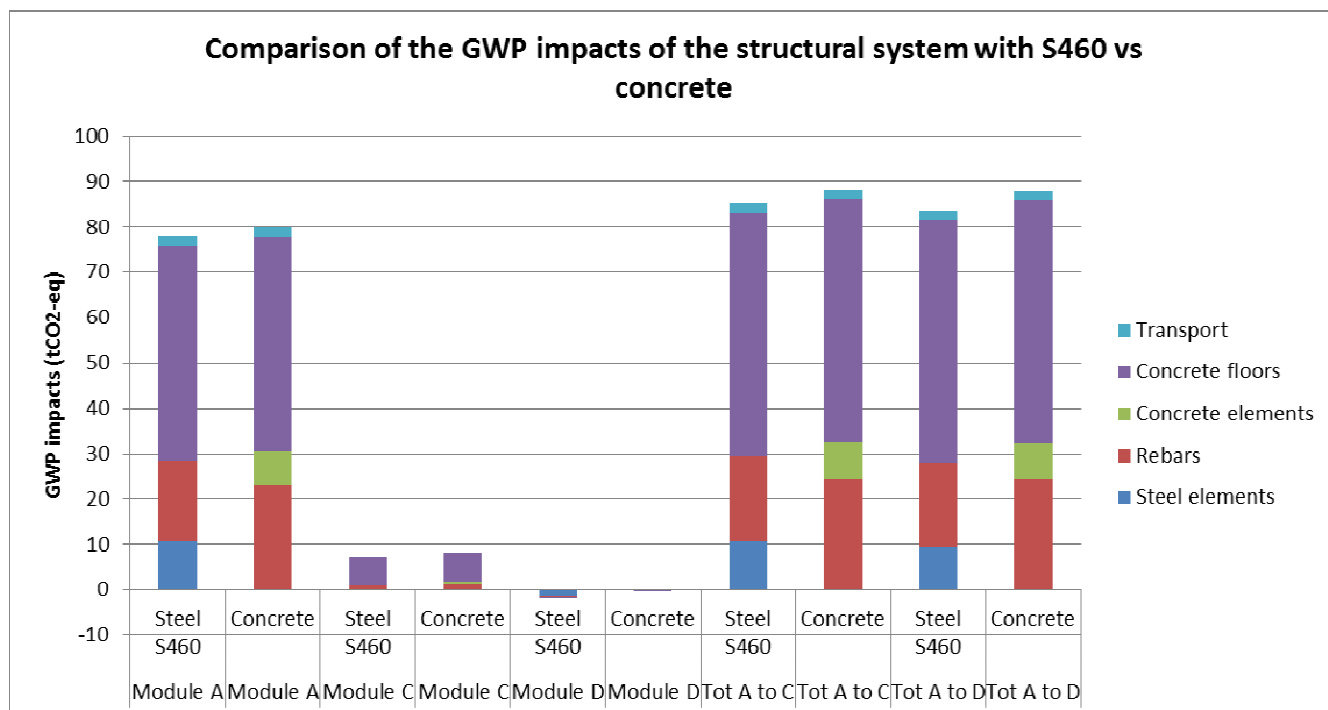
Graf níže ukazuje porovnání celkových dopadů GWP konstrukčního systému vyrobeného z oceli S460 a betonu v modulech A, C & D.

Podrobnosti každého konstrukčního systému jsou zobrazeny níže:

**V2 : S460****V3 : beton****Global Warming Potential**

|                               | Module A<br>tCO2eq | Module B<br>tCO2eq | Module C<br>tCO2eq | Module D<br>tCO2eq | Total A to C<br>tCO2eq | Total A to D<br>tCO2eq |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| <b>Steel total</b>            | 23.26              | 0.00               | 1.18               | -0.05              | 24.44                  | 24.39                  |
| Reinforcement                 | 23.26              | 0.00               | 1.18               | -0.05              | 24.44                  | 24.39                  |
| <b>Concrete total</b>         | 54.48              | 0.00               | 7.06               | -0.21              | 61.54                  | 61.33                  |
| Concrete of structure         | 7.16               | 0.00               | 0.77               | -0.09              | 7.93                   | 7.84                   |
| Concrete slabs                | 47.31              | 0.00               | 6.29               | -0.12              | 53.61                  | 53.49                  |
| <b>Envelope</b>               | 102.75             | 0.00               | 4.83               | -27.43             | 107.58                 | 80.15                  |
| <b>Use phase total</b>        | 0.00               | 24590.14           | 0.00               | 0.00               | 24590.14               | 24590.14               |
| Heating                       | 0.00               | 24590.14           | 0.00               | 0.00               | 24590.14               | 24590.14               |
| Cooling                       | 0.00               | 0.00               | 0.00               | 0.00               | 0.00                   | 0.00                   |
| DHW                           | 0.00               | 0.00               | 0.00               | 0.00               | 0.00                   | 0.00                   |
| <b>Transport</b>              | 2.21               | 0.00               | 0.00               | 0.00               | 2.21                   | 2.21                   |
| <b>Total impact of module</b> | 182.70             | 24590.14           | 13.07              | -27.69             | 24785.91               | 24758.22               |





### 7.3.9 Analýza přínosů pro životní prostředí v důsledku zvýšení tloušťky izolace

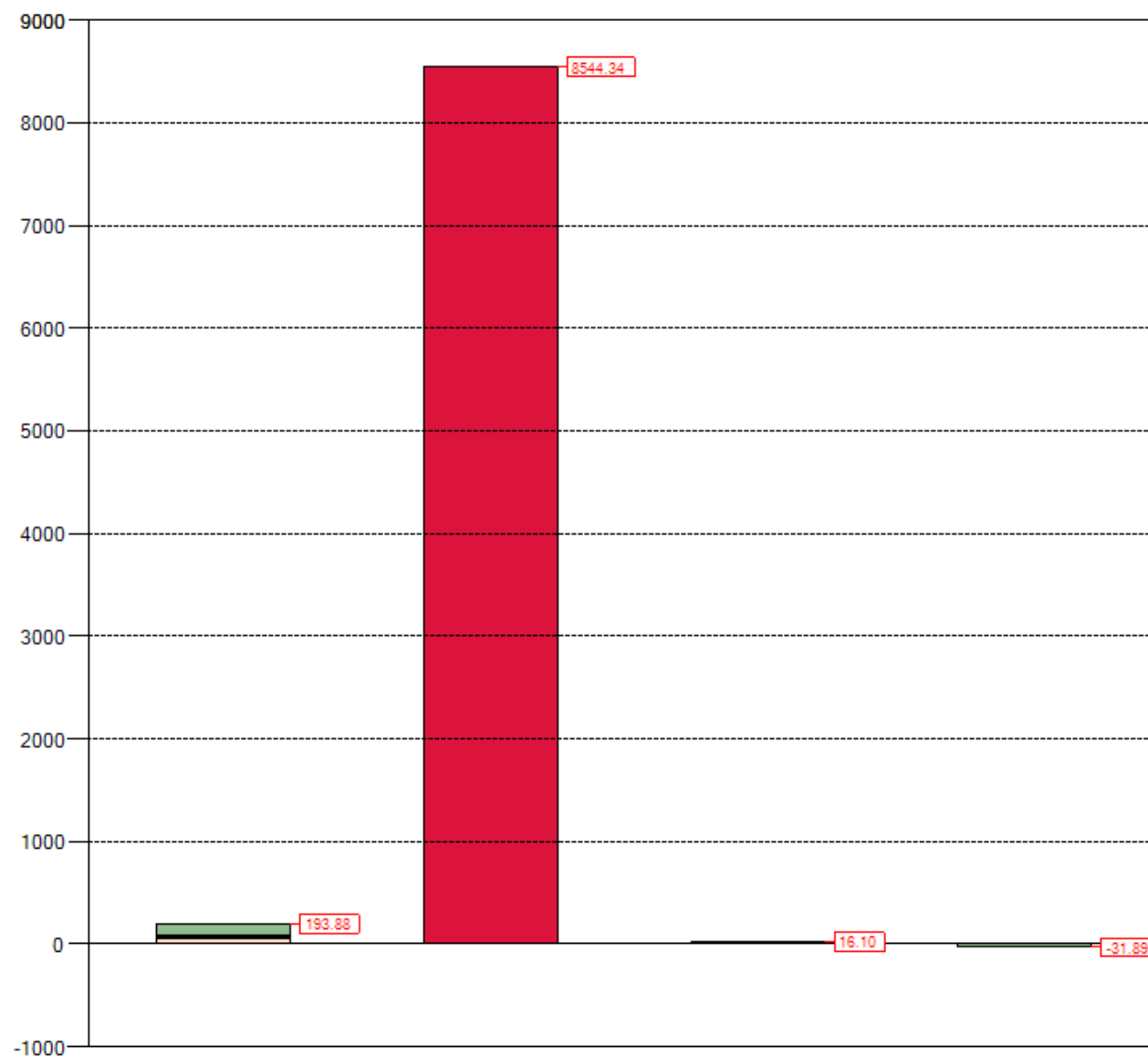
Jak je popsáno v předchozí kapitole, fáze užívání představuje více než 99% celkových dopadů GWP životního cyklu budovy.

