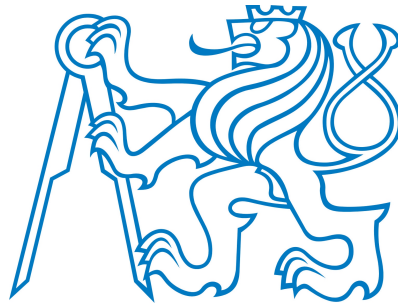


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB**



**STAVEBNĚ ENERGETICKÁ A  
ENVIRONMENTÁLNÍ OPTIMALIZACE  
BYTOVÉHO DOMU S VYUŽITÍM BIM**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**JAKUB DENK**

**Vedoucí bakalářské práce:**

**Ing. Jan Růžička, Ph.D.**

2018




## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE


Příjmení: Denk	Jméno: Jakub	Osobní číslo: 438088
Zadávací katedra: K124 Katedra konstrukcí pozemních staveb		
Studijní program: B3502 Architektura a stavitelství		
Studijní obor: 3501R011 Architektura a stavitelství		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:	Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM	
Název bakalářské práce anglicky:	Energy and environmental optimization of the apartment building using BIM	
Pokyny pro vypracování:	<ul style="list-style-type: none"><li>- návrh konstrukčních systémů ve variantách</li><li>- tvorba modelů v BIM</li><li>- environmentální vyhodnocení konstrukčních variant</li><li>- stavebně energetická optimalizace klíčových detailů</li></ul>	
Seznam doporučené literatury:		
Jméno vedoucího bakalářské práce:	Ing. Jan Růžička, Ph.D.	
Datum zadání bakalářské práce:	10.1.2018	Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2018
		Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku
	Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

	Podpis studenta(ky)
Datum převzetí zadání	

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně pod odborným vedením Ing. Jana Růžičky, Ph.D. a informace čerpal z uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne 28. 5. 2018

.....  
Jakub Denk

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Janu Růžičkovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce, ochotu a vstřícnost při výběru a specifikaci zadání a cenné rady a připomínky poskytnuté při konzultacích.

## Abstrakt

Cílem bakalářské práce je na teoretické úrovni vyhodnotit vliv konstrukčního a materiálového řešení na energetické chování budovy a na dopad stavby na životní prostředí. Dále je záměrem konstrukční řešení v těchto dvou zaměřeních optimalizovat.

Pro modelový příklad bytového domu jsou navrženy varianty konstrukčních systémů. Referenční variantou je železobetonový monolitický stěnový konstrukční systém, jako zástupce v současnosti často používaného konstrukčního systému bytových domů v ČR. S touto variantou jsou porovnávány tři základní konstrukční systémy dřevostaveb: lehký sloupkový systém, masivní skeletový systém a stěnový systém z CLT panelů.

K jednotlivým variantám je vytvořen BIM model za účelem návrhu konstrukčních systémů v prostorových souvislostech. Z 3D modelu jsou odvozeny detaily pro stavebně energetickou optimalizaci a dále výkazy výměr použité při environmentálním vyhodnocení a optimalizaci.

U klíčových detailů každé varianty je stanoven lineární činitel prostupu tepla a vyhodnocen vliv detailů na průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy a měrnou potřebu tepla na vytápění. Následně je provedena stavebně energetická optimalizace se zaměřením na detail atiky a soklu.

Varianty konstrukčních systémů jsou vyhodnoceny pomocí některých environmentálních parametrů použitých stavebních materiálů. K hodnocení jsou dále použita vybraná kritéria nástroje SBToolCZ. Jako nejpříznivější varianta je vyhodnocen dřevěný masivní skeletový systém. Ten je dále optimalizován s cílem zjistit možnou míru snížení dopadu na životní prostředí.

## Klíčová slova

BIM; bytový dům; dřevěná konstrukce; obálka budovy; stavebně energetická optimalizace; dopad stavby na životní prostředí; environmentální optimalizace

## Abstract

The objective of the bachelor thesis is a theoretical assessment of the influence of a structural and material design on energetic functioning of a building and its environmental impact. Another aim is to optimize these two aspects of the structural and material design.

Several structural variants are designed for an example of an apartment building. The cast-in-place reinforced concrete wall structural system, representing the solution commonly used on apartment building structures in the Czech Republic, is the reference variant. This variant is compared to three basic timber structural systems: timber frame system, heavy timber skeleton frame and CLT panel wall system.

A Building Information Model is created for each variant for the purpose of drafting of structural design in spatial context. Construction details, further used for energy optimization, are derived from 3D model. Further a bill of quantities used for environmental assessment and optimization is also derived from BIM.

The linear thermal transmittance is calculated for substantial construction details. Also the influence on mean thermal transmittance of the building and on specific energy need for heating is assessed. Subsequently the energy optimization with focus on the details of the parapet wall and plinth is applied.

The variants of structural systems are assessed using some environmental characteristics of construction materials. The assessment further continues with selected criteria from SBToolCZ assessment tool. The best variant, heavy timber skeleton frame, is further optimized with the aim to determine the potential extent of reducing the environmental impact of a building.

## Key words

BIM; apartment building; timber structure; building envelope; energy optimization; environmental impact of a building; environmental optimization

# Obsah

<b>1. Úvod – cíle práce .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Modelový objekt .....</b>	<b>10</b>
2.1 Popis řešeného objektu a možnosti zobecnění výsledků práce .....	10
2.1.1 <i>Bytový dům Resby</i> .....	10
2.1.2 <i>Srovnání Resby s dalšími bytovými domy</i> .....	10
2.2 Popis variant konstrukčních systémů .....	10
2.2.1 <i>Železobetonový stěnový konstrukční systém</i> .....	10
2.2.2 <i>Dřevěný sloupkový konstrukční systém</i> .....	18
2.2.3 <i>Dřevěný masivní skeletový konstrukční systém</i> .....	26
2.2.4 <i>Dřevěný stěnový konstrukční systém</i> .....	34
<b>3. Tepelně technické posouzení a stavebně energetická optimalizace .....</b>	<b>39</b>
3.1 Metodika tepelně technického posouzení a stavebně energetické optimalizace .....	39
3.2 Návrh a posouzení plošných konstrukcí obálky budovy .....	39
3.2.1 <i>Železobetonový stěnový konstrukční systém</i> .....	39
3.2.2 <i>Dřevěný sloupkový konstrukční systém</i> .....	42
3.2.3 <i>Dřevěný masivní skeletový konstrukční systém</i> .....	44
3.2.4 <i>Dřevěný stěnový konstrukční systém</i> .....	45
3.2.5 <i>Srovnání parametrů jednotlivých variant ovlivněných skladbami</i> .....	46
3.3 Návrh a optimalizace detailů .....	50
3.3.1 <i>Detail nároží</i> .....	50
3.3.2 <i>Detail atiky</i> .....	52
3.3.3 <i>Detail okapu</i> .....	58
3.3.4 <i>Detail soklu</i> .....	61
3.3.5 <i>Další detaily zahrnuté do výpočtu potřeby tepla na vytápění</i> .....	67
3.4 Výsledné ovlivnění měrné potřeby tepla na vytápění optimalizovanými detaily .....	72
<b>4. Environmentální vyhodnocení a optimalizace .....</b>	<b>74</b>
4.1 Metodika environmentálního hodnocení staveb .....	74
4.2 Environmentální vyhodnocení jednotlivých variant konstrukčních systémů .....	76
4.2.1 <i>Železobetonový stěnový konstrukční systém</i> .....	76
4.2.2 <i>Dřevěný sloupkový konstrukční systém</i> .....	85
4.2.3 <i>Dřevěný masivní skeletový konstrukční systém</i> .....	95
4.2.4 <i>Dřevěný stěnový konstrukční systém</i> .....	105
4.2.5 <i>Srovnání jednotlivých variant konstrukčních systémů</i> .....	115
4.3 Environmentální optimalizace .....	123
4.3.1 <i>Metodika environmentální optimalizace</i> .....	123
4.3.2 <i>Změna řešení vnějšího zábradlí</i> .....	123
4.3.3 <i>Změna materiálu tepelné izolace</i> .....	124
4.3.4 <i>Změna materiálu silikátových nosných konstrukcí</i> .....	124
4.3.5 <i>Výsledky environmentální optimalizace</i> .....	125
<b>5. Využití BIM .....</b>	<b>129</b>
5.1 Popis a zhodnocení použití BIM pro účely bakalářské práce .....	129
5.2 Práce v dalších programech navazujících na BIM .....	129
5.3 Možnosti dalšího využití vytvořených BIM modelů .....	130
5.4 Zhodnocení využitelnosti BIM v oboru energeticky efektivních a environmentálně šetrných budov .....	130
<b>6. Shrnutí výsledků .....</b>	<b>131</b>
6.1 Stavebně energetická optimalizace .....	131
6.2 Environmentální vyhodnocení a optimalizace .....	131
<b>7. Závěr .....</b>	<b>133</b>
<b>Příloha č. 1 - Studie bytového domu Resby .....</b>	<b>134</b>
<b>Příloha č. 2 - Předběžný statický výpočet .....</b>	<b>139</b>
<b>Příloha č. 3 - Zjednodušená výkresová dokumentace varianty Železobetonový KS .....</b>	<b>145</b>

<b>Příloha č. 4</b> - Zjednodušená výkresová dokumentace varianty Dřevěný sloupkový KS .....	148
<b>Příloha č. 5</b> - Zjednodušená výkresová dokumentace varianty Dřevěný masivní skelet .....	151
<b>Příloha č. 6</b> - Zjednodušená výkresová dokumentace varianty Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	154
<b>Příloha č. 7</b> - Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , R-11 a C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> .....	157
<b>Příloha č. 8</b> - Protokoly z programu Teplo 2017 EDU .....	166
<b>Příloha č. 9</b> - Protokoly z programu Area 2017 EDU .....	183
<b>Příloha č. 10</b> - Protokoly z programu Energie 2017 .....	193
<b>Seznam obrázků</b> .....	<b>205</b>
<b>Seznam tabulek</b> .....	<b>207</b>
<b>Seznam grafů</b> .....	<b>209</b>
<b>Seznam použité literatury a podkladů</b> .....	<b>211</b>

# Seznam použitých symbolů a zkratek

## Symboly

$f_{Rsi}$	(-)	teplotní faktor vnitřního povrchu
$f_{Rsi,cr}$	(-)	kritická hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu
$l$	(m)	délka
$L$	(W/m.K)	lineární tepelná propustnost
$m_c$	(kg/m <sup>2</sup> .a)	množství zkondenzované vodní páry
$m_{c,n}$	(kg/m <sup>2</sup> .a)	normový požadavek na maximální množství zkondenzované vodní páry
$m_{ev}$	(kg/m <sup>2</sup> .a)	množství vypařitelné vodní páry
$Q_{h,nd}$	(kWh/m <sup>2</sup> )	měrná potřeba tepla na vytápění
$s_d$	(m)	ekvivalentní difúzní tloušťka
$U$	(W/m <sup>2</sup> .K)	součinitel prostupu tepla
$U_{em}$	(W/m <sup>2</sup> .K)	průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy
$\Delta U_{em}$	(W/m <sup>2</sup> .K)	přirážka na vliv tepelných vazeb
$\psi$	(W/m.K)	lineární činitel prostupu tepla

## Zkratky

2D	dvojměrný (2-dimensional)
3D	trojměrný (3-dimensional)
AI	akustická izolace (použito ve výkresech)
AP	potenciál okyselování prostředí (Acidification Potential)
apod.	a podobně
BD	bytový dům
BIM	informační model budovy (Building Information Model)
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	ethen
CLT	vrstvené křížem lepené dřevo (Cross Laminated Timber)
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
ČR	Česká republika
ČVUT	České vysoké učení technické v Praze
ekv.	ekvivalentní
EPS	expandovaný (pěnový) polystyren
ETICS	vnější kontaktní zateplovací systém (External Thermal Insulation Contact System)
GWP	potenciál globálního oteplování (Global Warming Potential)
HI	hydroizolace (použito ve výkresech)
kce	konstrukce
KS	konstrukční systém
LCA	hodnocení životního cyklu (Life Cycle Assessment)
LOD	úroveň detailnosti modelu (Level of Details, Level of Development)
MS	mezní stav
např.	například
NP	nadzemní podlaží
ODP	potenciál ničení ozonu (Ozone Depletion Potential)
OSB	konstrukční deska na bázi dřeva (Oriented Strand Board)
PE	polyethylen
POCP	potenciál tvorby přízemního ozonu (Photochemical Ozone Creation Potential)
příp.	případně
PUR	polyuretan
R-11	trichlormonofluormethan
resp.	respektive
SO <sub>2</sub>	oxid siřičitý
TI	tepelná izolace (použito ve výkresech)
tl.	tloušťka
TZB	technické zařízení budovy
tzn.	to znamená
UCEEB	Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT v Praze
XPS	extrudovaný polystyren



# 1. Úvod – cíle práce

Cílem práce je v rámci jejího zaměření porovnat důsledky použití vybraných konstrukčních systémů na bytových domech a některé z variant dále optimalizovat pro dosažení příznivějších výsledků. Konkrétně se jedná o konstrukční systém železobetonový monolitický stěnový, jako představitele velmi často používaného řešení pro bytové domy realizované v současné době na území ČR, a dále o dřevěné konstrukční systémy ve třech základních provedeních: lehký sloupkový systém, masivní skeletový systém a stěnový systém z CLT panelů.

Záměr bakalářské práce je prováděn na projektu bytového domu Resby, který slouží jako modelový příklad standardního bytového domu. Konečné relativní výsledky práce pak lze aplikovat i na další běžné bytové domy navrhované a realizované v České republice.

První část práce je věnována stavebně energetickému návrhu řešení, jeho posouzení a optimalizaci. Budova je navržena jako energeticky pasivní. Všechny varianty mají na vstupu plošné konstrukce obálky budovy o stejných tepelně technických vlastnostech. To umožňuje sledovat vliv konstrukčních systémů a zvolených stavebních materiálů na kvalitu obálky budovy (průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy) a měrnou potřebu tepla na vytápění.

Mimo tepelně technického a vlhkostního posouzení skladeb plošných konstrukcí je pozornost věnována především řešení detailů typických pro bytové domy, zkoumání jejich vlivu na energetickou efektivitu budovy jako celku a jejich optimalizaci. K detailnímu řešení jsou vybrány detaily, které se pravděpodobně budou vyskytovat v mnoha dalších projektech běžných bytových domů: detail atiky, okapu (bezatikového řešení okraje ploché střechy) a soklu.

V druhé části práce je řešen dopad stavby v jednotlivých variantách na životní prostředí. Metodika vychází z hodnocení životního cyklu budovy (LCA), ale posuzuje pouze první dvě fáze životního cyklu: těžbu surovin a výrobu materiálů. Každému stavebnímu materiálu jsou přiřazeny environmentální parametry jako svázaná spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů nebo svázaná produkce emisí látek s výrazným vlivem na životní prostředí. Hodnoceny jsou také materiály podle vzniku a podle recyklovatelnosti. V první kategorii jsou preferovány materiály obnovitelné a materiály vzniklé recyklací. Druhá z jmenovaných kategorií benefituje materiály plnohodnotně nebo i částečně recyklovatelné.

Každá z variant je dále vyhodnocena podle vybraných environmentálních kritérií nástroje SBToolCZ, které odpovídají výše popsaným kategoriím hodnocení. Výsledky jsou použity pro porovnání vlivu řešených variant na životní prostředí. Nejvhodnější varianta je dále environmentálně optimalizována s cílem zjistit možnou míru snížení dopadu na životní prostředí oproti neoptimalizované variantě a oproti ostatním variantám s větším dopadem na životní prostředí.

Konstrukční návrh jednotlivých variant je doprovázen 3D modelováním v BIM software ArchiCAD 21. Výsledkem jsou informační modely budovy ve čtyřech řešených variantách. BIM v tomto případě usnadňuje konstrukční návrh budovy a umožňuje jeho kontrolu v prostoru.

Úroveň detailů odpovídá LOD 350 a je zvolena především z důvodu navazující stavebně energetické optimalizace, která je prováděna na dvourozměrných detailech odvozených z modelu. Z BIM modelu je dále převzat výkaz výměr ve formě seznamu použitých stavebních materiálů a jejich celkových objemů. Na výkaz výměr navazuje environmentální vyhodnocení a optimalizace.