Za účelem velkého snížení energetických spotřeb a tudíž i dopadů budovy na životní prostředí je běžným řešením zlepšit energetickou účinnost komponentů pláště budovy pomocí zvětšení tloušťky izolace.

S programem AMECO je jednoduché analyzovat dopad těchto úprav.

Tloušťka izolačních materiálů pláště (v tomto případě sendvičových panelů) je rovná 80mm a byla zvýšena až na 200mm.

Dopady GWP pro fázi životnosti byly redukovány a to umožňuje čistou úsporu 888 tCO<sub>2</sub>-eq :

Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)

Module A

Module B

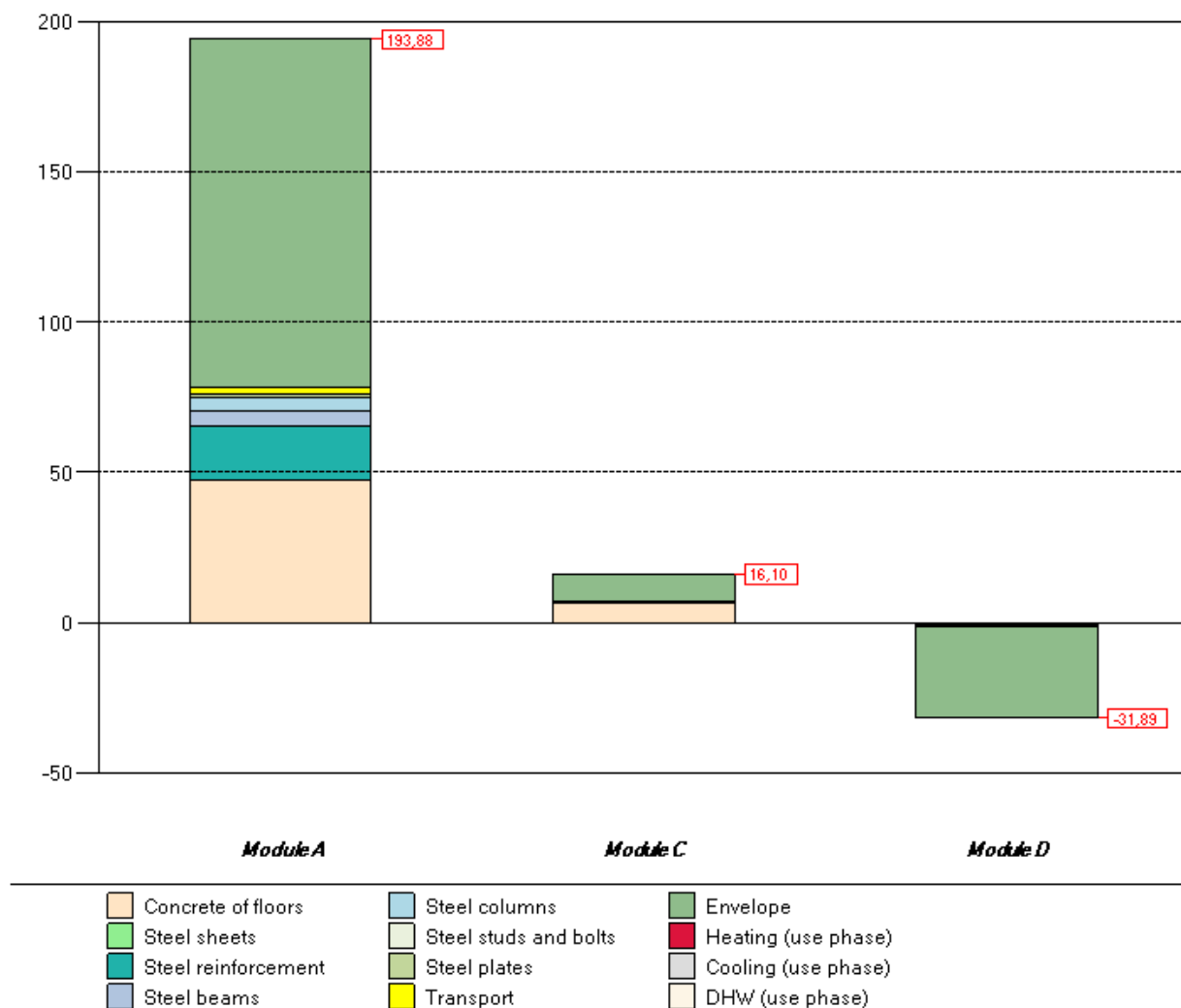
Module C

Module D

|                     |                       |                     |
|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Concrete of floors  | Steel columns         | Envelope            |
| Steel sheets        | Steel studs and bolts | Heating (use phase) |
| Steel reinforcement | Steel plates          | Cooling (use phase) |
| Steel beams         | Transport             | DHW (use phase)     |

| Industrial hall |                                | GWP<br>(tCO <sub>2</sub> eq) |
|-----------------|--------------------------------|------------------------------|
| Module A        | Concrete of floors             | 47.31                        |
|                 | Steel sheets                   | 0.00                         |
|                 | Steel reinforcement            | 17.91                        |
|                 | Steel beams                    | 5.00                         |
|                 | Steel columns                  | 4.81                         |
|                 | Steel studs and bolts          | 0.05                         |
|                 | Plate Connections              | 0.83                         |
|                 | Transport                      | 2.09                         |
|                 | Envelope                       | 115.87                       |
|                 | <b>Module A</b>                | <b>193.88</b>                |
| Module B        | Energy need for space heating  | 8544.34                      |
|                 | Energy need for space cooling  | 0.00                         |
|                 | Energy need for DHW production | 0.00                         |
|                 | <b>Module B</b>                | <b>8544.34</b>               |
| Module C        | Concrete of floors             | 6.29                         |
|                 | Steel sheets                   | 0.00                         |
|                 | Steel reinforcement            | 0.91                         |
|                 | Steel beams                    | 0.03                         |
|                 | Steel columns                  | 0.03                         |
|                 | Steel studs and bolts          | 0.00                         |
|                 | Plate Connections              | 0.00                         |
|                 | Transport                      | 0.00                         |
|                 | Envelope                       | 8.85                         |
|                 | <b>Module C</b>                | <b>16.10</b>                 |
| Module D        | Concrete of floors             | -0.12                        |
|                 | Steel sheets                   | 0.00                         |
|                 | Steel reinforcement            | -0.04                        |
|                 | Steel beams                    | -0.49                        |
|                 | Steel columns                  | -0.47                        |
|                 | Steel studs and bolts          | -0.02                        |
|                 | Plate Connections              | -0.43                        |
|                 | Transport                      | 0.00                         |
|                 | Envelope                       | -30.33                       |
|                 | <b>Module D</b>                | <b>-31.89</b>                |
| Total A to C    |                                | <b>8754.33</b>               |
| Total A to D    |                                | <b>8722.44</b>               |

Přidané množství izolace zvyšuje celkové dopady GWP modulu A na 193.88 t CO<sub>2</sub>-eq, což odpovídá nárůstu o 13.12 t CO<sub>2</sub>-eq.

Global Warming Potential (tCO<sub>2</sub>eq)

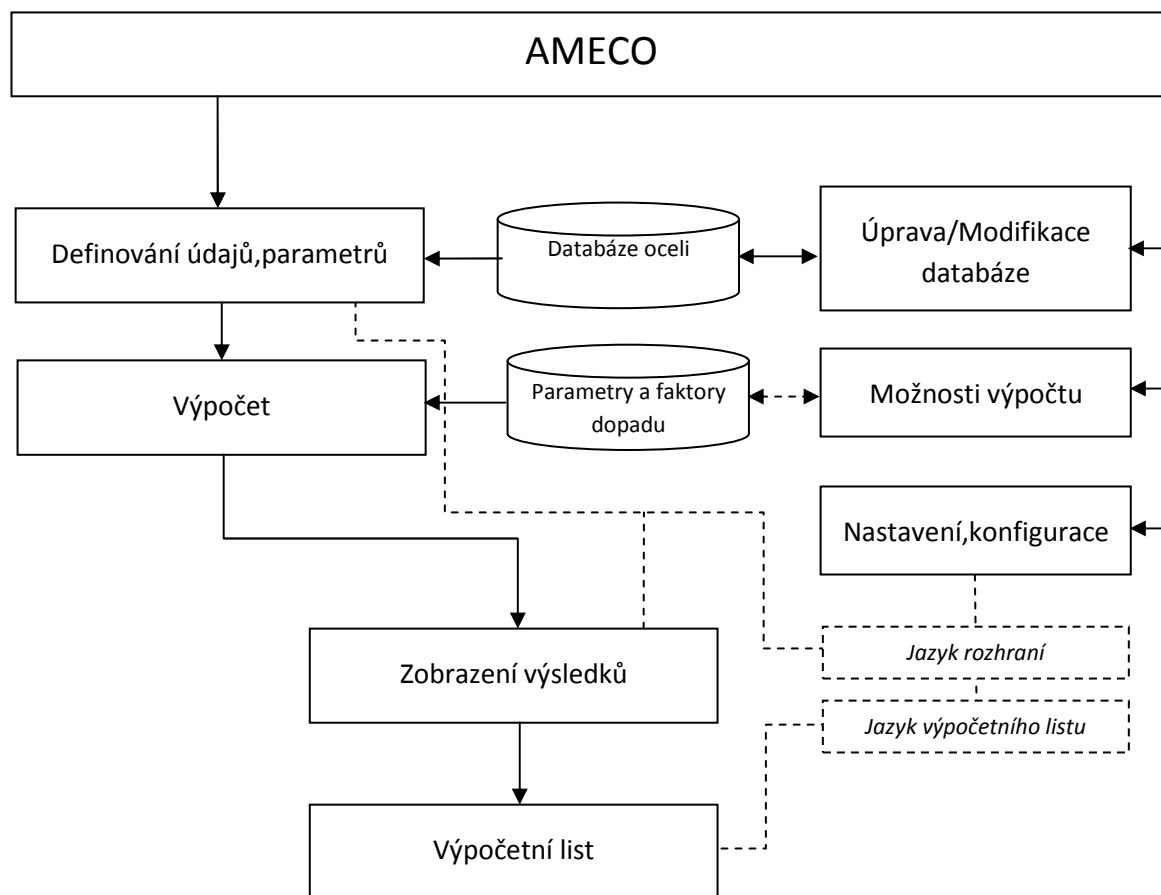
Ve srovnání se snížením spotřeby energie je toto zanedbatelné a zdůrazňuje to zájem na zlepšení energetické účinnosti budovy.

## 8 Odkazy

---

- [1] P-O. MARTIN, AMECO SOFTWARE Technical Manual, report DRV/10-DRC-107/002-A, CTICM, 2010.
- [2] C. THAUVOYE, AMECO 2 SOFTWARE Technical and Software Specifications, report DRV/12-DRC-123/001-A, CTICM, 2012.
- [3] P. SANTOS, Excel sheet calculation, University of Coimbra, 2013
- [4] BIO Intelligence Service, Evaluation de la Qualité Environnementale de Bâtiments Tertiaires – Aspects environnementaux, ArcelorMittal, Juillet 2013

## Příloha 1 Celková struktura Ameco



# PŘÍLOHA 1 Tabulky netýkající se klimatu

|                 | LED    | ÚNO    | BŘE    | DUB    | KVĚ    | ČER    | ČVC    | SRP    | ZÁŘ    | ŘÍJ    | LIS    | PRO    |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <i>m</i>        | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     |
| Délka měsíce    | 2.6784 | 2.4192 | 2.6784 | 2.5920 | 2.6784 | 2.5920 | 2.6784 | 2.6784 | 2.5920 | 2.6784 | 2.5920 | 2.6784 |
| Počet dní       | 31     | 28     | 31     | 30     | 31     | 30     | 31     | 31     | 30     | 31     | 30     | 31     |
| Počet prac. dní | 23     | 20     | 21     | 22     | 23     | 20     | 23     | 22     | 21     | 23     | 21     | 22     |

**Tabulka 5 :** Délka měsíce [ $10^6$  s], Počet dní [dny] a Počet prac.dní [dny] v měsíci *m*

| Typ budovy         | Území 1            |              | Území 2  |              |
|--------------------|--------------------|--------------|----------|--------------|
|                    | Místnost           | Standart v % | Místnost | Standart v % |
| Obytná budova      | Obytná místnost    | 40           | Ostatní  | 60           |
| Kancelářská budova | Kancelářská plocha | 80           | Ostatní  | 20           |
| Obchodní budova    | Nákupní plocha     | 60           | Ostatní  | 40           |
| Průmyslová budova  | Hala               | 80           | Ostatní  | 20           |

**Tabulka 6 :** Definování místností, oblastí

| Typ rolet(clon)                                  | $R_{sh}$<br>[m <sup>2</sup> .K/W] | Vzduchová<br>propustnost,průvzdušnost |                    |                  |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------|------------------|
|                                                  |                                   | $\Delta r$ vysoká                     | $\Delta r$ střední | $\Delta r$ nízká |
|                                                  |                                   | [m <sup>2</sup> .K/W]                 |                    |                  |
| Bez rolet                                        | 0.00                              | 0.00                                  | 0.00               | 0.00             |
| Vnější hliníková posuvná roleta (bez izolace)    | 0.01                              | 0.00                                  | 0.12               | 0.00             |
| Vnější neprůhledné dřevěné zařízení (bez izolac) | 0.10                              | 0.00                                  | 0.16               | 0.00             |
| Vnější dřevěná posuvná roleta (bez izolace)      | 0.10                              | 0.00                                  | 0.16               | 0.00             |
| Vnější plastová posuvná roleta (bez izolace)     | 0.10                              | 0.00                                  | 0.16               | 0.00             |
| Vnější dřevěné benátské žaluzie                  | 0.01                              | 0.09                                  | 0.00               | 0.00             |
| Vnější kovové benátské žaluzie                   | 0.01                              | 0.09                                  | 0.00               | 0.00             |
| Vnější neprůhledné posuvné žaluzie               | 0.01                              | 0.09                                  | 0.00               | 0.00             |
| Vnější průsvitné posuvné žaluzie                 | 0.01                              | 0.09                                  | 0.00               | 0.00             |
| Vnitřní roleta                                   | 0.01                              | 0.00                                  | 0.00               | 0.24             |
| Vnitřní neprůhledné závěsy                       | 0.00                              | 0.00                                  | 0.00               | 0.00             |
| Vnitřní průhledné závěsy                         | 0.00                              | 0.00                                  | 0.00               | 0.00             |
| Vnitřní neprůhledné dřevěné zařízení             | 0.10                              | 0.00                                  | 0.00               | 0.31             |
| Plastové posuvné rolety s pěnovou výplní         | 0.15                              | 0.13                                  | 0.19               | 0.26             |
| Dřevěné rolety, od 25mm do 30mm tloušťky         | 0.20                              | 0.14                                  | 0.22               | 0.30             |

**Tabulka 7 :**  $R_{sh}$ ,  $\Delta R_{high}$ ,  $\Delta R_{avg}$ ,  $\Delta R_{low}$  přídatný tepelný odpor na konkrétní průvzdušnosti rolet (clon)

|             |                      |
|-------------|----------------------|
|             | $\Delta \theta_{er}$ |
| SUB POLÁRNÍ | 9                    |

|          |    |
|----------|----|
| MÍRNÉ    | 11 |
| TROPICKÉ | 13 |

**Tabulka 8** : průměrný rozdíl teploty mezi teplotou vnitřní a vnější (ISO 13790)

| Typ otevírání, otvoru                    | gn   | U-hodnota |
|------------------------------------------|------|-----------|
| Dvojité zasklení                         | 0.78 | 2.9       |
| Dvojité zasklení nízké emisivity (typ 1) | 0.72 | 1.7       |
| Dvojité zasklení nízké emisivity (typ 2) | 0.67 | 1.4       |
| Dvojité zasklení nízké emisivity (typ 3) | 0.65 | 1.2       |

**Tabulka 9** : prostup solární energie pro záření kolmo k zasklení a U-hodnota (zdroj EN 15193)

| Makro-komponenty stěny      | U-hodnota | km    |
|-----------------------------|-----------|-------|
| B2010.20.1a(minerální vlna) | 0,296     | 13391 |
| B2010.20.1b(EPS)            | 0,296     | 13391 |
| B2010.20.1c(XPS)            | 0,296     | 13391 |
| B2010.20.1d(PUR)            | 0,296     | 13391 |
| B2010.20.1e(Korek)          | 0,296     | 13391 |
| B2010.20.2a(minerální vlna) | 0,305     | 62047 |
| B2010.20.2b(EPS)            | 0,305     | 62047 |
| B2010.20.2c(XPS)            | 0,305     | 62047 |
| B2010.20.2d(PUR)            | 0,305     | 62047 |
| B2010.20.2e(Korek)          | 0,305     | 62047 |
| B2010.20.2f(Skelná vlna)    | 0,305     | 62047 |

**Tabulka 10** :Typ stěny

| Účinnost systému vytápění |      |
|---------------------------|------|
| Elektrický odpor          | 1    |
| Kotel na plyné palivo     | 0.87 |
| Kotel na kapalné palivo   | 0.8  |
| Kotel na pevné palivo     | 0.6  |
| Oddělené (Topení)         | 4    |

**Tabulka 11** : účinnost systému vytápění

| Účinnost systému chlazení           |     |
|-------------------------------------|-----|
| Oddělené (Chlazení)                 | 3   |
| Chladicí zařízení (cyklus zhuštění) | 3   |
| Chladicí zařízení (cyklus pohlcení) | 0.8 |
| Žádné chlazení                      | 0.0 |

**Tabulka 12** : účinnost systému chlazení



| Účinnost systému DHW                         |      |
|----------------------------------------------|------|
| Elektrický ohřívač                           | 0.9  |
| Plynový ohřívač                              | 0.6  |
| Samostatně stojící ohřívač vody (kondenzace) | 0.72 |
| Samostatně stojící ohřívač vody              | 0.4  |
| Žádné DHW                                    | 0.0  |

**Tabulka 13** : Účinnost systému DHW

| Typ energie    |       |
|----------------|-------|
| Elektřina      | 0.29  |
| Plyn           | 0.086 |
| Kapalné palivo | 0.086 |
| Pevné palivo   | 0.086 |
| Biomasa        | 0     |