## 2. Modelový objekt

### 2.1 Popis řešeného objektu a možnosti zobecnění výsledků práce

#### 2.1.1 Bytový dům Resby

Stavebně energetická a environmentální optimalizace v této práci je provedena na projektu bytového domu Resby, který je používán ve vědecko-výzkumném projektu *Environmentálně šetrné resilientní bytové domy* v UCEED, ČVUT v Praze. Jedná se o návrh stavby s důrazem na minimální dopad na životní prostředí a odolnost proti změnám klimatu. [13]

Autorem architektonického návrhu bytového domu Resby je společnost *RD Rýmařov s. r. o.* V katalogu *Rýmařovské domy* [14] je projekt veden pod názvem BD Twinset. Návrh je vysoce variabilní, zejména co se týče dispozičního řešení domu. V jedné budově je možné nakombinovat byty všech velikostních kategorií od 1+KK do 4+KK. V přízemí lze umístit 6 řadových garáží a sklepní kóje pro každý byt, nebo přízemní byty libovolné kategorie, případně na jedné polovině půdorysu garáže a na druhé polovině byty. Variabilní je i tvar zastřešení budovy, který je pak možno přizpůsobit podmínkám daným v konkrétní lokalitě. [14]

Podkladem pro tuto práci byly půdorysy a pohledy zobrazené v *Příloze č. 1*. Jako 1.NP je zvoleno podlaží s řadovými garážemi, 2.NP a 4.NP odpovídají *Typickému podlaží 1* a 3.NP *Typickému podlaží 2*. Z variant zastřešení je vybrána plochá střecha s atikou po celém obvodu.

#### 2.1.2 Srovnání Resby s dalšími bytovými domy

Za účelem zjištění podobnosti BD Resby s dalšími bytovými domy realizovanými v současné době v ČR byla provedena následující analýza. V tabulce *Tab. 2.1.1.1* jsou uvedené realizované projekty bytových domů a porovnání jejich podlažnosti, velikostní kategorie bytů a podlahové plochy části s byty připadající na jednu osobu. Údaje o projektech byly převzaty ze serveru *archiweb.cz*. [15] Jedná se o 5 nejnovějších bytových domů, u kterých bylo zveřejněno dostatek údajů k provedení analýzy.

*Tab. 2.1.1.1 Příklady bytových domů realizovaných v ČR a jejich porovnání s BD Resby*

projekt (realizace)	podlažnost	velikostní kategorie bytů	počet osob	užitná plocha části s byty	počet m <sup>2</sup> na osobu
BD Grmelova (2018)	4 NP	1+KK, 2+KK, 3+KK	17	474	27,9
BD Bulovka (2017)	8 NP, 1 S	1+KK až 5+KK	118	3710	31,4
BD Domino (2017)	8 NP, 1 S	2+KK	56	1610	28,8
BD Prostějov 03 (2017)	5 NP	2+KK, 3+KK	32	1236	38,6
Bytový soubor Triangle (2016)	4 NP	2+KK, 4+KK	22	706	32,1
<b>BD Resby</b>	4 NP	1+KK až 4+KK	24	657,4	27,4

Poslední řádek tabulky obsahuje parametry bytového domu Resby. V porovnání s ostatními příklady se jedná o malý bytový dům (3 nebo 4 podlaží s byty, malý počet osob), který ale nabízí všechny běžné velikostní kategorie bytů. Čistá plocha podlaží s byty (zde uvažovaná 3 obytná podlaží) připadající na jednu osobu odpovídá běžným hodnotám u ostatních bytových domů. Při pohledu na dispozice bytů i celkové uspořádání BD Resby je možné říci, že se jedná o běžné dispoziční řešení a prostorové uspořádání.

Podle výsledků provedeného porovnání je možné bytový dům Resby označit za standardní bytový dům. Odpovídá tomu i jednoduché konstrukční uspořádání schodišťového bytového domu s dvěma trakty a schodišťovou sekcí uprostřed. Výsledky této práce lze do jisté míry mimo konkrétní řešení projekt aplikovat také na další běžné bytové domy navrhované a realizované v ČR. Podmínkou je kromě dispozičního řešení i jednoduchost řešení konstrukčního, a to tím způsobem, že konstrukční systém stavby lze řešit variabilně v mnoha různých variantách. Vzhledem k rozdílné velikosti staveb je vhodné zobecňovat pouze relativní výsledky – procentuální porovnání řešených parametrů mezi jednotlivými variantami.

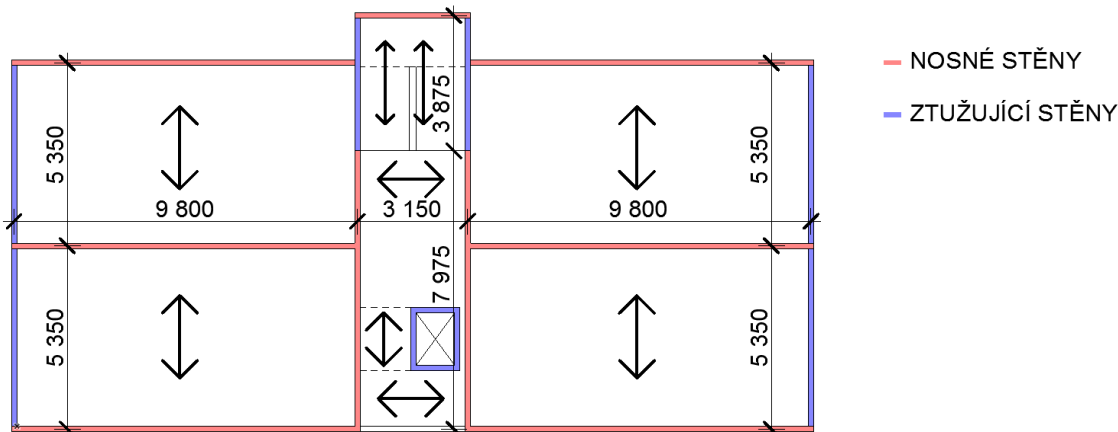
## 2.2 Popis variant konstrukčních systémů

### 2.2.1 Železobetonový stěnový konstrukční systém

Varianta Železobetonový KS byla zvolena jako výchozí referenční varianta, a to z toho důvodu, že většina bytových domů v ČR je realizována právě v tomto systému, v jeho monolitické variantě. [16] Ostatní varianty mají dřevěné konstrukční systémy a jsou porovnávány s touto referenční variantou. Cílem je zjištění rozdílů (v rozsahu zaměření práce) mezi dřevostavbami

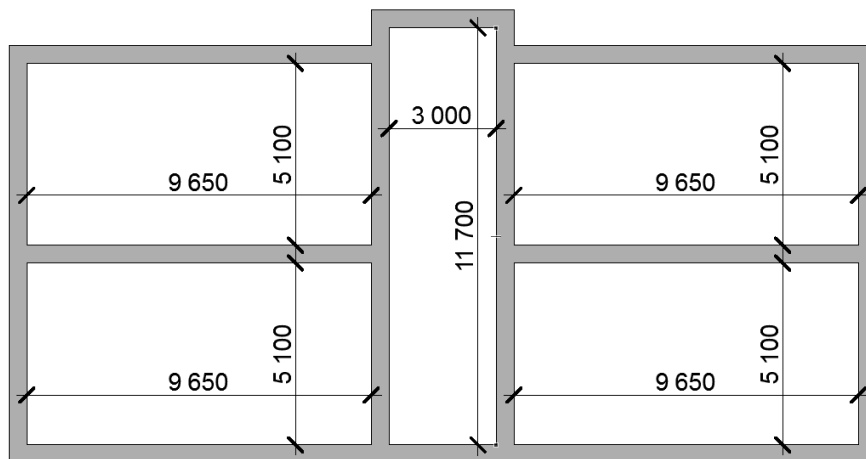
samotnými a dále mezi dřevostavbami a současným standardním řešením v podobě železobetonového monolitického stěnového konstrukčního systému.

Schéma konstrukčního systému ukazuje obrázek *Obr. 2.2.1.1*. Jedná se o podélný dvoutraktový stěnový systém, který je ve střední části (komunikační jádro) přerušen dvěma příčnými stěnami. Stropní konstrukce jsou deskové, jednosměrně pnuté, na rozpětí 5,35 m, spojené přes 2 pole. V předběžném statickém výpočtu (viz *Příloha č. 2*) je podle metody vymezující ohybové štíhlosti navržena stropní deska tloušťky 200 mm z betonu pevnostní třídy C30/37 s předpokládaným stupněm vyztužení 0,5 %. Dále jsou navrženy nosné stěny minimální tloušťky 150 mm [1], u nichž je požadavek 1. mezního stavu předběžně ověřen pomocí únosnosti v prostém tlaku, z betonu pevnostní třídy C30/37 s předpokládaným stupněm vyztužení 1,5 %.



*Obr. 2.2.1.1* Konstrukční schéma Železobetonového KS

Ze studie BD Resby (viz *Příloha č.1*) byly převzaty vnitřní rozměry místností, které jsou shodné pro všechny varianty. Důvodem sjednocení rozměrů řešených variant podle velikosti místností je skutečnost, že ve studii je velký počet místností navržený na minimální plochu dle typologických zásad. [2] Výsledkem je schéma *Obr. 2.2.1.2*, kde jsou uvedené základní rozměry pro všechny řešené varianty, bez ohledu na tloušťky nosných stěn. Za předpokladu, že tloušťky příček budou ve všech variantách stejné (100 mm, resp. 150 mm u mezibytové příčky), zůstanou velikosti místností stejné u každé z variant.

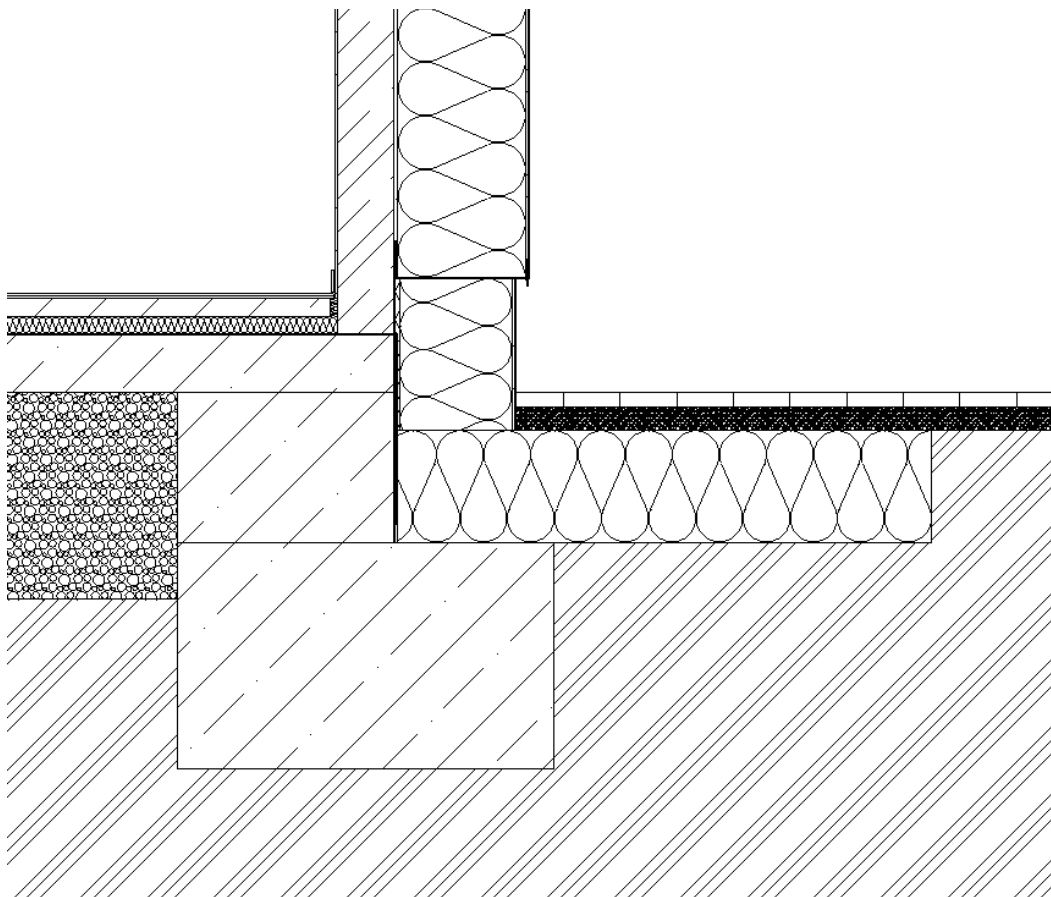


*Obr. 2.2.1.2* Schéma sjednocených rozměrů u všech variant konstrukčních systémů

Pro účely této práce se předpokládá umístění stavby na vodorovném terénu, se vstupní fasádou orientovanou na jih. Pro založení jsou uvažovány základové pasy navržené tak, aby jejich šířka byla snadno přizpůsobitelná lokálním základovým podmínkám a aby změna šířky pasů nevyvolala nutnost měnit další navazující konstrukce. Pasy jsou z toho důvodu navrženy jako dvoustupňové, kde spodní stupeň je betonovaný přímo do výkopu, příp. do bednění, a horní stupeň je tvořen tvárnici ztraceného bednění, aby byla zajištěna hladká boční plocha pasu určená k nalepení tepelné izolace soklu. Tvar základu je vidět na obrázku *Obr. 2.2.1.3*. Šířka spodního

stupně základu je odhadem stanovena na 1 m, což přibližně odpovídá založení na písčité zemině s pevností  $R_{dt} = 350$  kPa. [3] Výška základu je 1 m, základová spára se nachází v nezámrazné hloubce.

Tepelná izolace podlahy na terénu je řešena formou podsypu z granulátu pěnového skla. V podlaze je dále navržena akustická izolace z minerální vlny, v běžné tloušťce 50 mm. Detail soklu je z tepelně technického hlediska řešen kontaktně lepenými svislými deskami z XPS a dále vodorovnými deskami z XPS umístěnými pod úroveň terénu. Hydroizolace spodní stavby je povlaková, z modifikovaných asfaltových pásů.



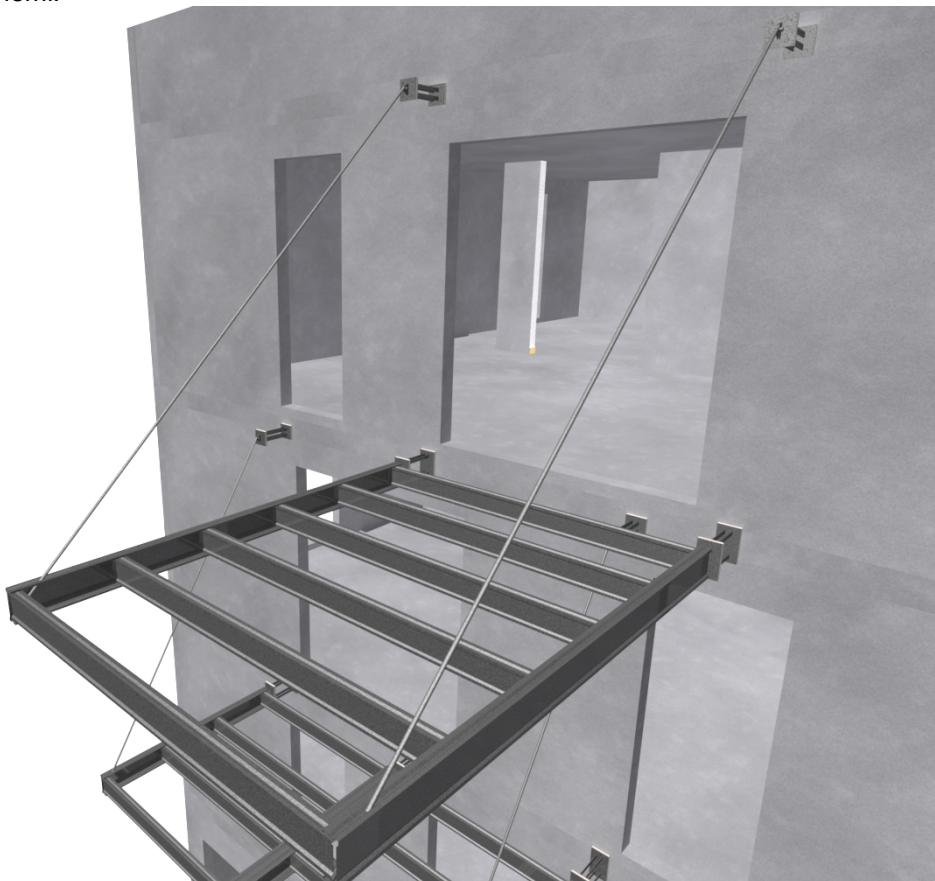
Obr. 2.2.1.3 Detail soklu vytápěné zóny Železobetonového KS v měřítku 1:20

Schodiště je řešené jako železobetonové deskové, s jednou lomenými deskami uloženými do stropních desek a na obvodovou stěnu. V komunikačním jádru je umístěn výtah, u kterého je předpokládáno konstrukční řešení se samostatnou výtahovou šachtou oddělenou od ostatních konstrukcí dilatačními spárami. Dle požadavků ČSN 73 0802 [4] musí být v budově navržena chráněná úniková cesta typu A, celá střední část bytového domu (komunikační jádro) je proto řešena v souladu s těmito požadavky.