**Tabulka 14** : Převodní součinitel primární energie v závislosti na typu koncové energie

| Typ stínícího zařízení                            | Barva stínícího zařízení |         |       |
|---------------------------------------------------|--------------------------|---------|-------|
|                                                   | Světlá                   | Střední | Tmavá |
| Bez stínícího zařízení                            | 1.00                     | 1.00    | 1.00  |
| Vnější neprůhledné dřevěné zařízení (bez izolace) | 0.03                     | 0.05    | 0.06  |
| Vnější dřevěná posuvná roleta (bez izolace)       | 0.04                     | 0.05    | 0.07  |
| Vnější hliníková posuvná roleta (bez izolace)     | 0.04                     | 0.07    | 0.09  |
| Vnější plastová posuvná roleta (bez izolace)      | 0.04                     | 0.07    | 0.09  |
| Vnější dřevěné benátské žaluzie                   | 0.08                     | 0.08    | 0.08  |
| Vnější kovové benátské žaluzie                    | 0.09                     | 0.09    | 0.09  |
| Vnější neprůhledné posuvné žaluzie                | 0.04                     | 0.06    | 0.08  |
| Vnější průsvitné posuvné žaluzie                  | 0.16                     | 0.18    | 0.2   |
| Vnitřní roleta                                    | 0.47                     | 0.59    | 0.69  |
| Vnitřní neprůhledné závěsy                        | 0.37                     | 0.46    | 0.55  |
| Vnitřní průhledné závěsy                          | 0.39                     | 0.48    | 0.58  |
| Vnitřní neprůhledné dřevěné zařízení              | 0.35                     | 0.46    | 0.58  |
| Vnější posuvné plastové rolety (s izolací)        | 0.04                     | 0.07    | 0.09  |
| Dřevěné rolety, od 25mm do 30mm tloušťky          | 0.04                     | 0.05    | 0.07  |

**Tabulka 15** : průstup tepelné solární energie okna se stínícím zařízením

|                        | $\lambda$ | $\rho_c$   |
|------------------------|-----------|------------|
| Jíl nebo prach         | 1.5       | 3000000.00 |
| Písek nebo štěrky      | 2         | 2000000.00 |
| Homogenní skála        | 3.5       | 2000000.00 |
| Výchozí, nastavená     | 2         | 2000000.00 |
| Uživatelsky definovaná | 1.5       | 1700000.00 |

**Tabulka 16** : vodivost a tepelná kapacita země, terénu (ISO 13370)

| Typ budovy         | Noční vytápění | Denní chlazení |
|--------------------|----------------|----------------|
| Obytná budova      | Ano            | Ano            |
| Kancelářská budova | Ne             | Ano            |
| Obchodní budova    | Ne             | Ne             |
| Průmyslová budova  | Ne             | Ne             |

**Tabulka 17** : Výchozí hodnoty pro “Denní chlazení” a pro “Noční vytápění”

| Makro komponenty střechy | U-hodnota |
|--------------------------|-----------|
| Makro Střecha 1          | 1.0       |
| Macro Střecha 2          | 2.0       |

**Tabulka 18** : Makro-komponenty pro střechu

|                              | Režim vytápění  |                 |                      |                     |                    |                        | Režim chlazení  |                 |                      |                       |                    |                        |
|------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|---------------------|--------------------|------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|-----------------------|--------------------|------------------------|
| Stínící zařízení V PROVOZU   |                 |                 |                      |                     |                    |                        |                 |                 |                      |                       |                    |                        |
| Region                       | a <sub>H0</sub> | τ <sub>H0</sub> | k <sub>D,cor,H</sub> | K <sub>cor,ve</sub> | K <sub>cor,H</sub> | K <sub>cor,int,H</sub> | a <sub>C0</sub> | T <sub>C0</sub> | k <sub>D,cor,C</sub> | K <sub>cor,ve,C</sub> | K <sub>cor,C</sub> | K <sub>cor,int,C</sub> |
| Csa                          | 1.00            | 15.67           | 1.00                 | 1.00                | 0.90               | 0.93                   | 1.20            | 15.00           | 1.07                 | 1.00                  | 0.83               | 0.90                   |
| Csb                          | 1.33            | 15.00           | 1.00                 | 1.07                | 0.97               | 0.93                   | 1.10            | 15.00           | 1.03                 | 1.10                  | 0.97               | 1.00                   |
| Cfb                          | 1.33            | 15.00           | 0.93                 | 0.83                | 1.10               | 1.07                   | 1.30            | 15.00           | 1.00                 | 1.00                  | 1.00               | 1.03                   |
| Dfb                          | 1.30            | 14.67           | 0.83                 | 0.90                | 1.25               | 1.25                   | 1.00            | 15.00           | 1.07                 | 1.07                  | 0.97               | 1.00                   |
| Dfc                          | 1.25            | 14.33           | 0.83                 | 0.83                | 1.17               | 1.50                   | 1.00            | 15.00           | 1.00                 | 1.00                  | 1.00               | 1.00                   |
| Stínící zařízení MIMO PROVOZ |                 |                 |                      |                     |                    |                        |                 |                 |                      |                       |                    |                        |
| Region                       | a <sub>H0</sub> | τ <sub>H0</sub> | k <sub>D,cor,H</sub> | K <sub>cor,ve</sub> | K <sub>cor,H</sub> | K <sub>cor,int,H</sub> | a <sub>C0</sub> | T <sub>C0</sub> | k <sub>D,cor,C</sub> | K <sub>cor,ve,C</sub> | K <sub>cor,C</sub> | K <sub>cor,int,C</sub> |
| Csa                          | 0.93            | 15.00           | 1.00                 | 1.00                | 1.03               | 1.03                   | 1.25            | 15.00           | 1.17                 | 1.33                  | 0.83               | 0.90                   |
| Csb                          | 1.13            | 15.00           | 1.00                 | 0.97                | 1.03               | 1.00                   | 0.93            | 15.00           | 1.08                 | 1.17                  | 0.87               | 0.87                   |
| Cfb                          | 1.17            | 15.00           | 1.00                 | 0.93                | 1.00               | 1.03                   | 1.08            | 15.00           | 1.08                 | 1.33                  | 0.90               | 0.87                   |
| Dfb                          | 1.33            | 15.00           | 0.93                 | 0.87                | 1.17               | 1.10                   | 1.20            | 15.00           | 1.00                 | 1.00                  | 0.83               | 0.90                   |
| Dfc                          | 1.50            | 14.00           | 0.80                 | 0.80                | 1.07               | 1.20                   | 1.00            | 15.00           | 1.17                 | 1.17                  | 0.92               | 0.90                   |

**Tabulka 19** :Opravné součinitele pro každý klimatický region

| OBYTNÉ(BYTOVÉ) BUDOVY |                  |          |                                   |       |                          |                                         |       |                          |
|-----------------------|------------------|----------|-----------------------------------|-------|--------------------------|-----------------------------------------|-------|--------------------------|
|                       |                  |          | Oblast 1 (Obývací pokoj a kuchyň) |       |                          | Oblast 2 (Další klimatizované prostory) |       |                          |
|                       |                  |          | Od                                | Do    | Zisk (W/m <sup>2</sup> ) | Od                                      | Do    | Zisk (W/m <sup>2</sup> ) |
| OBÝVÁNÍ, UŽÍVÁNÍ      | Pondělí až Pátek | Období 1 | 07.00                             | 17.00 | 8.0                      | 07.00                                   | 17.00 | 1.0                      |
|                       |                  | Období 2 | 17.00                             | 23.00 | 20.0                     | 17.00                                   | 23.00 | 1.0                      |
|                       |                  | Období 3 | 23.00                             | 07.00 | 2.0                      | 23.00                                   | 07.00 | 6.0                      |
|                       | Sobota a Neděle  | Období 1 | 07.00                             | 17.00 | 8.0                      | 07.00                                   | 17.00 | 2.0                      |
|                       |                  | Období 2 | 17.00                             | 23.00 | 20.0                     | 17.00                                   | 23.00 | 4.0                      |
|                       |                  | Období 3 | 23.00                             | 07.00 | 2.0                      | 23.00                                   | 07.00 | 6.0                      |
| SVĚTLO                | Pondělí až Pátek | Období 1 | 0                                 | 0     | 0                        | 0                                       | 0     | 0                        |
|                       |                  | Období 2 | 0                                 | 0     | 0                        | 0                                       | 0     | 0                        |
|                       |                  | Období 3 | 0                                 | 0     | 0                        | 0                                       | 0     | 0                        |
|                       | Sobota a         | Období 1 | 0                                 | 0     | 0                        | 0                                       | 0     | 0                        |

|  |        |          |   |   |   |   |   |   |
|--|--------|----------|---|---|---|---|---|---|
|  | Neděle | Období 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |        | Období 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Tabulka 20** : Výchozí hodnoty užívání a osvětlení pro Obytné budovy

|                  |                  |          | KANCELÁŘSKÉ BUDOVY             |       |                         |                                        |       |                         |
|------------------|------------------|----------|--------------------------------|-------|-------------------------|----------------------------------------|-------|-------------------------|
|                  |                  |          | Oblast 1: Kancelářské prostory |       |                         | Oblast2: Další místnosti haly a chodby |       |                         |
|                  |                  |          | Od                             | Do    | Zisk(W/m <sup>2</sup> ) | Od                                     | Do    | Zisk(W/m <sup>2</sup> ) |
| OBÝVÁNÍ, UŽÍVÁNÍ | Pondělí až Pátek | Období 1 | 07.00                          | 17.00 | 20.0                    | 07.00                                  | 17.00 | 8.0                     |
|                  |                  | Období 2 | 17.00                          | 23.00 | 2.0                     | 17.00                                  | 23.00 | 1.0                     |
|                  |                  | Období 3 | 23.00                          | 07.00 | 2.0                     | 23.00                                  | 07.00 | 1.0                     |
|                  | Sobota a Neděle  | Období 1 | 07.00                          | 17.00 | 2.0                     | 07.00                                  | 17.00 | 1.0                     |
|                  |                  | Období 2 | 17.00                          | 23.00 | 2.0                     | 17.00                                  | 23.00 | 1.0                     |
|                  |                  | Období 3 | 23.00                          | 07.00 | 2.0                     | 23.00                                  | 07.00 | 1.0                     |
| SVĚTLO           | Pondělí až Pátek | Období 1 | 0                              | 0     | 0                       | 0                                      | 0     | 0                       |
|                  |                  | Období 2 | 0                              | 0     | 0                       | 0                                      | 0     | 0                       |
|                  |                  | Období 3 | 0                              | 0     | 0                       | 0                                      | 0     | 0                       |
|                  | Sobota a Neděle  | Období 1 | 0                              | 0     | 0                       | 0                                      | 0     | 0                       |
|                  |                  | Období 2 | 0                              | 0     | 0                       | 0                                      | 0     | 0                       |
|                  |                  | Období 3 | 0                              | 0     | 0                       | 0                                      | 0     | 0                       |

Tabulka 21 : Výchozí hodnoty užívání a osvětlení pro Kancelářské budovy

|                  |                  |          | OBCHODNÍ BUDOVY |    |      |          |    |      |
|------------------|------------------|----------|-----------------|----|------|----------|----|------|
|                  |                  |          | Oblast 1        |    |      | Oblast 2 |    |      |
|                  |                  |          | Od              | Do | Zisk | Od       | Do | Zisk |
| OBÝVÁNÍ, UŽÍVÁNÍ | Pondělí až Pátek | Období 1 | 5               | 17 | 8    | 5        | 17 | 1    |
|                  |                  | Období 2 | 17              | 23 | 20   | 17       | 23 | 1    |
|                  |                  | Období 3 | 23              | 7  | 2    | 23       | 7  | 6    |
|                  | Sobota a Neděle  | Období 1 | 5               | 17 | 8    | 5        | 17 | 2    |
|                  |                  | Období 2 | 17              | 23 | 20   | 17       | 23 | 4    |
|                  |                  | Období 3 | 23              | 7  | 2    | 23       | 7  | 6    |
| SVĚTLO           | Pondělí až Pátek | Období 1 | 6               | 9  | 0    | 6        | 9  | 0    |
|                  |                  | Období 2 | 17              | 23 | 6    | 17       | 23 | 6    |
|                  |                  | Období 3 | 23              | 8  | 0    | 23       | 8  | 0    |
|                  | Sobota a Neděle  | Období 1 | 6               | 9  | 0    | 6        | 9  | 0    |
|                  |                  | Období 2 | 17              | 23 | 6    | 17       | 23 | 6    |
|                  |                  | Období 3 | 23              | 8  | 0    | 23       | 8  | 0    |

Tabulka 22 : Výchozí hodnoty užívání a osvětlení pro Obchodní budovy

|                  |                  |          | PRŮMYSLOVÉ BUDOVY |    |      |          |    |      |
|------------------|------------------|----------|-------------------|----|------|----------|----|------|
|                  |                  |          | Oblast 1          |    |      | Oblast 2 |    |      |
|                  |                  |          | Od                | Do | Zisk | Od       | Do | Zisk |
| OBÝVÁNÍ, UŽÍVÁNÍ | Pondělí až Pátek | Období 1 | 7                 | 17 | 8    | 7        | 17 | 1    |
|                  |                  | Období 2 | 17                | 23 | 20   | 17       | 23 | 1    |
|                  |                  | Období 3 | 23                | 7  | 2    | 23       | 7  | 6    |
|                  | Sobota a Neděle  | Období 1 | 7                 | 17 | 8    | 7        | 17 | 2    |
|                  |                  | Období 2 | 17                | 23 | 20   | 17       | 23 | 4    |
|                  |                  | Období 3 | 23                | 7  | 2    | 23       | 7  | 6    |
| SVĚTLO           | Pondělí až Pátek | Období 1 | 8                 | 9  | 0    | 8        | 9  | 0    |
|                  |                  | Období 2 | 17                | 23 | 6    | 17       | 23 | 6    |
|                  |                  | Období 3 | 23                | 8  | 0    | 23       | 8  | 0    |
|                  | Sobota a Neděle  | Období 1 | 8                 | 9  | 0    | 8        | 9  | 0    |
|                  |                  | Období 2 | 17                | 23 | 6    | 17       | 23 | 6    |
|                  |                  | Období 3 | 23                | 8  | 0    | 23       | 8  | 0    |

Tabulka 23 : Výchozí hodnoty užívání a osvětlení pro Průmyslové budovy

| Políčka                                                                                               | jednotka | Obytná | Kancelářská       | Obchodní          | Průmyslová |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|-------------------|-------------------|------------|
| <i>Teplota vytápění</i>                                                                               | °C       | 20     | 20                | 20                | 18         |
| <i>Teplota chlazení</i>                                                                               | °C       | 26     | 26                | 26                | 26         |
| <i>Míra průtoku vzduchu (topení)</i><br>(minimální hodnota k zajištění dobré vnitřní kvality vzduchu) | ac/h     | 0.60   | 0.60              | 0.60              | 0.60       |
| <i>Míra průtoku vzduchu (chlazení)</i>                                                                | ac/h     | 1.00   | 1.00 <sup>l</sup> | 1.00 <sup>l</sup> | 1.00       |

**Tabulka 24** : Výchozí hodnoty pro vnitřní podmínky

| Políčka                  | Obytná b. | Kancelářská b. | Obchodní b. | Průmyslová b. |
|--------------------------|-----------|----------------|-------------|---------------|
| <i>Počítací čas</i>      | 17h00     | 07h00          | 09h00       | 08h00         |
| <i>Konečný čas</i>       | 23h00     | 17h00          | 19h00       | 17h00         |
| <i>Počet dní v týdnu</i> | 7         | 5              | 6           | 5             |

**Tabulka 25** : Výchozí hodnoty pro systémy vytápění

| <i>Typ systému Vytápění/Chlazení</i> | Výchozí hodnoty pro "Použitou energii" |
|--------------------------------------|----------------------------------------|
| Elektrický odpor                     | Elektřina                              |
| Kotel na plynné palivo               | Plyn                                   |
| Kotel na kapalné palivo              | Kapalné palivo                         |
| Kotel na pevné palivo                | Pevné palivo                           |
| Oddělené (topení)                    | Elektřina                              |
| Oddělené chlazení                    | Elektřina                              |
| Chladicí zařízení (zhuštění)         | Elektřina                              |
| Chladicí zařízení (pohlcení)         | Elektřina                              |

**Tabulka 26** : Výchozí hodnoty pro použitou energii na Topení/Chlazení

| Políčka                  | Obytná b. | Kancelářská b. | Obchodní b. | Průmyslová b. |
|--------------------------|-----------|----------------|-------------|---------------|
| <i>Počet dní v týdnu</i> | 7         | 5              | 6           | 5             |

**Tabulka 27** : Výchozí hodnoty pro "Počet dnů v týdnu-chlazení"

| <i>Typ systému DHW</i>                | Výchozí hodnota pro "Použitou energii" |
|---------------------------------------|----------------------------------------|
| Elektrický ohříváč                    | Elektřina                              |
| Plynový ohříváč                       | Plyn                                   |
| Samostatně stojící ohříváč-kondenzace | Plyn                                   |
| Samostatně stojící ohříváč            | Plyn                                   |

**Tabulka 28** : Výchozí hodnoty pro energii použitou pro produkci DHW

## Příloha 3 Klimatické tabulky

Země : **Portugalsko**

Zeměpisná šířka: 40

Podnebí: Mírné

GeigerClimate: Csb

|                                          |         | LED   | ÚNO   | BŘE   | DUB   | KVĚ   | ČER   | ČVC   | SRP   | ZÁŘ   | ŘÍJ   | LIS   | PRO   |
|------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Dopadající<br>sluneční<br>záření<br>W/m2 | Sever   | 22.7  | 33.2  | 45.1  | 56.1  | 69.1  | 76.9  | 68.9  | 57.7  | 48.1  | 35.9  | 27.1  | 22.0  |
|                                          | Výcho   | 55.2  | 67.5  | 96.0  | 122.0 | 125.5 | 132.3 | 132.1 | 122.5 | 103.7 | 75.2  | 49.9  | 43.9  |
|                                          | Jih     | 141.5 | 128.4 | 151.6 | 141.7 | 113.9 | 112.5 | 119.7 | 147.0 | 153.8 | 152.5 | 111.9 | 111.8 |
|                                          | Západ   | 56.7  | 66.8  | 96.4  | 121.4 | 126.1 | 146.8 | 148.6 | 144.8 | 110.6 | 87.5  | 48.7  | 43.0  |
|                                          | Střecha | 87.8  | 107.7 | 170.8 | 220.7 | 241.7 | 277.4 | 282.7 | 260.3 | 197.9 | 138.4 | 84.4  | 69.7  |
| Teplota vzduchu. [°C]                    |         | 9.6   | 11.0  | 12.7  | 13.1  | 15.6  | 19.0  | 20.8  | 21.1  | 20.6  | 16.9  | 12.2  | 11.2  |
| $f_{H,shut}$ [-]                         |         | 0.585 | 0.542 | 0.484 | 0.438 | 0.386 | 0.375 | 0.375 | 0.406 | 0.471 | 0.508 | 0.583 | 0.590 |