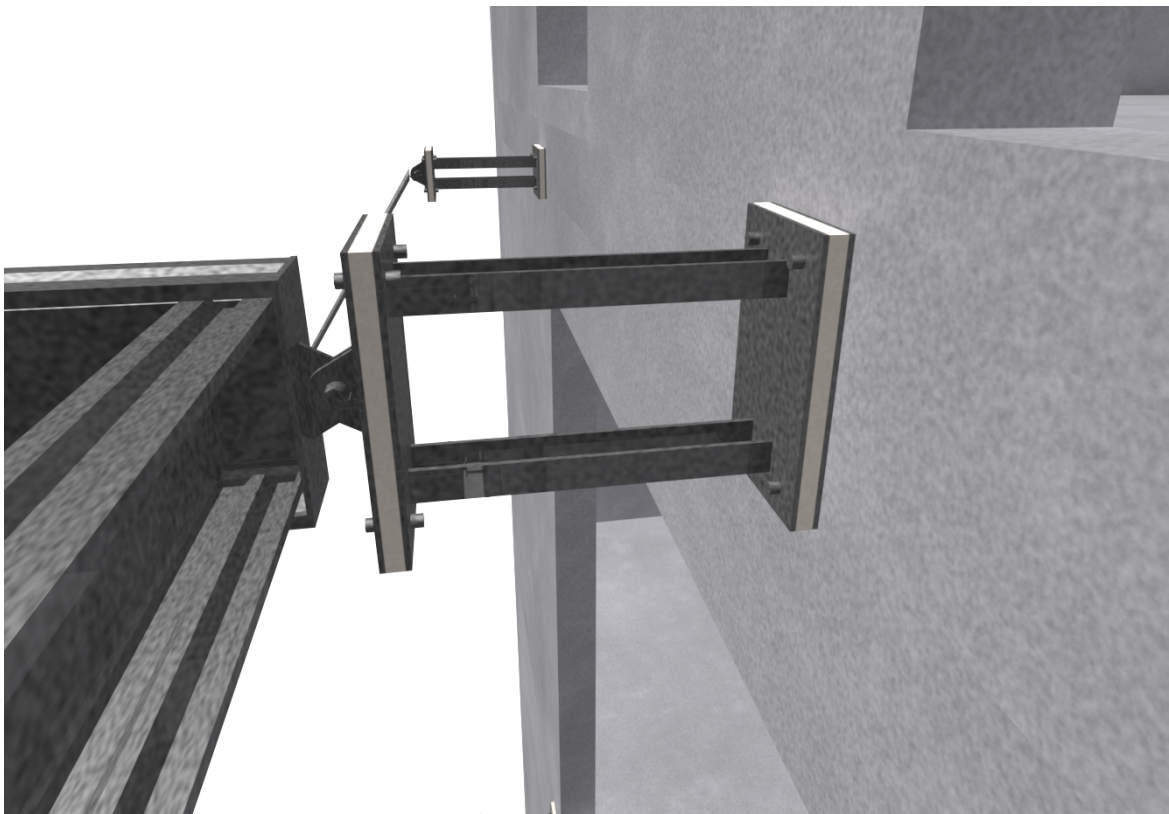
Z variant zastřešení BD Resby je zvolena plochá střecha s atikou po celém obvodu. Část budovy se schodištěm vystupuje z roviny obvodové stěny, tedy i atiky, a okraj její střechy je vyřešen ve formě okapu. Z důvodu snahy se variantou *Železobetonový KS* co nejvíce přiblížit standardnímu řešení současných bytových domů je navržena jednoplášťová plochá střecha s klasickou skladbou, se spádováním do vnitřních vpustí. Jako parotěsnící a hydroizolační vrstva jsou navrženy asfaltové pásy. Tepelnou izolaci představuje grafitový expandovaný polystyren, který by se pravděpodobně v případě energeticky pasivního objektu stal standardním řešením místo běžného EPS díky menší tepelné vodivosti (grafitový EPS lze pro dosažení stejných tepelně technických parametrů navrhout v menší tloušťce). Protože je tepelnou izolací EPS, je ve skladbě nad ním navržena expanzní vrstva v podobě smyčkové rohože. Odolnost střešního pláště proti zatížení větrem zajišťuje stabilizační vrstva kačírku v odhadované tloušťce 100 mm.

Obvodové stěny jsou opatřeny kontaktním zateplovacím systémem s grafitovým expandovaným polystyrenem. Jako finální pohledová vrstva fasády je navržena difúzně otevřená tenkovrstvá omítka. Vnitřní povrchy železobetonových stěn jsou tvořeny jednovrstvou vnitřní omítkou.

Balkóny jsou kvůli velkým vyložením konstrukčně řešeny jako na jedné straně kloubově opřené o obvodovou stěnu a na druhé straně zachycené táhlem kotveným do stropní desky o 1 podlaží výše. Nosná konstrukce je vytvořena z tenkostěnných ocelových profilů, z nichž 2 prostupují obvodovým pláštěm na nosnou stěnu a ostatní nosníky jsou na ně kolmé. Konstrukční řešení ukazuje obrázek *Obr. 2.2.1.4*. Vodivý tepelný most u nosníku i u kotvení táhla je přerušen pomocí ocelových čelních desek prošroubovaných přes teflonovou vložku, jak ukazuje detail *Obr. 2.2.1.5*. Balkóny jsou opláštěny cementotřískovými deskami bez další povrchové úpravy. Na horní desce je dále vytvořena spádová vrstva pomocí spádových klínů z EPS, na ní je provedena povlaková hydroizolace z asfaltových pásů a dále nášlapná vrstva v podobě keramické dlažby. Zábradlí je podle pohledů ve studii (viz *Příloha č. 1*) ocelové rámové, se skleněnými výplněmi.



*Obr. 2.2.1.4* Konstrukční řešení balkónu u Železobetonového KS



Obr. 2.2.1.5 Detail kotvení balkónu u Železobetonového KS

Ve variantě *Železobetonový KS*, která má reprezentovat v současnosti nejběžnější řešení bytových domů, jsou navrženy prosklené výplně otvorů (okna a vchodové dveře) s plastovým rámem a izolačním trojsklem. Ke kotvení oken a dveří v přípojovací spáře se předpokládá použití páskových kotev do ostění tak, aby výplně otvorů byly vysazeny od nosné konstrukce do roviny tepelné izolace. Garážová vrata jsou uvažována ve variantě sekční nebo rolovací, s dvojitým plastovým pláštěm vyplněným PUR pěnou. Výplně otvorů nejsou v práci dále detailně řešeny.

Všechny příčky v budově jsou navrženy jako sádkartonové, s kostrou z ocelových UW a CW profilů. Tloušťka příček, tloušťka výplně minerální vlnou a počet vrstev opláštění se liší podle akustických požadavků. Příčky v bytech a příčky bez akustických požadavků jsou uvažovány v celkové tloušťce 100 mm s jednoduchým opláštěním a akustickou izolací na celou tloušťku příčky (75 mm). Mezibytové příčky, které je nutné použít ve 2. a 4.NP mají celkovou tloušťku 150 mm, je uvažované dvojitě opláštění z každé strany a tloušťka akustické izolace 50 mm. Založení příček je předpokládáno na roznášecí vrstvě podlah, kterou je nutné v místě příčky svisle proříznout za účelem přerušení akustického mostu.

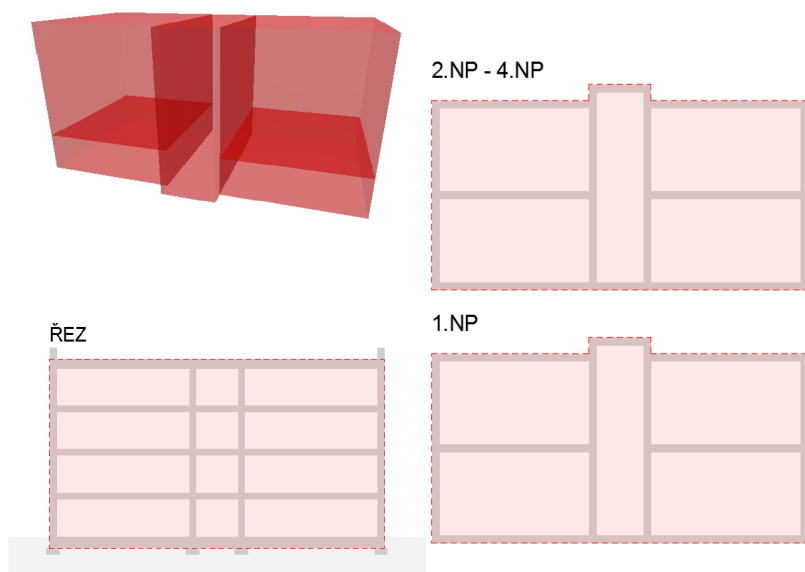
Všechny podlahy jsou navrženy jako těžké plovoucí, s akustickou izolací z minerální vlny v tloušťce 50 mm, separací z PE fólie a roznášecí vrstvou z cementového potěru tloušťky 50 mm.

Podhledy v této variantě nejsou navrženy. Strop 1.NP bude v garážích a sklepních kójiích opatřen kontaktním zateplením na spodním líci nosné konstrukce. Povrch tepelného izolantu bude překryt omítkou, obdobně jako u zateplení fasády.

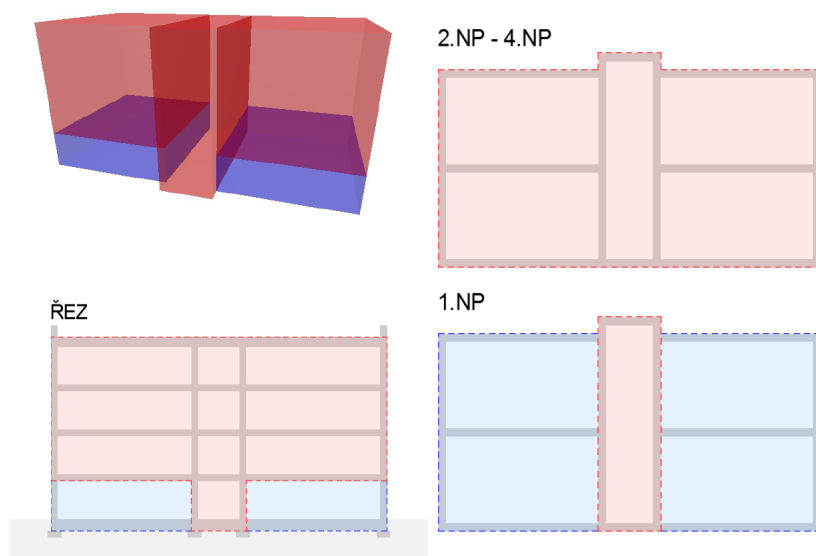
Na obvodových stěnách je navržen kontaktní zateplovací systém, kde tepelnou izolaci tvoří expandovaný grafitový polystyren v tloušťce 340 mm a povrchovou úpravu difúzně otevřený omítkový systém. Grafitový EPS je zvolen stejně jako u střechy, a to z důvodu pravděpodobnějšího upřednostnění grafitového EPS před obyčejným EPS v případě návrhu skladeb konstrukcí na normou doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro pasivní domy.

Mimo tepelnou izolaci na fasádě objektu, střeše a soklu je zateplen také strop a stěna v 1.NP, a to z důvodu volby zónování objektu s nevytápěnými garážemi a sklepními kójiemi. Možnosti teplotního zónování budovy ukazují obrázky *Obr. 2.2.1.6*, *Obr. 2.2.1.7* (zvolená varianta) a *Obr. 2.2.1.8*. Na stropě je navržen kontaktní zateplovací systém tak, jak je popsáno v předchozím odstavci. Tepelná izolace je z grafitového EPS v tloušťce 130 mm. Na stěnách k vytápěnému prostoru je použito stejné kontaktní zateplení, ovšem s tloušťkou izolace 180 mm. V této tloušťce je izolace použita i na vnitřním líci obvodových stěn, v pruhu vysokém 500 mm u stropu, jako řešení detailu styku obvodové stěny a stropu nad nevytápěným prostorem. Toto řešení je vidět

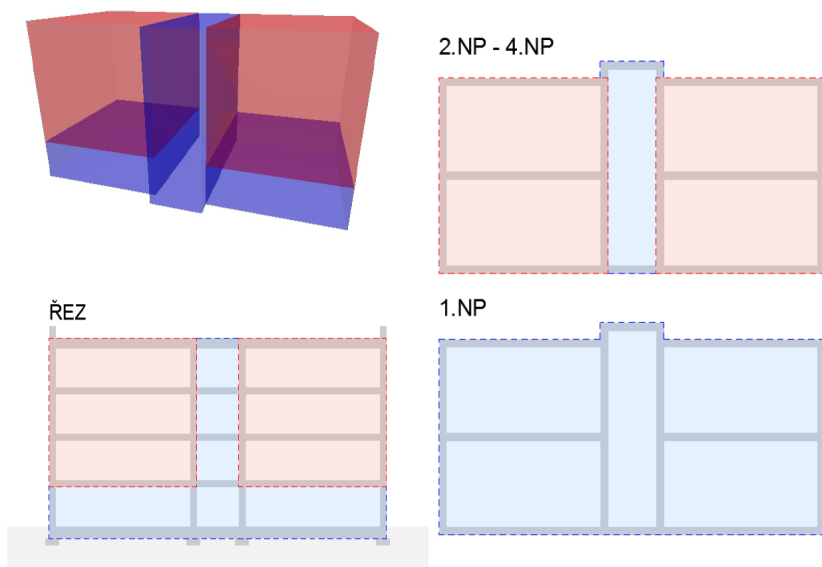
na detailu Obr. 2.2.1.9. V místě instalačních šachet přiléhajících ke stěně k vytápěnému prostoru je místo kontaktního zateplení z grafitového EPS na stěně použita minerální vlna v kostře předstěny tak, aby prostor pro instalace byl součástí vytápěné zóny. Celková tloušťka této tepelné izolace je 220 mm.