**Tabulka 29** : climatická data pro **Coimbra**

Země : **Finsko**

Zeměpisná šířka: 61

Podnebí: Mírné

GeigerClimate: Dfc

|                                          |         | LED   | ÚNO   | BŘE   | DUB   | KVĚ   | ČER   | ČVC   | SRP   | ZÁŘ   | ŘÍJ   | LIS   | PRO   |
|------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Dopadající<br>sluneční<br>záření<br>W/m2 | Sever   | 3     | 12    | 27    | 46    | 70    | 82    | 72    | 56    | 36    | 17    | 6     | 2     |
|                                          | Východ  | 4     | 28    | 48    | 90    | 126   | 140   | 131   | 103   | 59    | 30    | 8     | 4     |
|                                          | Jih     | 13    | 85    | 100   | 142   | 159   | 159   | 161   | 138   | 105   | 65    | 22    | 16    |
|                                          | Západ   | 5     | 31    | 54    | 90    | 129   | 139   | 139   | 101   | 59    | 30    | 8     | 4     |
|                                          | Střecha | 7     | 34    | 76    | 139   | 211   | 237   | 224   | 166   | 97    | 46    | 12    | 5     |
| Teplota vzduchu. [°C]                    |         | -6.3  | -6.7  | -2.6  | 3.0   | 9.3   | 13.5  | 16.6  | 15.2  | 9.5   | 4.6   | -1.0  | -4.2  |
| $f_{H,shut}$ [-]                         |         | 0.727 | 0.616 | 0.500 | 0.376 | 0.267 | 0.183 | 0.226 | 0.328 | 0.450 | 0.565 | 0.693 | 0.750 |

**Tabulka 30** : climatická data pro **Tampere**

Země : **Rumunsko**

Zeměpisná šířka: 45

Podnebí: Mírné

GeigerClimate: Cfb

|                                          |         | LED   | ÚNO   | BŘE   | DUB   | KVĚ   | ČER   | ČVC   | SRP   | ZÁŘ   | ŘÍJ   | LIS   | PRO   |
|------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Dopadající<br>sluneční<br>záření<br>W/m2 | Sever   | 19    | 28    | 43    | 57    | 72    | 80    | 74    | 61    | 47    | 34    | 22    | 16    |
|                                          | Východ  | 31    | 52    | 81    | 105   | 132   | 146   | 144   | 130   | 95    | 73    | 40    | 26    |
|                                          | Jih     | 80    | 112   | 128   | 129   | 129   | 128   | 141   | 152   | 153   | 155   | 95    | 69    |
|                                          | Západ   | 32    | 54    | 74    | 102   | 125   | 138   | 141   | 131   | 98    | 76    | 39    | 28    |
|                                          | Střecha | 50    | 84    | 136   | 182   | 235   | 266   | 271   | 234   | 168   | 121   | 62    | 43    |
| Teplota vzduchu [°C]                     |         | 0.0   | 1.5   | 5.2   | 10.7  | 16.8  | 19.4  | 22.1  | 21.4  | 16.4  | 11.6  | 5.7   | 1.4   |
| $f_{H,shut}$ [-]                         |         | 0.622 | 0.546 | 0.488 | 0.428 | 0.366 | 0.333 | 0.363 | 0.388 | 0.468 | 0.527 | 0.583 | 0.625 |

**Tabulka 31** : climatická data pro **Timisoara**

| MĚSÍC | $f_{sh-with}$ |               |            |              |
|-------|---------------|---------------|------------|--------------|
|       | SEVER<br>[-]  | VÝCHOD<br>[-] | JIH<br>[-] | ZÁPAD<br>[-] |
| LED   | 0.00          | 0.00          | 0.00       | 0.00         |
| ÚNO   | 0.00          | 0.00          | 0.01       | 0.00         |
| BŘE   | 0.00          | 0.00          | 0.05       | 0.03         |
| DUB   | 0.00          | 0.00          | 0.09       | 0.07         |
| KVĚ   | 0.00          | 0.01          | 0.11       | 0.10         |
| ČER   | 0.00          | 0.02          | 0.09       | 0.11         |
| ČVC   | 0.00          | 0.02          | 0.10       | 0.11         |
| SRP   | 0.00          | 0.00          | 0.09       | 0.09         |
| ZÁŘ   | 0.00          | 0.00          | 0.08       | 0.05         |
| ŘÍJ   | 0.00          | 0.00          | 0.02       | 0.00         |
| LIS   | 0.00          | 0.00          | 0.00       | 0.00         |
| PRO   | 0.00          | 0.00          | 0.00       | 0.00         |

**Tabulka 32 :**  $f_{shwith}$ , vážený část času se solárním zastíněním v provozu

(některé hodnoty pro Coimbra, Tampere a Timisoara)

## Příloha 4 Parametry nákladů a dopadů pro makro-komponenty

Enviromentální náklady a dopady jsou seřazeny v **Tabulce 39**.

| Index | Zkratka              | Pojmenování                                                                                                         |
|-------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <b>GWP</b>           | Potenciál globálního oteplování                                                                                     |
| 2     | <b>ODP</b>           | Potenciál poškození ozonu                                                                                           |
| 3     | <b>AP</b>            | Acidifikační potenciál                                                                                              |
| 4     | <b>EP</b>            | Eutrofizační potenciál                                                                                              |
| 5     | <b>POCP</b>          | Potenciál tvorby fotochemického ozonu                                                                               |
| 6     | <b>ADP-e</b>         | Potenciál abiotického poškození(vyčerpání)– prvky                                                                   |
| 7     | <b>ADP-ff</b>        | Potenciál abiotického poškození(vyčerpání)– fosilní paliva                                                          |
| 8     | <b>RPE</b>           | Využití obnovitelné primární energie s výjimkou obnovitelných zdrojů primární energie používaných jako suroviny     |
| 9     | <b>RER</b>           | Využití obnovitelných zdrojů energie používaných jako suroviny                                                      |
| 10    | <b>RPE-total</b>     | Celkové použití obnovitelné primární energie(primární energie a zdroje primární energie používané jako suroviny)    |
| 11    | <b>Non-RPE</b>       | Využití neobnovitelné primární energie s výjimkou neobnovitelných zdrojů primární energie používaných jako suroviny |
| 12    | <b>Non-RER</b>       | Využití neobnovitelných zdrojů energie používaných jako suroviny                                                    |
| 13    | <b>Non-RPE-total</b> | Celkové použití neobnovitelné primární energie(primární energie a zdroje primární energie používané jako suroviny)  |
| 14    | <b>SM</b>            | Použití druhotného materiálu                                                                                        |
| 15    | <b>RSF</b>           | Použití obnovitelných druhotných paliv                                                                              |
| 16    | <b>Non-RSF</b>       | Použití neobnovitelných druhotných paliv                                                                            |
| 17    | <b>NFW</b>           | Use of net fresh water Použití čisté čerstvé vody                                                                   |
| 18    | <b>HWD</b>           | Likvidace nebezpečného odpadu                                                                                       |
| 19    | <b>Non-HWD</b>       | Likvidace běžného odpadu                                                                                            |
| 20    | <b>RWD</b>           | Likvidace radioaktivního odpadu                                                                                     |
| 21    | <b>CR</b>            | Komponenty pro opakované použití                                                                                    |
| 22    | <b>MR</b>            | Materiály pro recyklaci                                                                                             |
| 23    | <b>MER</b>           | Materiály pro energetické využití                                                                                   |
| 24    | <b>EE</b>            | Exportovaná energie                                                                                                 |

**Tabulka 33** : Dopady na životní prostředí



Pro makro-komponenty stěny jsou dopady následujících koeficientů nastaveny na hodnotu nula: RPE\_total, Non\_RPE, Non\_RER, NonRPE\_total, SM, RSF, Non\_RSf, HWD, Non\_HWD, RWD, CR, MR, MER, EE

Nenulové koeficienty dopadu pro makro-komponenty stěny jsou uvedeny níže.

| Makro-komponent         | Dopad             | GWP       | ODP      | AP        | EP        | POCP      | ADP_e     | ADP_ff    | RPE       | RER      | NFW       |
|-------------------------|-------------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| B2010.20.1a(miner.vlna) | k <sub>A1A3</sub> | 6,50E-02  | 6,43E-10 | 2,65E-04  | 2,41E-05  | 3,27E-05  | 3,06E-08  | 7,09E-01  | 7,13E-01  | 1,86E-01 | 4,53E-02  |
| B2010.20.1a(miner.vlna) | k <sub>A4</sub>   | 5,86E-05  | 1,03E-15 | 2,63E-07  | 6,05E-08  | -8,58E-08 | 2,19E-12  | 8,14E-04  | 8,14E-04  | 3,19E-05 | 8,27E-04  |
| B2010.20.1a(miner.vlna) | k <sub>C2</sub>   | 5,13E-05  | 8,98E-16 | 2,28E-07  | 5,23E-08  | -7,40E-08 | 1,92E-12  | 7,12E-04  | 7,12E-04  | 2,79E-05 | 7,23E-04  |
| B2010.20.1a(miner.vlna) | k <sub>C4</sub>   | 4,94E-04  | 9,24E-14 | 7,35E-07  | 1,13E-07  | 1,91E-07  | 4,32E-11  | 1,68E-03  | 1,68E-03  | 1,25E-04 | 2,46E-03  |
| B2010.20.1a(miner.vlna) | k <sub>D</sub>    | -1,73E-02 | 3,41E-10 | -4,81E-05 | -1,17E-06 | -1,13E-05 | -2,10E-07 | -3,05E-01 | -3,14E-01 | 9,76E-03 | 9,10E-03  |
| B2010.20.1b(EPS)        | k <sub>A1A3</sub> | 5,18E-02  | 8,13E-10 | 1,44E-04  | 1,03E-05  | 6,33E-05  | 2,82E-08  | 6,75E-01  | 6,81E-01  | 1,73E-01 | -2,27E-02 |
| B2010.20.1b(EPS)        | k <sub>A4</sub>   | 5,17E-05  | 9,05E-16 | 2,32E-07  | 5,34E-08  | -7,57E-08 | 1,93E-12  | 7,18E-04  | 7,18E-04  | 2,81E-05 | 7,29E-04  |
| B2010.20.1b(EPS)        | k <sub>C2</sub>   | 4,33E-05  | 7,57E-16 | 1,92E-07  | 4,41E-08  | -6,24E-08 | 1,62E-12  | 6,00E-04  | 6,00E-04  | 2,35E-05 | 6,10E-04  |
| B2010.20.1b(EPS)        | k <sub>C4</sub>   | 6,79E-03  | 8,54E-14 | 8,87E-07  | 1,50E-07  | 1,70E-07  | 5,61E-11  | 1,84E-03  | 1,84E-03  | 1,38E-04 | 1,39E-02  |
| B2010.20.1b(EPS)        | k <sub>D</sub>    | -2,22E-02 | 3,41E-10 | -7,24E-05 | -2,60E-06 | -1,27E-05 | -2,10E-07 | -3,70E-01 | -3,78E-01 | 9,55E-03 | 2,86E-03  |
| B2010.20.1c(XPS)        | k <sub>A1A3</sub> | 5,52E-02  | 6,41E-10 | 1,53E-04  | 1,09E-05  | 3,16E-05  | 2,99E-08  | 7,89E-01  | 7,93E-01  | 1,79E-01 | 4,28E-02  |
| B2010.20.1c(XPS)        | k <sub>A4</sub>   | 6,00E-05  | 1,05E-15 | 2,69E-07  | 6,20E-08  | -8,79E-08 | 2,24E-12  | 8,33E-04  | 8,33E-04  | 3,27E-05 | 8,47E-04  |
| B2010.20.1c(XPS)        | k <sub>C2</sub>   | 4,94E-05  | 8,65E-16 | 2,19E-07  | 5,04E-08  | -7,13E-08 | 1,84E-12  | 6,85E-04  | 6,85E-04  | 2,69E-05 | 6,97E-04  |
| B2010.20.1c(XPS)        | k <sub>C4</sub>   | 1,07E-02  | 1,04E-13 | 1,16E-06  | 2,01E-07  | 2,06E-07  | 7,46E-11  | 2,36E-03  | 2,36E-03  | 1,78E-04 | 2,14E-02  |
| B2010.20.1c(XPS)        | k <sub>D</sub>    | -2,52E-02 | 3,41E-10 | -8,70E-05 | -3,46E-06 | -1,36E-05 | -2,10E-07 | -4,08E-01 | -4,17E-01 | 9,42E-03 | -8,93E-04 |
| B2010.20.1d(PUR)        | k <sub>A1A3</sub> | 6,70E-02  | 6,44E-10 | 1,66E-04  | 1,43E-05  | 2,81E-05  | 8,52E-08  | 9,22E-01  | 9,25E-01  | 1,92E-01 | 1,27E-01  |
| B2010.20.1d(PUR)        | k <sub>A4</sub>   | 6,00E-05  | 1,05E-15 | 2,69E-07  | 6,20E-08  | -8,79E-08 | 2,24E-12  | 8,33E-04  | 8,33E-04  | 3,27E-05 | 8,47E-04  |
| B2010.20.1d(PUR)        | k <sub>C2</sub>   | 4,94E-05  | 8,65E-16 | 2,19E-07  | 5,04E-08  | -7,13E-08 | 1,84E-12  | 6,85E-04  | 6,85E-04  | 2,69E-05 | 6,97E-04  |
| B2010.20.1d(PUR)        | k <sub>C4</sub>   | 7,11E-03  | 1,30E-13 | 3,30E-06  | 7,68E-07  | 3,15E-07  | 7,64E-11  | 3,02E-03  | 3,02E-03  | 1,89E-04 | 1,75E-02  |
| B2010.20.1d(PUR)        | k <sub>D</sub>    | -2,22E-02 | 3,41E-10 | -7,23E-05 | -2,60E-06 | -1,27E-05 | -2,10E-07 | -3,70E-01 | -3,78E-01 | 9,55E-03 | 2,86E-03  |
| B2010.20.1e(Korek)      | k <sub>A1A3</sub> | 5,39E-02  | 6,40E-10 | 1,60E-04  | 1,55E-05  | 2,50E-05  | 2,72E-08  | 5,78E-01  | 5,82E-01  | 3,90E-01 | 6,91E-02  |
| B2010.20.1e(Korek)      | k <sub>A4</sub>   | 9,34E-05  | 1,64E-15 | 4,19E-07  | 9,64E-08  | -1,37E-07 | 3,49E-12  | 1,30E-03  | 1,30E-03  | 5,08E-05 | 1,32E-03  |
| B2010.20.1e(Korek)      | k <sub>C2</sub>   | 4,28E-05  | 7,49E-16 | 1,90E-07  | 4,37E-08  | -6,17E-08 | 1,60E-12  | 5,94E-04  | 5,94E-04  | 2,33E-05 | 6,03E-04  |
| B2010.20.1e(Korek)      | k <sub>C4</sub>   | 3,98E-04  | 7,44E-14 | 5,92E-07  | 9,07E-08  | 1,54E-07  | 3,48E-11  | 1,36E-03  | 1,36E-03  | 1,01E-04 | 1,98E-03  |
| B2010.20.1e(Korek)      | k <sub>D</sub>    | -1,73E-02 | 3,41E-10 | -4,81E-05 | -1,17E-06 | -1,13E-05 | -2,10E-07 | -3,05E-01 | -3,14E-01 | 9,76E-03 | 9,10E-03  |