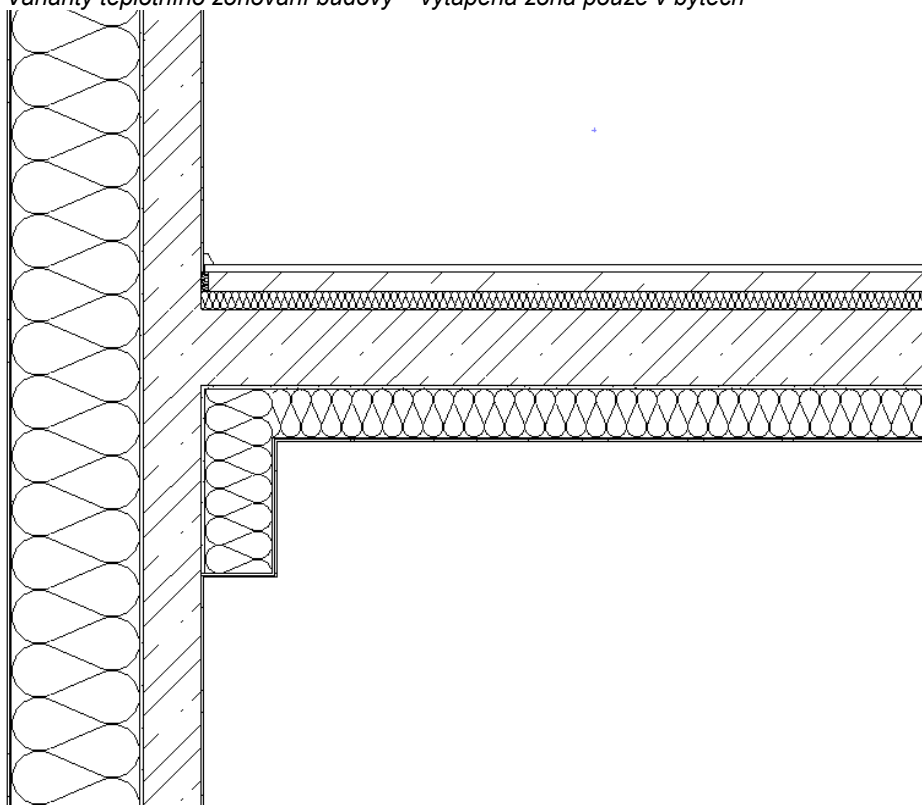
Obr. 2.2.1.6 Varianty teplotního zónování budovy – vytápěná zóna v celém objektu



Obr. 2.2.1.7 Varianty teplotního zónování budovy – vytápěná zóna v bytech a komunikačním prostoru



Obr. 2.2.1.8 Varianty teplotního zónování budovy – vytápěná zóna pouze v bytech



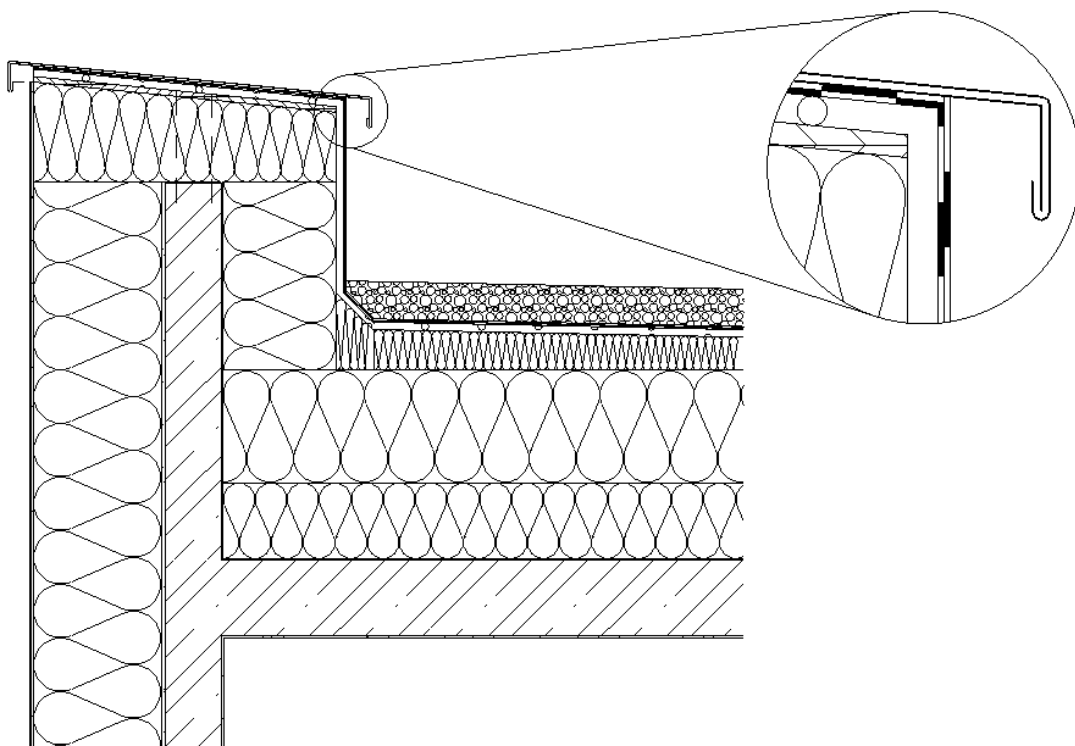
Obr. 2.2.1.9 Detail styku stěny a stropu nad nevytápěnou zónou Železobetonového KS v měřítku 1:20

Ve všech variantách jsou navrženy běžné klempířské prvky jako oplechování koruny atiky, okapu střechy nad schodištěm a parapetů. Drobné klempířské prvky (např. příponky, nastavování plechů pomocí drážek) jsou zanedbány. Důležité prvky oplechování jsou v BIM modelu obsaženy, jak ukazují detaily Obr. 2.2.1.10, Obr. 2.2.1.11 a Obr. 2.2.1.12.

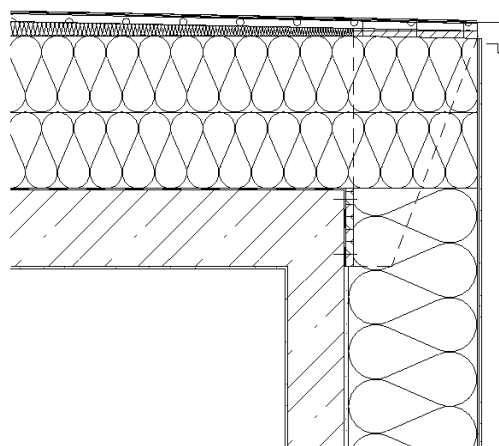
Venkovní úpravy jsou v této práci zohledněny přibližně, za účelem kompletního dotvoření detailů ve styku s terénem a za účelem dodržení Metodiky SBToolCZ [5], co se týče materiálů a konstrukcí zahrnutých do environmentálního vyhodnocení. Po celém obvodu budovy je uvažována dlažba z vibrolisovaného betonu na štěrkopískovém loži, a to v pásu širokém 2 m.

Zjednodušená výkresová dokumentace k variantě Železobetonový KS se nachází v Příloze č. 3.

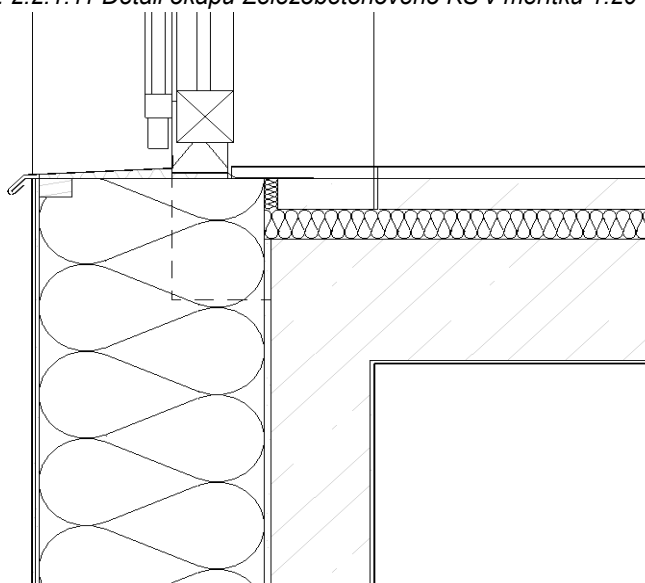




Obr. 2.2.1.10 Detail atiky Železobetonového KS v měřítku 1:20, se zvětšením v měřítku 1:5



Obr. 2.2.1.11 Detail okapu Železobetonového KS v měřítku 1:20



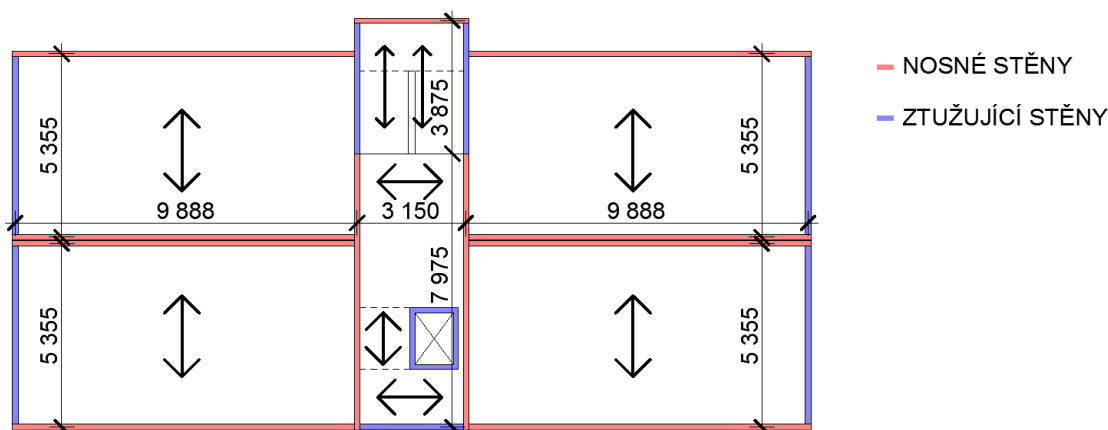
Obr. 2.2.1.12 Detail parapetu okna Železobetonového KS v měřítku 1:10

## 2.2.2 Dřevěný sloupkový konstrukční systém

Cílem této varianty je návrh standardního dřevěného sloupkového konstrukčního systému (lehkého skeletu, 2by4, 2x4) a jeho porovnání s ostatními variantami. Pro účely této práce je zvolen častěji používaný typ platform frame. Ten se vyznačuje sloupky na výšku pouze jednoho podlaží, kde jsou přerušeny stropní konstrukcí a věncovou fošnou. BIM model varianty je vytvořen tak, aby byl rychle upravitelný pro výstavbu s využitím velkoformátové prefabrikace, ale zároveň byla umožněna staveništní prvková výstavba bez změn modelu.

Dle požadavků ČSN 73 0802 [4] musí být v budově navržena chráněná úniková cesta typu A, celá střední část bytového domu (komunikační jádro) je proto řešena v souladu s těmito požadavky. Návrh konstrukčního systému nejvíce ovlivňuje požadavek druhu nosných konstrukcí DP1, tzn. konstrukci komunikačního jádra nelze navrhnout dřevěnou. Obdobný požadavek je dán pro garáže. Z toho důvodu je tato varianta konstrukčním systémem materiálově kombinovaným. Stěny 1.NP, strop nad 1.NP, stěny a stropy v komunikačním jádru na celou výšku budovy (s výjimkou střechy) jsou navrženy železobetonové, resp. jsou převzaty z varianty *Železobetonový KS*. Zbývající část objektu (nosné konstrukce části budovy s byty od 2.NP do 4.NP) má dřevěný konstrukční systém.

Schéma konstrukčního systému ukazuje obrázek *Obr. 2.2.2.1*. Jedná se o podélný dvoutraktový systém, který je ve střední části přerušen železobetonovým komunikačním jádrem. Konstrukční systém 1.NP, které má železobetonové nosné konstrukce, ukazuje obrázek *Obr. 2.2.1.1* v předchozí části kapitoly.



*Obr. 2.2.2.1* Konstrukční schéma Dřevěného sloupkového KS

Z důvodu sjednocení rozměrů všech variant podle vnitřních rozměrů, jak ukazuje schéma *Obr. 2.2.1.2* v předchozí části kapitoly, bylo nutné navrhnout modulové rozměry dřevěné konstrukce v nestandardních rozměrech. Způsobuje to zejména tloušťka předstěny 62,5 mm (sádkokartonová deska tloušťky 12,5 mm a kostra tloušťky 50 mm).

Dalším rozdílem oproti *Železobetonovému KS* je dvojitá vnitřní nosná stěna. Ta byla navržena zejména z akustických důvodů, resp. byla převzata ze studie objektu (viz *Příloha č. 1*), která předpokládala použití dřevěného sloupkového konstrukčního systému. U jednoduché stěny by přenos zvuku nosnými sloupky způsobil výrazné zvýšení vzduchové neprůzvučnosti. [6] Ze statických důvodů nelze sloupky např. rozdělit a prostřídat tak, že jedna část sloupku nese vždy jednu desku pláště, proto je optimální provést stěnu dvojitou a zajistit, že sloupky obou stěn nebudou vzájemně tuze spojené. Toto řešení pak má pozitivní dopad i na statické řešení, a to takový, že sloupky vnitřní i obvodové stěny přenáší stejné svislé zatížení (stropní nosník je prostý) a průřez tedy v obou případech může být plně využit.

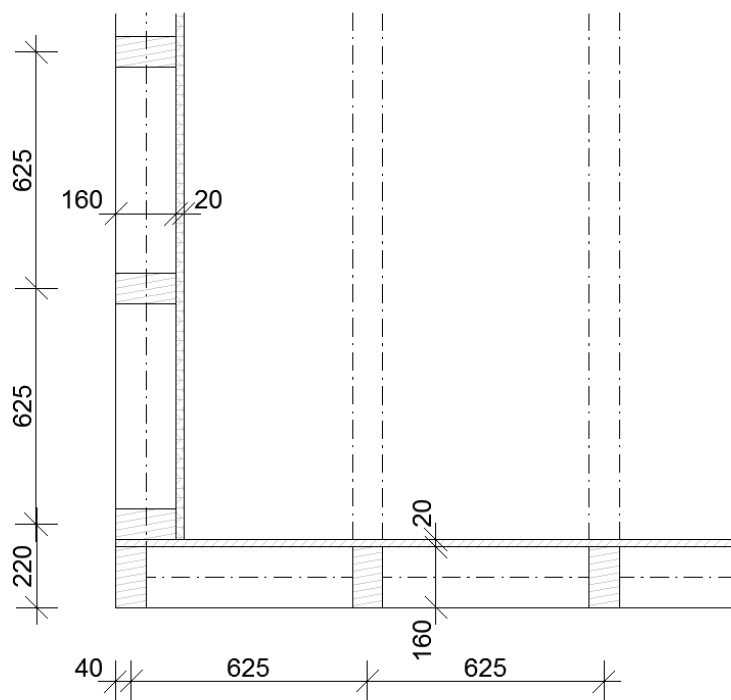
Stropní konstrukce jsou nosníkové, s prostě uloženými trámy na rozpětí 5,355 m, v osových vzdálenostech 625 mm. Stropní nosníky přesně navazují na sloupky, eliminuje se tak namáhání převázek ohybem. V předběžném statickém výpočtu (viz *Příloha č. 2*) je navržen průřez stropního nosníku 80 x 300 mm z lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL24h a posouzen na ohyb (1.MS) a deformaci (2.MS). Dále je navržen průřez sloupek 80 x 160 mm z hoblovaného rostlého dřeva pevnostní třídy C24. Sloupek je předběžně posouzen na tlak s vlivem vzpěru pouze od svislého zatížení. Na vliv vodorovného zatížení větrem je v posouzení ponechána dostatečná rezerva.

Sloupková konstrukce je založena na železobetonové stropní desce nad 1.NP na dvojitě prahové fošně o celkovém průřezu 80 x 160 mm. Sloupky u železobetonového komunikačního

jádra jsou kotveny hmoždinkami do stěny. Pod stropem jsou sloupky ukončené a spojené vodorovnou převázkou o průřezu 80 x 160 mm, na kterou jsou uloženy stropní nosníky a věncová fošna. Na horní líc stropních nosníků a věncové fošny se opět ukládají prahové fošny a následuje shodná konstrukce dalšího podlaží. Nosná konstrukce střechy končí stropními nosníky, atika je řešená v rámci nenosné kostry obvodového pláště. Řešení lehkého dřevěného skeletu v návaznosti na železobetonovou konstrukci ukazuje řez nosnou konstrukcí Obr. 2.2.2.2. Z vnitřní strany je na nosné sloupky provedeno konstrukční plášťování z OSB desek. Styk sloupků v nároží ukazuje detail Obr. 2.2.2.3. Jedná se o detail typický pro technologii výstavby s využitím velkoformátové prefabrikace (na stavbě se umísťuje kompletizovaný panel s vodorovnými prvky, sloupky a opláštěním), zároveň je ale možné provést nároží tímto způsobem postupnou montáží z jednotlivých prvků. Detail je zvolen z důvodu univerzálnosti modelu (je možná volba technologie výstavby) a z důvodu úspory dřevěných prvků, která se poté promítne v řešení tepelně technickém i v environmentálním vyhodnocení.



Obr. 2.2.2.2 Řez nosnou konstrukcí Dřevěného sloupkového KS



Obr. 2.2.2.3 Konstrukční detail nároží Dřevěného sloupkového KS

Typ založení se oproti variantě *Železobetonový KS* nemění. Opět jsou použity základové pasy s variabilní šířkou spodního stupně. Šířka základu je v této variantě s výrazně menším zatížením (méně než 70 %, viz kapitola 4.2.5) odhadována na 0,7 m. Výška základu je 1 m, shodně s ostatními variantami.

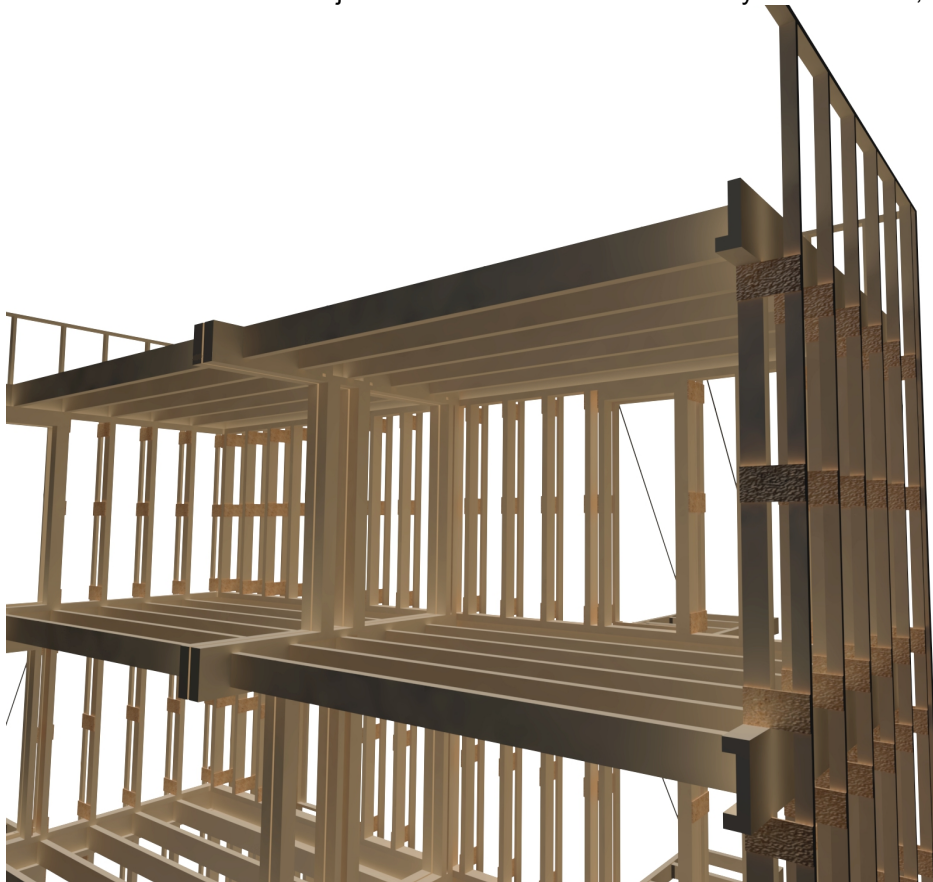
Tepelná izolace podlahy a řešení detailu soklu z tepelně technického hlediska je obdobné jako ve variantě *Železobetonový KS*. Nosná konstrukce je v tomto detailu ve všech variantách stejná, pouze se mění tloušťka tepelné izolace na stěně, a to v závislosti na tloušťce obvodového pláště se dřevěnou nosnou konstrukcí o podlaží výše a jeho umístění oproti líci železobetonové stěny. Změna tloušťky tepelné izolace vyvolá i nutnost změnit tloušťku svislých desek z extrudovaného polystyrenu. S výjimkou tloušťky svislých tepelných izolací se tedy detail soklu Obr. 2.2.1.3 z předchozí části kapitoly nemění.

Schodiště je součástí železobetonového komunikačního jádra, kde musí být navržena chráněná úniková cesta typu A. [4] Proto je řešení schodiště shodné s variantou *Železobetonový KS*. Výtahová šachta je také řešena stejným způsobem jako v předchozí variantě, s železobetonovými stěnami oddělenými od ostatních konstrukcí dilatační spárou.

Tvar střechy odpovídá zvolenému typu zastřešení plochou střechou s atikou po celém obvodu. Vystupující hmota budovy v části se schodištěm je opět zastřešena samostatně a okraj její střechy je vyřešen ve formě okapu. V návaznosti na předchozí variantu je zvolena jednoplášťová plochá střecha s klasickou skladbou, se spádováním do vnitřních vpustí. Pro dřevěný nosíkový strop se nejedná o optimální řešení, jednoplášťová střecha je použita proto, aby bylo možné porovnávat jednotlivé varianty mezi sebou. Jako parotěsnicí vrstva je v tomto případě použita lehká parozábrana s ekvivalentní difúzní tloušťkou 1500 m na spodním líci stropních nosníků, zajištěná zesponu dřevěnou kostrou podhledu. Mezi stropními nosníky je navržena tepelná izolace z minerálních vláken. Ta je použita dále i nad nosníky v kontinuální vrstvě o tloušťce minimálně 220 mm. Spádová vrstva je tvořena spádovými klíny z minerální vlny. Nad tepelnou izolací je navržena přímo hydroizolační vrstva z asfaltových pásů o stejné skladbě jako ve variantě *Železobetonový KS*. Pod asfaltovými pásy není navržena expanzní vrstva, protože její funkci zde plní tepelná izolace. Odolnost střešního pláště proti zatížení větrem zajišťuje stabilizační vrstva kačírku v odhadované tloušťce 100 mm.

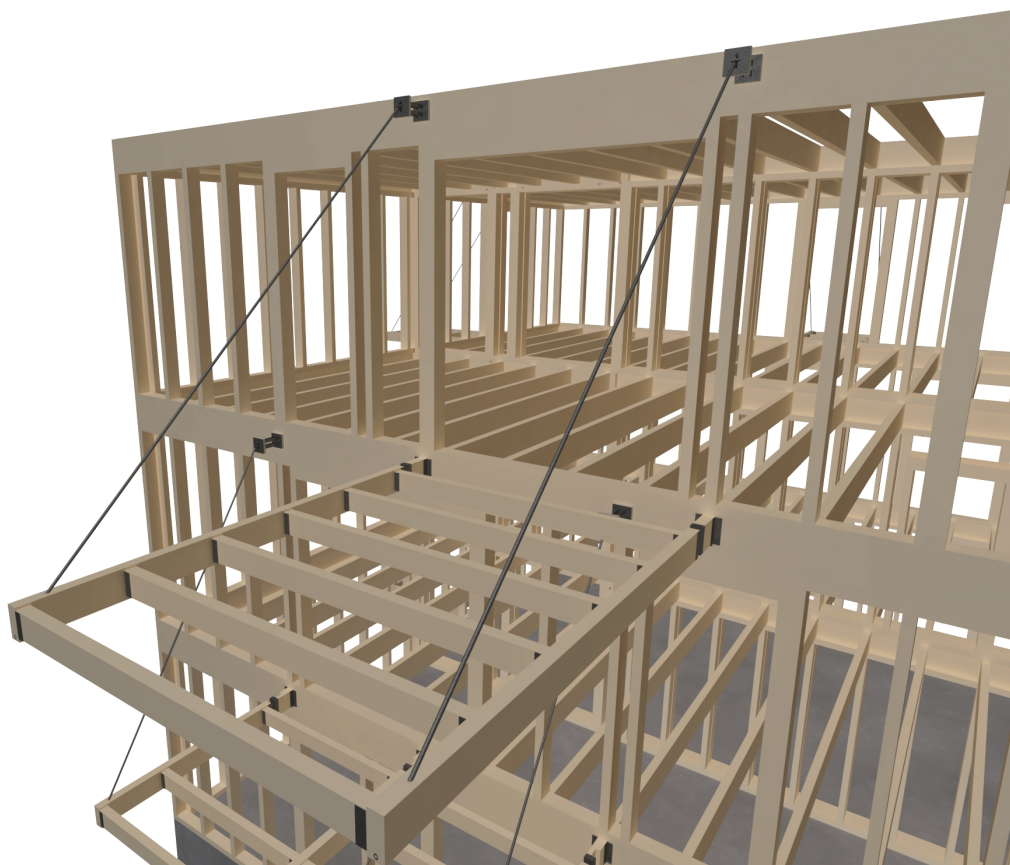
Obvodové stěny jsou opatřeny tepelnou izolací z minerálních vláken mezi sloupky a v dřevěné kostrě vysazené z roviny fasády pomocí příložek z OSB desek. Předsazená dřevěná kostra zároveň nad rovinou střechy tvoří konstrukci atiky. Popsané řešení je ukázáno na řezu Obr. 2.2.2.4. Z vnější strany je ke sloupkům kostry kotvená vrstva tuhých dřevovláknitých desek tloušťky 30 mm. Na ně je aplikovaná difúzně otevřená vyztužená omítka, stejně jako u varianty *Železobetonový KS*. Vnější vzhled budovy má být ve všech variantách shodný. Z vnitřní strany

je na nosné sloupky provedeno konstrukční pláštování z OSB desek tloušťky 20 mm, které mají mimo statické funkce i funkci parobrzdy. Tím je vyvolán požadavek lepit styky OSB desek polyuretanovým lepidlem a/nebo styky přelepit vzduchotěsnící páskou. Z vnitřní strany je na opláštění dále navržena sádkartonová předstěna s dřevěnou kostrou. Mezera v předstěně o tloušťce 50 mm (dané požadavkem na umístění elektrických zásuvek) je vyplněná tepelnou izolací. Na dřevěnou kostru jsou kotvené sádkartonové desky o tloušťce 12,5 mm.



*Obr. 2.2.2.4 Řez nosnou konstrukcí a kostrou obvodového pláště Dřevěného sloupkového KS*

Balkóny jsou velikostně a umístěním stejné jako ve variantě *Železobetonový KS*. Z toho důvodu je zvolené stejné konstrukční řešení, pouze jsou ocelové tenkostěnné profily nahrazeny dřevěnými nosníky plného obdélníkového průřezu z hoblovaného rostlého dřeva. Přesná poloha balkónů je mírně upravená tak, aby nosníky balkónu navazovaly na nosníky stropu. Táhlo zůstává ocelové. Dřevěné prvky jsou navzájem spojeny ocelovými třmeny. Konstrukční řešení ukazuje obrázek *Obr. 2.2.2.5*. Dřevěné nosníky nevytváří tak výrazný tepelný most, proto není nutné přerušovat teflonovými vložkami. Kloubové spojení nosníku s nosnou konstrukcí budovy je řešeno svařencem, jehož tvar vychází z ocelových spojovacích třmenů, jak ukazuje detail *Obr. 2.2.2.6*. Spojení ocelového táhla je řešeno s přerušením tepelného mostu teflonovými vložkami, stejně jako u varianty *Železobetonový KS* (viz. detail *Obr. 2.2.1.5* v předchozí části kapitoly). Opláštění balkónů je provedeno stejně jako v předchozím řešení pomocí cementotřískových desek bez další povrchové úpravy. Spádová vrstva je v tomto případě tvořena spádovými klíny z minerální vlny. Na ni je provedena povlaková hydroizolace z asfaltových pásů stejně jako u střešního pláště, a dále nášlapná vrstva v podobě keramické dlažby. Zábradlí je ve všech variantách stejné.



Obr. 2.2.2.5 Konstruktivní řešení balkónu u Dřevěného sloupkového KS



Obr. 2.2.2.6 Detail kotvení balkónu u Dřevěného sloupkového KS

Prosklené výplně otvorů (okna a vchodové dveře) jsou navrženy s dřevěným rámem a izolačním trojsklem. Jejich poloha je oproti studii a variantě *Železobetonový KS* upravena tak, aby alespoň jedno ostění otvoru tvořil nosný sloupek. Výplně otvorů jsou vysazeny z roviny nosné

konstrukce na OSB deskách a jejich rámy jsou k OSB deskám kotveny pomocí páskových kotev. Garážová vrata jsou uvažována ve variantě sekční nebo rolovací, s dvojitým plastovým pláštěm vyplněným PUR pěnou. Výplně otvorů nejsou v práci dále detailně řešeny.

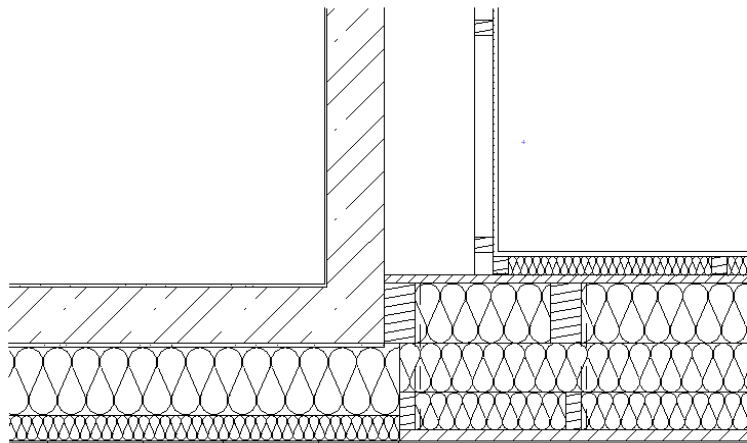
Všechny příčky v budově jsou navrženy jako sádrokartonové. V 1.NP je navržena kostra z ocelových UW a CW profilů, ve vyšších podlažích pak dřevěná kostra, která navazuje na kostry předstěn na konstrukci obvodového pláště. Tloušťky příček, akustických izolací i počty vrstev opláštění jsou stejné jako u varianty *Železobetonový KS*. U mezibytových příček je uvažováno rozdělení dřevěných sloupků na dvě části a jejich prostřídání tak, aby každá část nesla pouze jeden plášť příčky. Při tomto řešení je možné zanedbat vliv mechanických spojů na vzduchovou neprůzvučnost příčky. [6] Založení příček je předpokládáno na roznášecí vrstvě podlah, kterou je nutné v místě příčky svisle proříznout za účelem přerušení akustického mostu.

Podlahy v části budovy s železobetonovými nosnými konstrukcemi (1.NP a komunikační jádro) jsou navrženy jako těžké plovoucí, s akustickou izolací z minerální vlny v tloušťce 50 mm, separací z PE fólie a roznášecí vrstvou z cementového potěru tloušťky 50 mm. V části budovy s dřevěnými nosnými konstrukcemi (byty) jsou použity lehké plovoucí podlahy. Na stropní nosníky je uložena OSB deska tloušťky 20 mm, dále je navržena akustická izolace z minerální vlny v tloušťce 50 mm a roznášecí vrstva z OSB desek tloušťky 15 mm ve dvou vrstvách.

Dřevěné stropy jsou opatřeny sádrokartonovými podhledy s dřevěnou kastrovou. Mezera mezi spodním lícem stropních nosníků a sádrokartonovou deskou je vyplněná akustickou izolací z minerální vlny v celé tloušťce 30 mm. Tloušťka sádrokartonové desky je 12,5 mm. Strop 1.NP bude v garážích a sklepních kójiích opatřen kontaktním zateplením na spodním líci železobetonové desky. Povrch tepelného izolantu bude překryt omítkou, obdobně jako u zateplení fasády.

Obvodové stěny s dřevěnými nosnými sloupky a dřevěnou předsazenou kastrovou jsou vyplněny tepelnou izolací z minerální vlny v celkové tloušťce 390 mm. Z vnější strany jsou na kostru připevněny tuhé dřevovláknité desky o tloušťce 30 mm a na ně je proveden difúzně otevřený omítkový systém.

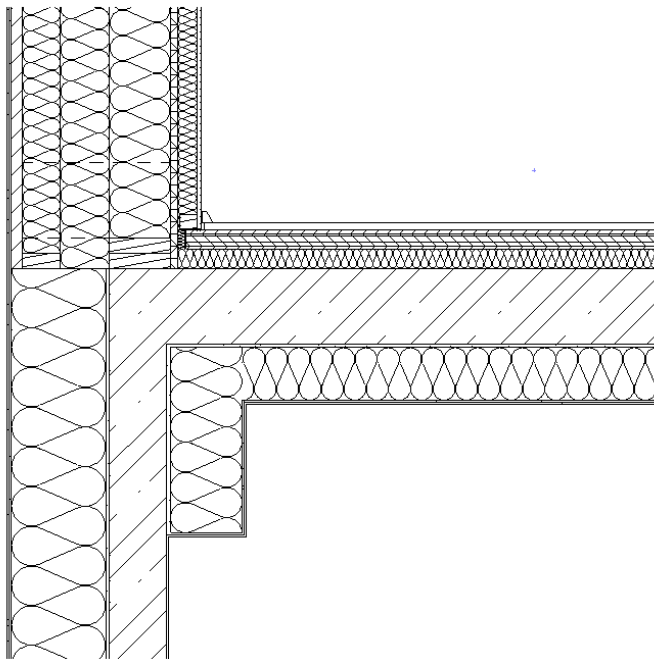
V místě návaznosti dřevěné konstrukce na železobetonovou stěnu (komunikační jádro) bylo nutné navrhnout stěnu o stejné tloušťce a stejném součiniteli prostupu tepla. Protože daná tloušťka tepelné izolace na železobetonové stěně nevede při použití minerální vlny ke splnění tohoto předpokladu, je izolace materiálově nakombinovaná z fenolické pěny tloušťky 180 mm a minerální vlny tloušťky 70 mm. Na železobetonovou stěnu jsou tyto izolanty aplikovány formou kontaktního zateplovacího systému. Styk obou tepelně izolačních systémů je vidět na detailu *Obr. 2.2.2.7*.



*Obr. 2.2.2.7 Detail styku obvodového pláště s železobetonovou stěnou Dřevěného sloupkového KS v měřítku 1:20*

Všechny řešené varianty mají stejné teplotní zónování, jak je ukázáno na obrázku *Obr. 2.2.1.7* v předchozí části kapitoly. Z důvodu uvažování garáží a sklepních kóji jako nevytápěný prostor není nutné řešit přechod dřevěného obvodového pláště na železobetonovou stěnu v 1.NP změnou tepelné izolace za materiál s ještě menší tepelnou vodivostí. Železobetonová stěna je v těchto místech opatřena kontaktním zateplovacím systémem s minerální vlnou tloušťky 250 mm tak, aby jeho povrchová úprava plynule navazovala na omítku obvodové stěny 2.NP. Pro tuto tloušťku je dále (v kapitole 3.) stanoven součinitel prostupu tepla a navazující výpočty jsou prováděny s vypočtenou hodnotou namísto normou [7] doporučené hodnoty pro pasivní budovy. Návaznost tepelné izolace je vidět v detailu *Obr. 2.2.2.8*.

Z důvodu teplotního zónování budovy je nutné zateplit také strop a stěnu v 1.NP. Stejně jako ve variantě *Železobetonový KS* je použit kontaktní zateplovací systém, ale místo grafitového EPS je použita minerální vlna o tloušťkách 140 mm (na stropě) a 190 mm (na stěně). Na vnitřním líci obvodových stěn je navržen opět pruh tepelné izolace vysoký 500 mm, jak je ukázáno na detailu Obr. 2.2.2.8. Prostory instalačních šachet jsou stejně jako v předchozí variantě zahrnuty do vytápěné zóny tak, že místo kontaktního zateplovacího systému je navržena minerální vlna o tloušťce 220 mm do kostry předstěny.



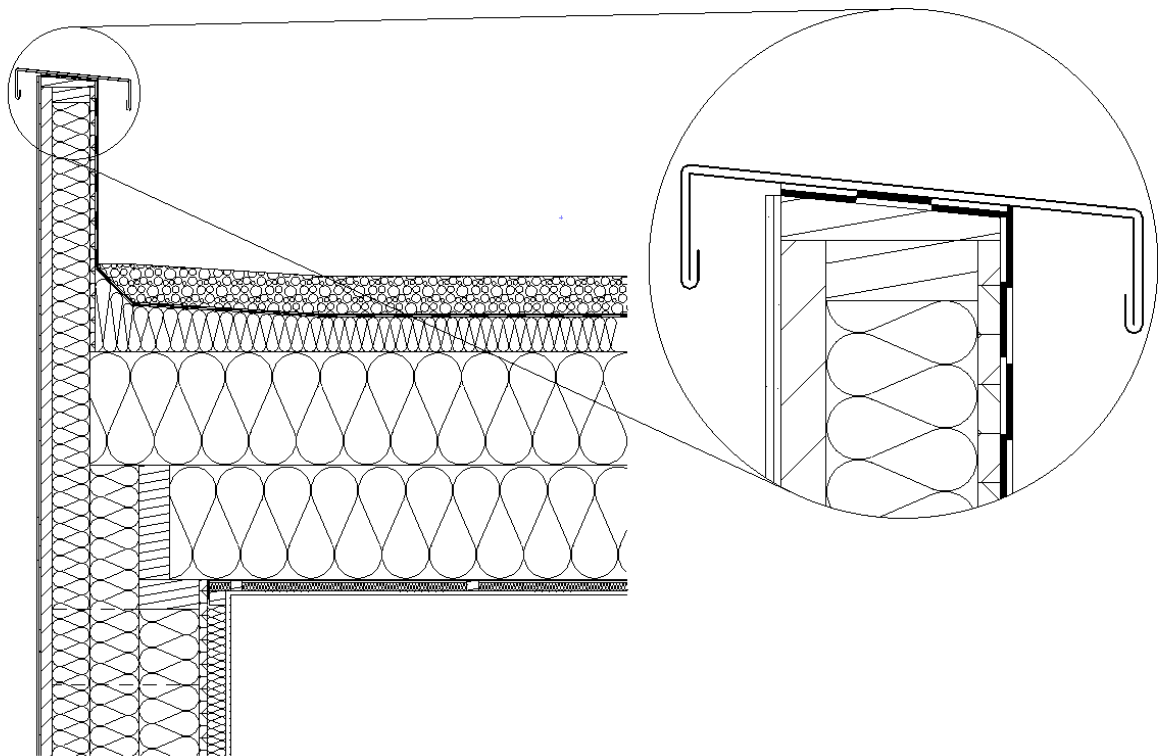
Obr. 2.2.2.8 Detail styku stěny a stropu nad nevytápěnou zónou *Dřevěného sloupkového KS* v měřítku 1:20

Následující detaily Obr. 2.2.2.9, Obr. 2.2.2.10 a Obr. 2.2.2.11 ukazují, jakým způsobem jsou u této varianty řešeny důležité klempířské prvky popsané u varianty *Železobetonový KS*.

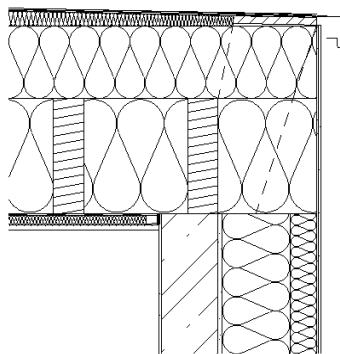
Venkovní úpravy jsou stejně jako v předchozí variantě zohledněny přibližně, pásem betonové dlažby o šířce 2 m kolem celé budovy.

Zjednodušená výkresová dokumentace k variantě *Dřevěný sloupkový KS* se nachází v Příloze č. 4.

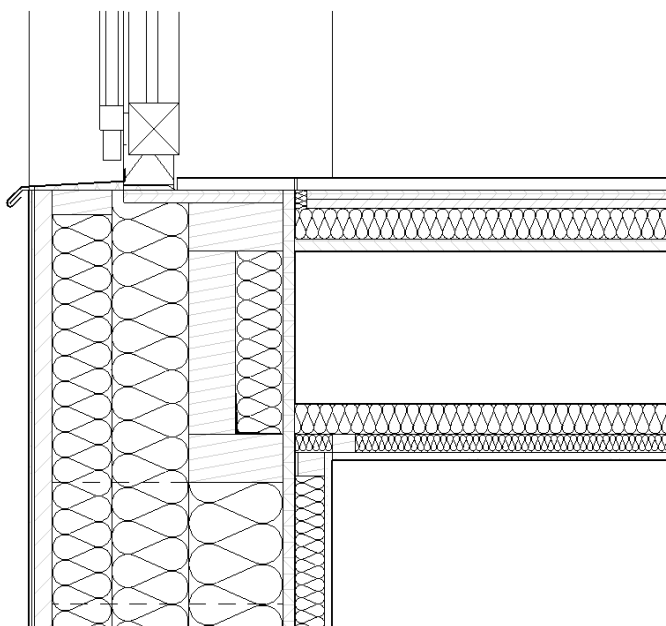




Obr. 2.2.2.9 Detail atiky Dřevěného sloupkového KS v měřítku 1:20, se zvětšením v měřítku 1:5



Obr. 2.2.2.10 Detail okapu Dřevěného sloupkového KS v měřítku 1:20



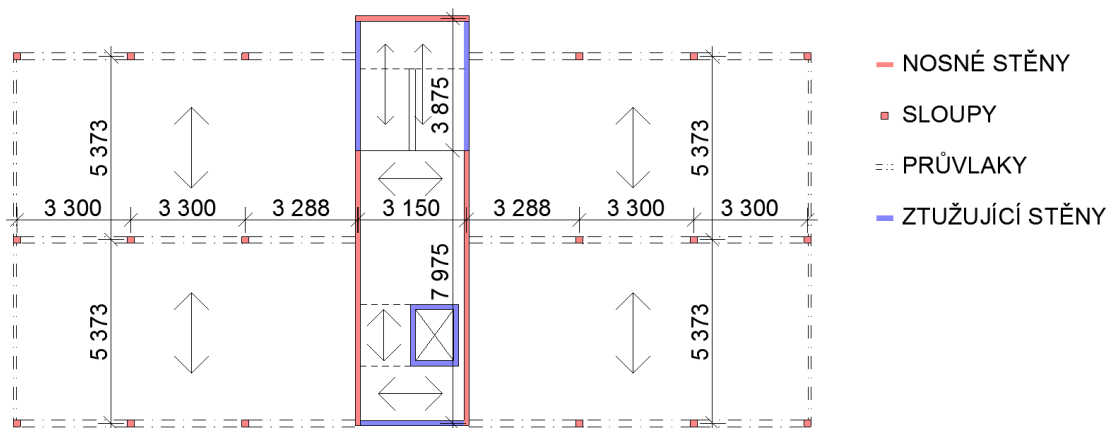
Obr. 2.2.2.11 Detail parapetu okna Dřevěného sloupkového KS v měřítku 1:10

### 2.2.3 Dřevěný masivní skeletový konstrukční systém

Cílem této varianty je návrh dřevěného masivního (těžkého) skeletového konstrukčního systému a jeho porovnání s ostatními variantami. Pro řešenou modelovou budovu byl zvolen systém s jednoduchými sloupy a jednoduchými průvlaky. Tato volba umožňuje snazší konstrukční a tvarové řešení, zatím co je nutné věnovat větší pozornost řešení spojů svislých a vodorovných prvků skeletu.

Stejně jako u *Dřevěného sloupkového KS* je nutné v budově navrhnout chráněnou únikovou cestu typu A. S tím souvisí požadavek druhu nosných konstrukcí komunikačního jádra DP1. [4] Stejně jako v předchozí variantě je tedy konstrukční systém materiálově kombinovaný. Stěny 1.NP, strop nad 1.NP, stěny a stropy v komunikačním jádru na celou výšku budovy (s výjimkou střechy) jsou navrženy železobetonové, resp. jsou převzaty z varianty *Železobetonový KS*. Zbývající část objektu (nosné konstrukce části budovy s byty od 2.NP do 4.NP) má dřevěný konstrukční systém.

Schéma konstrukčního systému ukazuje obrázek *Obr. 2.2.3.1*. Jedná se o podélný dvoutraktový systém, který je ve střední části přerušen železobetonovým komunikačním jádrem. Konstrukční systém 1.NP, které má železobetonové nosné konstrukce, ukazuje obrázek *Obr. 2.2.1.1* v předchozí části kapitoly.



*Obr. 2.2.3.1* Konstrukční schéma Dřevěného masivního skeletu

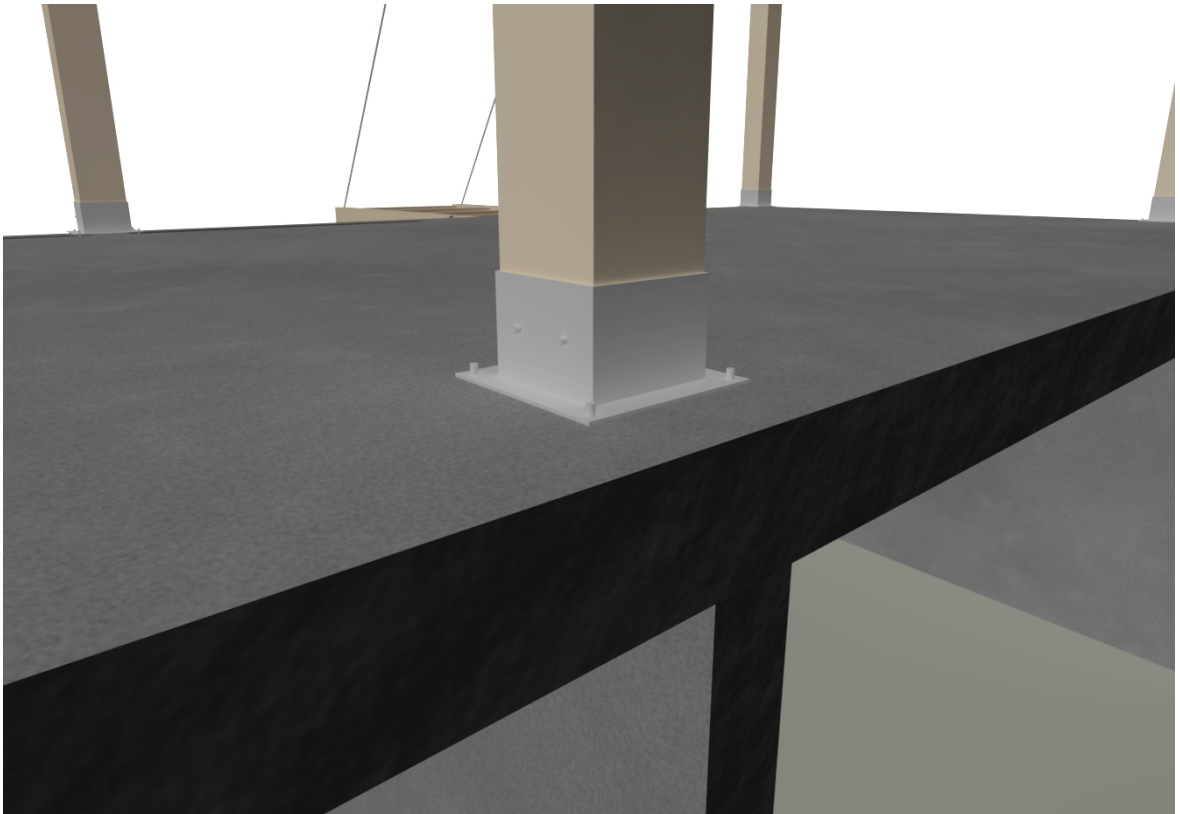
Z důvodu sjednocení rozměrů všech variant podle vnitřních rozměrů, jak ukazuje schéma *Obr. 2.2.1.2* v předchozí části kapitoly, bylo nutné navrhnout některé modulové rozměry dřevěné konstrukce v nestandardních rozměrech. Způsobuje to zejména tloušťka předstěny 62,5 mm (sádkokartonová deska tloušťky 12,5 mm a kostra tloušťky 50 mm).

Na rozdíl od *Dřevěného sloupkového KS* nemají vnitřní nosné konstrukce skeletu dělicí a akustickou funkci. Z toho vyplývá, že zdvojení vnitřní nosné konstrukce, jako bylo navrženo v předchozí variantě, v tomto případě nemá smysl. Splnění akustických požadavků musí být zajištěno nenosnou mezibytovou stěnou. Konstrukce pak také nemá statickou výhodu stejného namáhání vnitřních i vnějších sloupů, zde přenáší vnitřní sloupy oproti vnějším dvojnásobné zatížení (stropní nosníky jsou prostě uloženy).

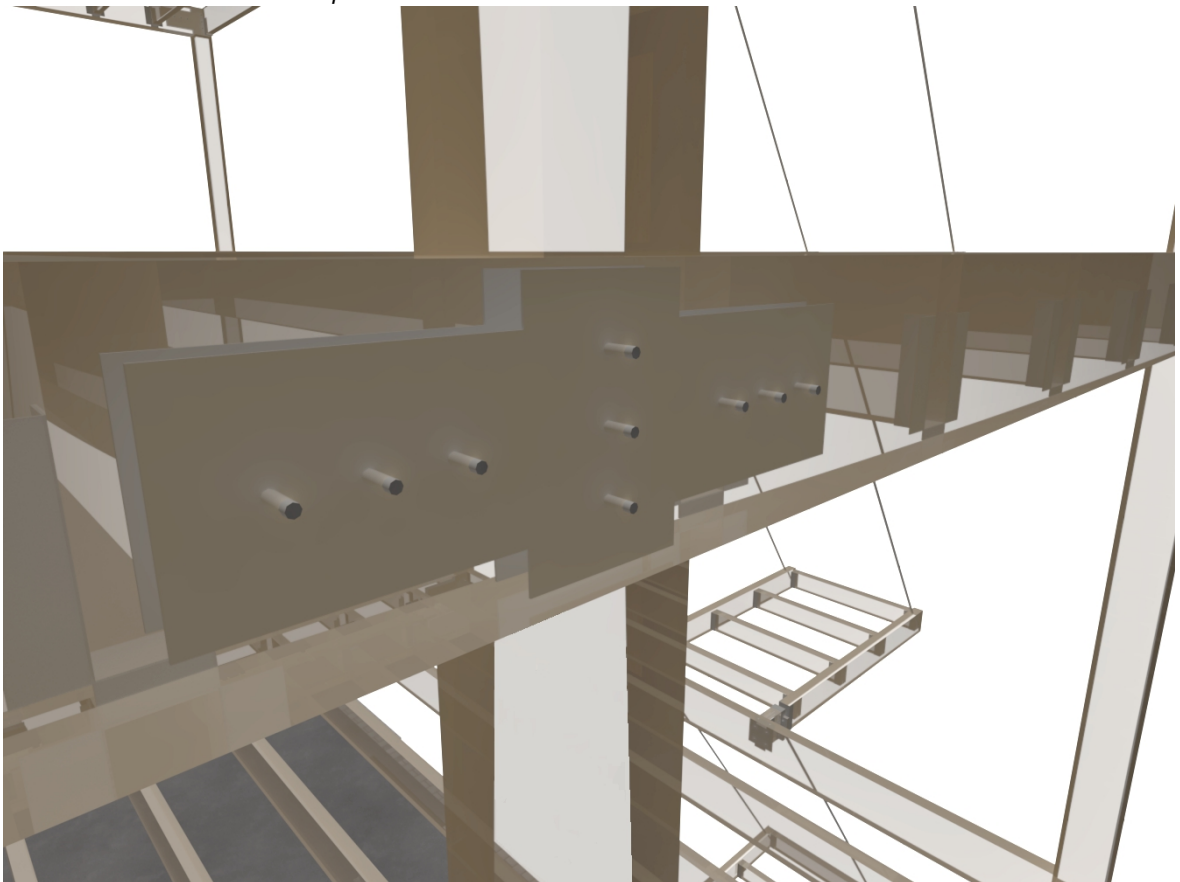
Stropní konstrukce jsou stejné jako ve variantě *Dřevěný sloupkový KS*, pouze se mění jejich rozpětí na 5,373 m. Jsou opět rozmístěny v osových vzdálenostech 625 mm. V předběžném statickém výpočtu (viz *Příloha č. 2*) je navržen průřez stropního nosníku 80 x 300 mm z lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL24h a posouzen na ohyb (1.MS) a deformaci (2.MS). Stropní nosníky jsou kotveny pomocí ocelových spojovacích třmenů do průvlaků. V předběžném statickém výpočtu je stanoven průřez průvlaků 200 x 320 mm ze stejného dřeva jako stropní nosníky a posouzen na ohyb (1.MS). Nakonec je navržen průřez sloupů 200 x 200 mm opět z lepeného lamelového dřeva a posouzen na tlak s vlivem vzpěru pouze od svislého zatížení. Na vliv vodorovného zatížení větrem je v posouzení ponechána dostatečná rezerva. Budova je ztužena železobetonovým jádrem, do kterého jsou kotvené průvlaky.

Sloupy jsou založené na železobetonové stropní desce nad 1.NP na ocelových patkách, které jsou kotvené do dodatečně vyvrtaných otvorů v železobetonu pomocí vlepených kotev. Založení sloupu ukazuje detail *Obr. 2.2.3.2*. Spojení sloupů s průvlaky je provedeno pomocí ocelových plechů vložených do drážek v obou dřevěných prvcích, prošroubovaných svorníky. Sloup je v tomto spoji průběžným prvkem. Způsob spojení sloupu a průvlaku ukazuje detail *Obr. 2.2.3.3*. Podobným způsobem je provedeno připojení průvlaku na železobetonové jádro. Plech

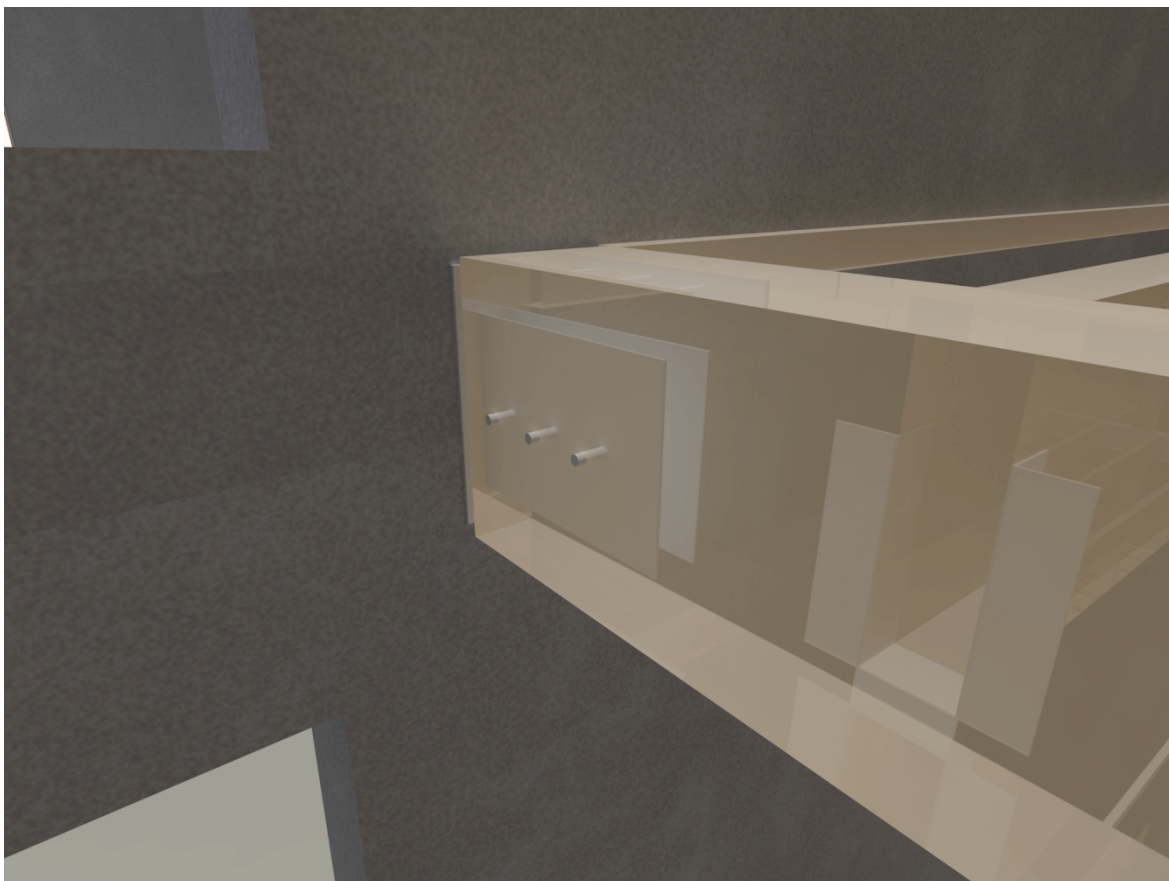
vložený do drážky v průvlaku je přivařený na kolmou čelní desku a ta je pomocí vlepených kotev do dodatečně vyvrtaných otvorů zakotvena do železobetonové stěny. Řešení je vidět v detailu Obr. 2.2.3.4.



*Obr. 2.2.3.2 Detail kotvení sloupu k železobetonové konstrukci u Dřevěného masivního skeletu*



*Obr. 2.2.3.3 Detail spojení sloupu a průvlaku u Dřevěného masivního skeletu*



Obr. 2.2.3.4 Detail připojení průvlaku k železobetonové konstrukci u Dřevěného masivního skeletu

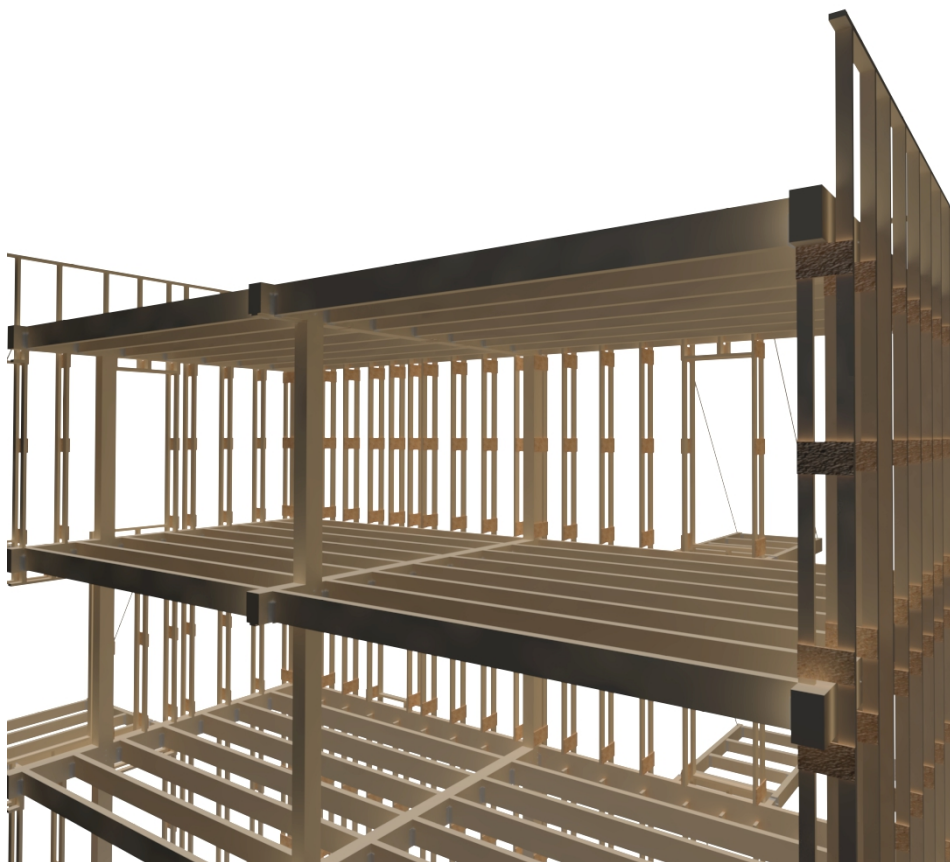
Typ založení se oproti variantě *Železobetonový KS* nemění. Opět jsou použity základové pasy s variabilní šířkou spodního stupně. Šířka základu je v této variantě s výrazně menším zatížením (méně než 70 %, viz kapitola 4.2.5) odhadována na 0,7 m. Výška základu je 1 m, shodně s ostatními variantami.

Tepelná izolace podlahy a řešení detailu soklu z tepelně technického hlediska je obdobné jako ve variantě *Železobetonový KS*. Nosná konstrukce je v tomto detailu ve všech variantách stejná, pouze se mění tloušťka tepelné izolace na stěně, a to v závislosti na tloušťce obvodového pláště se dřevěnou nosnou konstrukcí o podlaží výše a jeho umístění oproti lici železobetonové stěny. Změna tloušťky tepelné izolace vyvolá i nutnost změnit tloušťku svislých desek z extrudovaného polystyrenu. S výjimkou tloušťky svislých tepelných izolací se tedy detail soklu Obr. 2.2.1.3 z předchozí části kapitoly nemění.

Schodiště je součástí železobetonového komunikačního jádra, kde musí být navržena chráněná úniková cesta typu A. [4] Proto je řešení schodiště shodné s variantou *Železobetonový KS*. Výtahová šachta je také řešena stejným způsobem jako v předchozích variantách, s železobetonovými stěnami oddělenými od ostatních konstrukcí dilatační spárou.

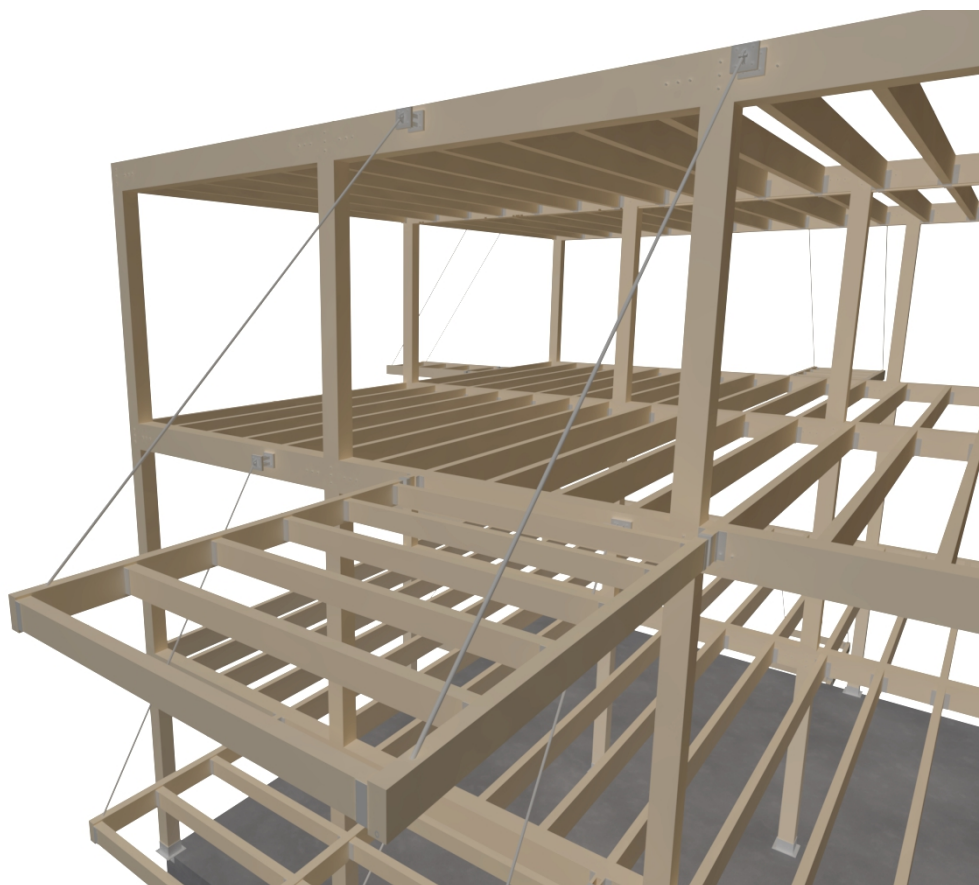
Tvar střechy odpovídá zvolenému typu zastřešení plochou střechou s atikou po celém obvodu. Vystupující hmota budovy v části se schodištěm je opět zastřešena samostatně a okraj její střechy je vyřešen ve formě okapu. V návaznosti na variantu *Železobetonový KS* je zvolena jednoplášťová plochá střecha s klasickou skladbou, se spádováním do vnitřních vpustí. Pro dřevěný nosníkový strop se nejedná o optimální řešení, jednoplášťová střecha je použita proto, aby bylo možné porovnávat jednotlivé varianty mezi sebou. Jako parotěsnicí vrstva je v tomto případě použita lehká parozábrana s ekvivalentní difúzní tloušťkou 1500 m na spodním líci stropních nosníků, zajištěná zesponu dřevěnou krostou podhledu. Mezi stropními nosníky je navržena tepelná izolace z minerálních vláken. Ta je použita dále i nad nosníky v kontinuální vrstvě o tloušťce minimálně 220 mm. Spádová vrstva je tvořena spádovými klíny z minerální vlny. Nad tepelnou izolací je navržena přímo hydroizolační vrstva z asfaltových pásů o stejné skladbě jako ve variantě *Železobetonový KS*. Pod asfaltovými pásy není navržena expanzní vrstva, protože její funkci zde plní tepelná izolace. Odolnost střešního pláště proti zatížení větrem zajišťuje stabilizační vrstva kačírku v odhadované tloušťce 100 mm.

Obvodové stěny jsou tvořené jako lehké výplně skeletu. Řešení je podobné jako u předchozí varianty s tím rozdílem, že vnitřní sloupky dřevěné kostry nejsou nosné, mohou tedy být stejného průřezu jako sloupky vnější (40 x 100 mm). Vnitřní sloupky jsou vestavěné na výšku mezi průvlaky tak, že lícují s jejich vnitřními hranami. Ve 2.NP mají vnitřní sloupky vlastní prahovou fošnu na železobetonové stropní desce. Vnější sloupky dřevěné kostry jsou propojené s vnitřními pomocí přílozek z OSB desek, jinak nejsou s nosnou konstrukcí nijak spojené. Konstrukce atiky je stejně jako u *Dřevěného sloupkového KS* tvořena pouze vnějšími sloupky kostry obvodového pláště přečnávajícími nad rovinu nosné konstrukce střechy. Popsané řešení je ukázáno na řezu *Obr. 2.2.3.5*. Dřevěná kostra je vyplněná tepelnou izolací z minerálních vláken. Z vnější strany je ke sloupkům kostry kotvená vrstva tuhých dřevovláknitých desek tloušťky 30 mm. Na ně je aplikovaná difúzně otevřená vyztužená omítka, stejně jako u předchozích variant. Vnější vzhled budovy má být ve všech variantách shodný. Z vnitřní strany jsou výplně skeletu zakryté parozábranou s ekvivalentní difúzní tloušťkou 1500 m, která je zajištěná dřevěnou kastrou předstěny. Mezera v předstěně o tloušťce 50 mm (dané požadavkem na umístění elektrických zásuvek) je vyplněná tepelnou izolací. Na dřevěnou kastrou jsou kotvené sádkartonové desky o tloušťce 12,5 mm.



*Obr. 2.2.3.5 Řez nosnou konstrukcí a kastrou obvodového pláště Dřevěného masivního skeletu*

Balkóny jsou velikostně a umístěním stejné jako v předchozích variantách. Konstruktivní a materiálové řešení je převzato z *Dřevěného sloupkového KS*. Přesná poloha balkónů je mírně upravená tak, aby nosníky balkónu navazovaly na nosníky stropu. Dřevěné prvky jsou navzájem spojeny ocelovými třmeny. Konstruktivní řešení ukazuje obrázek *Obr. 2.2.3.6*. Detail kloubového spojení nosníku s nosnou konstrukcí budovy je stejný jako na obrázku *Obr. 2.2.2.6* v předchozí části kapitoly. Řešení přerušení tepelného mostu u kotvení ocelového táhla pomocí teflonových vložek je vidět na detailu *Obr. 2.2.1.5* v předchozí části kapitoly. Opláštění balkónů a skladba podlahy jsou stejné jako v předchozí variantě. Zábradlí je ve všech variantách stejné.



Obr. 2.2.3.6 Konstrukční řešení balkónu u Dřevěného masivního skeletu

Prosklené výplně otvorů (okna a vchodové dveře) jsou navrženy s dřevěným rámem a izolačním trojsklem. Výplně otvorů jsou osazeny mezi vnějšími a vnitřními sloupky obvodového pláště na OSB deskách a jejich rámy jsou k OSB deskám kotveny pomocí páskových kotev. Garážová vrata jsou uvažována ve variantě sekční nebo rolovací, s dvojitým plastovým pláštěm vyplněným PUR pěnou. Výplně otvorů nejsou v práci dále detailně řešeny.

Všechny příčky v budově jsou navrženy jako sádkartonové. V 1.NP je navržena kostra z ocelových UW a CW profilů, ve vyšších podlažích pak dřevěná kostra, která navazuje na kostry předstěn na konstrukci obvodového pláště. Tloušťky příček, akustických izolací i počty vrstev opláštění jsou stejné jako u předchozích variant. Mezibytové příčky, včetně výplní vnitřních polí skeletu s funkcí mezibytové stěny, jsou řešené s rozdělenými dřevěnými sloupky tak, aby každá část nesla pouze jeden plášť příčky. Při tomto řešení je možné zanedbat vliv mechanických spojů na vzduchovou neprůzvučnost příčky. [6] Založení příček je předpokládáno na roznášecí vrstvě podlah, kterou je nutné v místě příčky svisle proříznout za účelem přerušení akustického mostu.

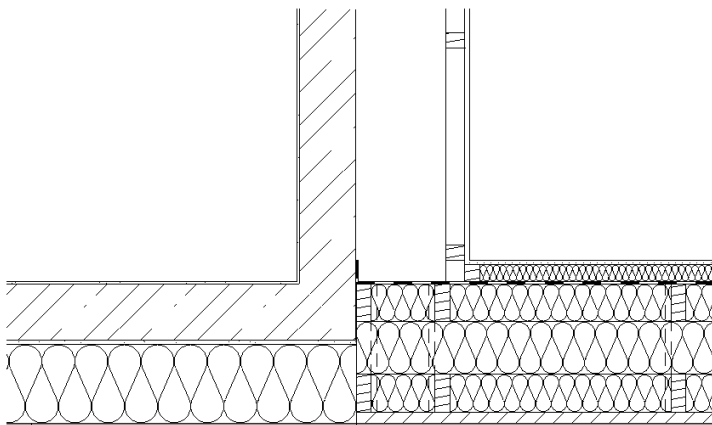
Podlahy v části budovy s železobetonovými nosnými konstrukcemi (1.NP a komunikační jádro) jsou navrženy jako těžké plovoucí, s akustickou izolací z minerální vlny v tloušťce 50 mm, separací z PE fólie a roznášecí vrstvou z cementového potěru tloušťky 50 mm. V části budovy s dřevěnými nosnými konstrukcemi (byty) jsou použity lehké plovoucí podlahy. Na stropní nosníky je uložena OSB deska tloušťky 20 mm, dále je navržena akustická izolace z minerální vlny v tloušťce 50 mm a roznášecí vrstva z OSB desek tloušťky 15 mm ve dvou vrstvách.

Dřevěné stropy jsou opatřeny sádkartonovými podhledy s dřevěnou krostou. Mezera mezi spodním lícem stropních nosníků a sádkartonovou deskou je vyplněná akustickou izolací z minerální vlny v celé tloušťce 30 mm. Tloušťka sádkartonové desky je 12,5 mm. Strop 1.NP bude v garážích a sklepních kójiích opatřen kontaktním zateplením na spodním líci železobetonové desky. Povrch tepelného izolantu bude překryt omítkou, obdobně jako u zateplení fasády.

Obvodové stěny s dřevěnou krostou jsou vyplněny tepelnou izolací z minerální vlny v celkové tloušťce 340 mm. Z vnější strany jsou na krostu připevněné tuhé dřevovláknité desky o tloušťce 30 mm a na ně je proveden difúzně otevřený omítkový systém.

V místě návaznosti dřevěné konstrukce na železobetonovou stěnu (komunikační jádro) bylo nutné navrhnout stěnu o stejné tloušťce a stejném součiniteli prostupu tepla. Protože daná tloušťka tepelné izolace na železobetonové stěně nevede při použití minerální vlny ke splnění

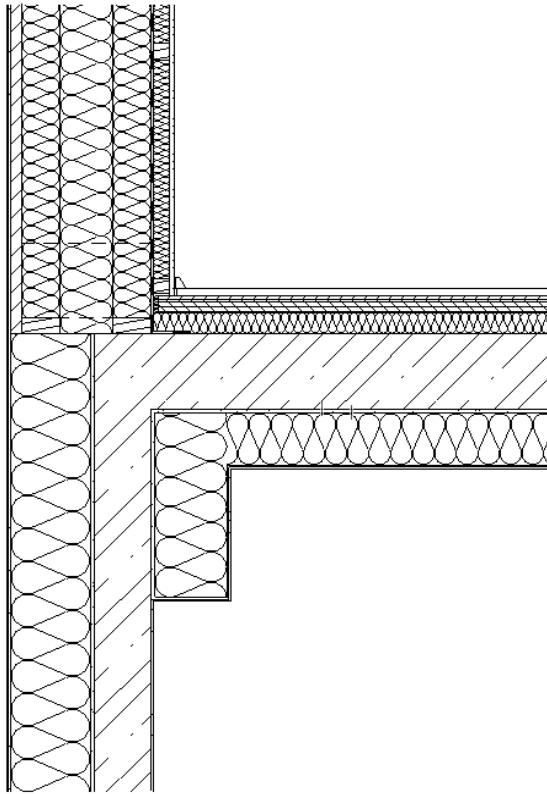
tohoto předpokladu, je materiál izolace změněn na fenolickou pěnu. V případě této varianty však nelze ani při nahrazení minerální vlny fenolickou pěnou v plné tloušťce 210 mm dosáhnout stejného součinitele prostupu tepla jako u navazující dřevěné konstrukce. Výpočty v kapitole 3. jsou tedy prováděny se skutečnou (vyšší) hodnotou součinitele prostupu tepla a u vyhodnocení výsledků je nutno přihlídnout k tomu, že při kombinaci železobetonových konstrukcí s dřevěným skeletem železobetonová stěna zhoršuje tepelně technické vlastnosti celé obálky budovy. Navržená fenolická pěna je na železobetonovou stěnu aplikována formou kontaktního zateplovacího systému. Styk obou tepelně izolačních systémů je vidět na detailu *Obr. 2.2.3.7*.



*Obr. 2.2.3.7 Detail styku obvodového pláště s železobetonovou stěnou Dřevěného masivního skeletu v měřítku 1:20*

Všechny řešené varianty mají stejné teplotní zónování, jak je ukázáno na obrázku *Obr. 2.2.1.7* v předchozí části kapitoly. Z důvodu uvažování garáží a sklepních kójí jako nevytápěný prostor není nutné řešit přechod dřevěného obvodového pláště na železobetonovou stěnu v 1.NP změnou tepelné izolace za materiál s ještě menší tepelnou vodivostí. Železobetonová stěna je v těchto místech opatřena kontaktním zateplovacím systémem s minerální vlnou tloušťky 210 mm tak, aby jeho povrchová úprava plynule navazovala na omítku obvodové stěny 2.NP. Pro tuto tloušťku je dále (v kapitole 3.) stanoven součinitel prostupu tepla a navazující výpočty jsou prováděny s vypočtenou hodnotou namísto normou [7] doporučené hodnoty pro pasivní budovy. Ná vaznost tepelné izolace je vidět v detailu *Obr. 2.2.3.8*.

Z důvodu teplotního zónování budovy je nutné zateplit také strop a stěnu v 1.NP. Stejně jako ve variantě *Dřevěný sloupkový KS* je použit kontaktní zateplovací systém s minerální vlnou o tloušťkách 140 mm (na stropě) a 190 mm (na stěně). Na vnitřním líci obvodových stěn je opět navržen pruh tepelné izolace vysoký 500 mm, jak je ukázáno na detailu *Obr. 2.2.3.8*. Prostory instalačních šachet jsou stejně jako v předchozí variantě zahrnuty do vytápěné zóny tak, že místo kontaktního zateplovacího systému je navržena minerální vlna o tloušťce 220 mm do kostry předstěny.



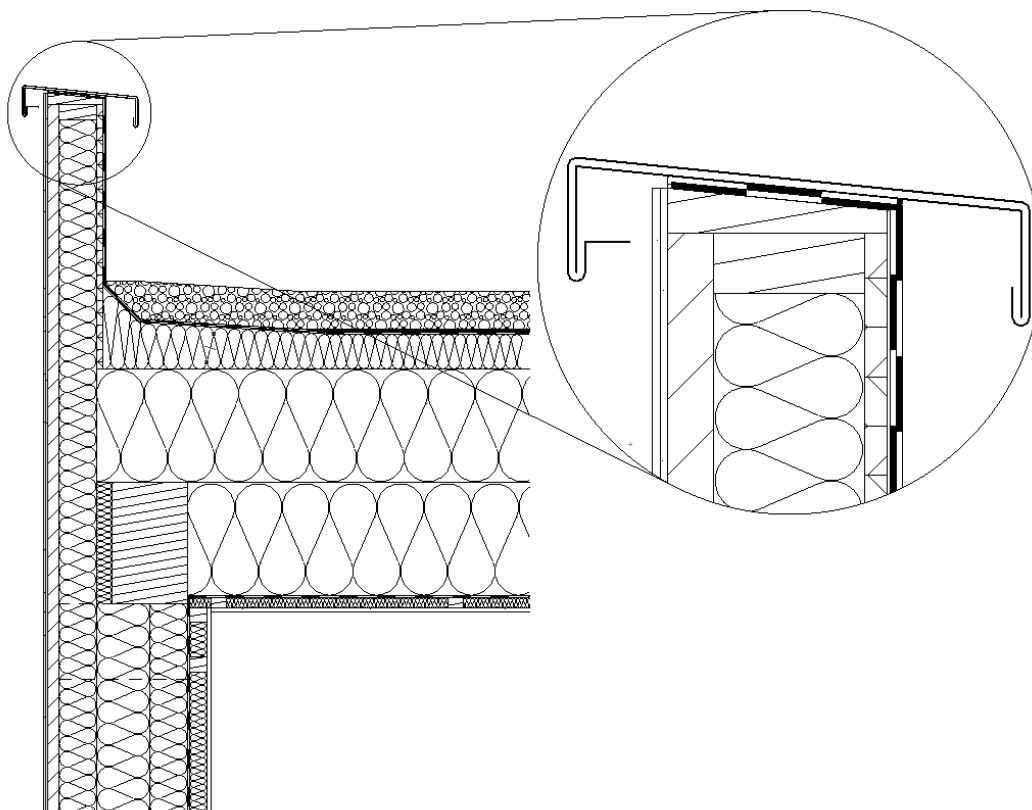
Obr. 2.2.3.8 Detail styku stěny a stropu nad nevytápěnou zónou Dřevěného masivního skeletu v měřítku 1:20

Následující detaily Obr. 2.2.3.9 a Obr. 2.2.3.10 ukazují, jakým způsobem jsou u této varianty řešeny důležité klempířské prvky popsané u varianty Železobetonový KS. Detail okapu u této varianty uveden není, protože je zcela identický s okapem Dřevěného sloupkového KS (viz Obr. 2.2.2.10 v předchozí části kapitoly).

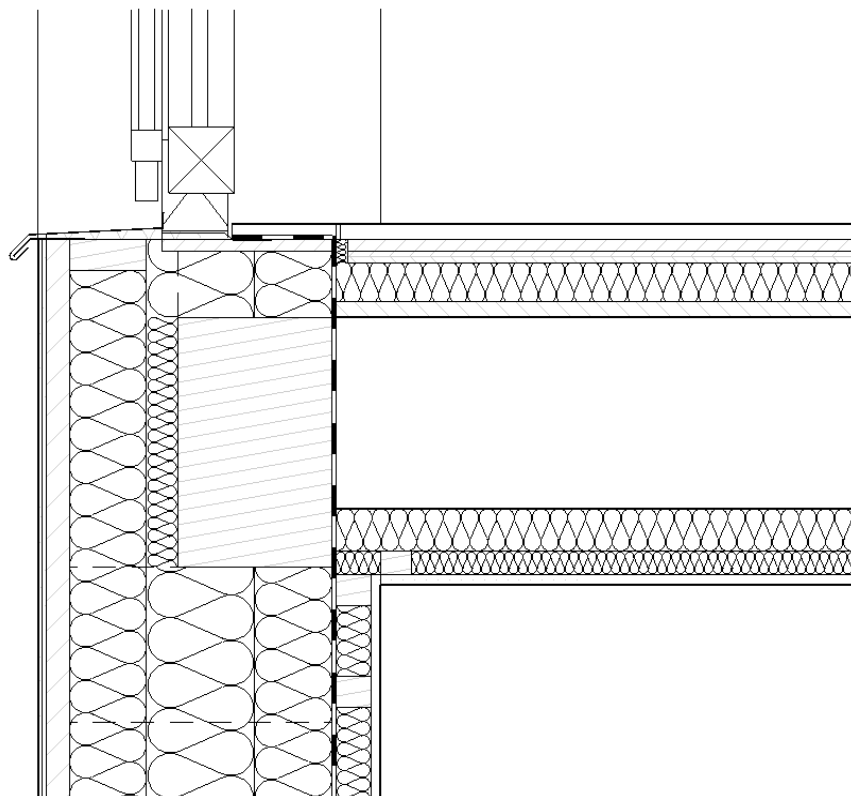
Venkovní úpravy jsou stejně jako v předchozích variantách zohledněny přibližně, pásem betonové dlažby o šířce 2 m kolem celé budovy.

Zjednodušená výkresová dokumentace k variantě