| Makro-komponent         | Dopad             | GWP       | ODP       | AP        | EP        | POCP      | ADP_e     | ADP_ff    | RPE       | RER       | NFW       |
|-------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| B2010.20.2a(miner.vlna) | k <sub>A1A3</sub> | 8,12E-02  | 3,62E-12  | 1,33E-04  | 1,58E-05  | 1,21E-05  | 4,00E-09  | 6,11E-01  | 6,11E-01  | 1,02E-01  | 1,56E-01  |
| B2010.20.2a(miner.vlna) | k <sub>A4</sub>   | 3,67E-04  | 6,43E-15  | 1,65E-06  | 3,79E-07  | -5,37E-07 | 1,37E-11  | 5,10E-03  | 5,10E-03  | 2,00E-04  | 5,18E-03  |
| B2010.20.2a(miner.vlna) | k <sub>C2</sub>   | 3,21E-04  | 5,62E-15  | 1,43E-06  | 3,28E-07  | -4,64E-07 | 1,20E-11  | 4,46E-03  | 4,46E-03  | 1,75E-04  | 4,53E-03  |
| B2010.20.2a(miner.vlna) | k <sub>C4</sub>   | 1,78E-02  | 3,32E-12  | 2,64E-05  | 4,04E-06  | 6,86E-06  | 1,55E-09  | 6,05E-02  | 6,05E-02  | 4,50E-03  | 8,83E-02  |
| B2010.20.2a(miner.vlna) | k <sub>D</sub>    | 0,00E+00  | 0,00E+00  | 0,00E+00  | 0,00E+00  | 0,00E+00  | 0,00E+00  | 0,00E+00  | 0,00E+00  | 0,00E+00  | 0,00E+00  |
| B2010.20.2b(EPS)        | k <sub>A1A3</sub> | 7,46E-02  | 8,86E-11  | 7,23E-05  | 8,96E-06  | 2,74E-05  | 2,81E-09  | 5,94E-01  | 5,96E-01  | 9,56E-02  | 1,22E-01  |
| B2010.20.2b(EPS)        | k <sub>A4</sub>   | 3,58E-04  | 6,27E-15  | 1,61E-06  | 3,70E-07  | -5,24E-07 | 1,34E-11  | 4,97E-03  | 4,97E-03  | 1,95E-04  | 5,05E-03  |
| B2010.20.2b(EPS)        | k <sub>C2</sub>   | 3,13E-04  | 5,48E-15  | 1,39E-06  | 3,20E-07  | -4,52E-07 | 1,17E-11  | 4,35E-03  | 4,35E-03  | 1,70E-04  | 4,42E-03  |
| B2010.20.2b(EPS)        | k <sub>C4</sub>   | 2,09E-02  | 3,31E-12  | 2,65E-05  | 4,06E-06  | 6,85E-06  | 1,56E-09  | 6,06E-02  | 6,06E-02  | 4,50E-03  | 9,40E-02  |
| B2010.20.2b(EPS)        | k <sub>D</sub>    | -2,46E-03 | -4,97E-14 | -1,22E-05 | -7,17E-07 | -7,02E-07 | -4,49E-11 | -3,21E-02 | -3,21E-02 | -1,06E-04 | -3,12E-03 |
| B2010.20.2c(XPS)        | k <sub>A1A3</sub> | 7,63E-02  | 3,00E-12  | 7,67E-05  | 9,23E-06  | 1,15E-05  | 3,64E-09  | 6,51E-01  | 6,51E-01  | 9,88E-02  | 1,55E-01  |
| B2010.20.2c(XPS)        | k <sub>A4</sub>   | 3,59E-04  | 6,29E-15  | 1,61E-06  | 3,71E-07  | -5,25E-07 | 1,34E-11  | 4,98E-03  | 4,98E-03  | 1,95E-04  | 5,06E-03  |
| B2010.20.2c(XPS)        | k <sub>C2</sub>   | 3,14E-04  | 5,50E-15  | 1,39E-06  | 3,20E-07  | -4,53E-07 | 1,17E-11  | 4,36E-03  | 4,36E-03  | 1,71E-04  | 4,43E-03  |
| B2010.20.2c(XPS)        | k <sub>C4</sub>   | 2,29E-02  | 3,32E-12  | 2,66E-05  | 4,09E-06  | 6,87E-06  | 1,57E-09  | 6,08E-02  | 6,08E-02  | 4,52E-03  | 9,78E-02  |
| B2010.20.2c(XPS)        | k <sub>D</sub>    | -3,94E-03 | -7,96E-14 | -1,95E-05 | -1,15E-06 | -1,12E-06 | -7,18E-11 | -5,14E-02 | -5,14E-02 | -1,70E-04 | -5,00E-03 |
| B2010.20.2d(PUR)        | k <sub>A1A3</sub> | 8,22E-02  | 4,11E-12  | 8,33E-05  | 1,09E-05  | 9,80E-06  | 3,13E-08  | 7,17E-01  | 7,17E-01  | 1,05E-01  | 1,97E-01  |
| B2010.20.2d(PUR)        | k <sub>A4</sub>   | 3,59E-04  | 6,29E-15  | 1,61E-06  | 3,71E-07  | -5,25E-07 | 1,34E-11  | 4,98E-03  | 4,98E-03  | 1,95E-04  | 5,06E-03  |
| B2010.20.2d(PUR)        | k <sub>C2</sub>   | 3,14E-04  | 5,50E-15  | 1,39E-06  | 3,20E-07  | -4,53E-07 | 1,17E-11  | 4,36E-03  | 4,36E-03  | 1,71E-04  | 4,43E-03  |
| B2010.20.2d(PUR)        | k <sub>C4</sub>   | 2,11E-02  | 3,34E-12  | 2,77E-05  | 4,37E-06  | 6,92E-06  | 1,57E-09  | 6,12E-02  | 6,12E-02  | 4,53E-03  | 9,58E-02  |
| B2010.20.2d(PUR)        | k <sub>D</sub>    | -2,46E-03 | -4,99E-14 | -1,21E-05 | -7,15E-07 | -7,02E-07 | -4,52E-11 | -3,22E-02 | -3,22E-02 | -1,07E-04 | -3,12E-03 |
| B2010.20.2e(Korek)      | k <sub>A1A3</sub> | 7,57E-02  | 2,30E-12  | 8,06E-05  | 1,16E-05  | 8,25E-06  | 2,27E-09  | 5,46E-01  | 5,46E-01  | 2,04E-01  | 1,68E-01  |
| B2010.20.2e(Korek)      | k <sub>A4</sub>   | 3,62E-04  | 6,35E-15  | 1,63E-06  | 3,74E-07  | -5,30E-07 | 1,35E-11  | 5,03E-03  | 5,03E-03  | 1,97E-04  | 5,11E-03  |
| B2010.20.2e(Korek)      | k <sub>C2</sub>   | 3,17E-04  | 5,55E-15  | 1,41E-06  | 3,23E-07  | -4,57E-07 | 1,18E-11  | 4,40E-03  | 4,40E-03  | 1,72E-04  | 4,47E-03  |
| B2010.20.2e(Korek)      | k <sub>C4</sub>   | 1,77E-02  | 3,31E-12  | 2,63E-05  | 4,03E-06  | 6,84E-06  | 1,55E-09  | 6,03E-02  | 6,03E-02  | 4,48E-03  | 8,80E-02  |
| B2010.20.2e(Korek)      | k <sub>D</sub>    | 0,00E+00  | 0,00E+00  | 0,00E+00  | 0,00E+00  | 0,00E+00  | 0,00E+00  | 0,00E+00  | 0,00E+00  | 0,00E+00  | 0,00E+00  |

| Makro-komponent          | Dopad             | GWP      | ODP       | AP       | EP       | POCP      | ADP_e    | ADP_ff   | RPE      | RER       | NFW       |
|--------------------------|-------------------|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| B2010.20.2f(Skelná vlna) | k <sub>A1A3</sub> | 7,81E-02 | 3,81E-12  | 9,80E-05 | 1,33E-05 | 8,60E-06  | 6,07E-07 | 6,13E-01 | 6,13E-01 | 1,05E-01  | 1,68E-01  |
| B2010.20.2f(Skelná vlna) | k <sub>A4</sub>   | 3,61E-04 | 6,32E-15  | 1,62E-06 | 3,73E-07 | -5,28E-07 | 1,35E-11 | 5,01E-03 | 5,01E-03 | 1,96E-04  | 5,09E-03  |
| B2010.20.2f(Skelná vlna) | k <sub>C2</sub>   | 3,16E-04 | 5,53E-15  | 1,40E-06 | 3,22E-07 | -4,56E-07 | 1,18E-11 | 4,38E-03 | 4,38E-03 | 1,72E-04  | 4,45E-03  |
| B2010.20.2f(Skelná vlna) | k <sub>C4</sub>   | 1,77E-02 | 3,31E-12  | 2,63E-05 | 4,03E-06 | 6,83E-06  | 1,55E-09 | 6,03E-02 | 6,03E-02 | 4,48E-03  | 8,80E-02  |
| B2010.20.2f(Skelná vlna) | k <sub>D</sub>    | 5,96E-04 | -7,23E-12 | 3,71E-07 | 1,04E-06 | 1,78E-07  | 1,03E-12 | 1,80E-04 | 1,85E-04 | -7,20E-05 | -1,53E-03 |

Pro všechny makro-komponenty otvírání jsou koeficienty nákladů a dopadů stejné. Kromě toho jsou nulové koeficienty dopadu pro přepravu v modulu A (označení k<sub>A4</sub>), pro likvidaci v modulu C (označení k<sub>C4</sub>) a pro výhody a přínos v modulu D (označení k<sub>D</sub>).

Nenulové dopady pro makro-komponenty otevírání jsou uvedeny níže.

| impact            | GWP      | ODP      | AP       | EP       | POCP     | ADP_e    | ADP_ff   | RPE      | RER      | RPE_total | Non_RPE  | Non_RER  |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| k <sub>A1A3</sub> | 1,39E-01 | 2,11E-12 | 5,98E-04 | 1,09E-04 | 5,02E-05 | 8,85E-07 | 1,64E+00 | 6,72E-02 | 0,00E+00 | 6,72E-02  | 1,71E+00 | 1,53E-02 |
| k <sub>C2</sub>   | 3,52E-04 | 4,82E-15 | 2,24E-06 | 3,07E-07 | 2,10E-07 | 1,33E-10 | 4,63E-03 | 3,99E-04 | 0,00E+00 | 3,99E-04  | 4,84E-03 | 0,00E+00 |

| impact            | NonRPE_total | SM       | RSF      | Non_RSF  | NFW      | HWD      | Non_HWD  | RWD      | CR       | MR       | MER      | EE       |
|-------------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| k <sub>A1A3</sub> | 1,73E+00     | 0,00E+00 | 2,14E-05 | 1,97E-04 | 6,22E-04 | 0,00E+00 | 2,25E-01 | 3,36E-05 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| k <sub>C2</sub>   | 4,84E-03     | 0,00E+00 | 8,67E-06 | 1,87E-05 | 2,64E-06 | 0,00E+00 | 2,68E-02 | 8,47E-08 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |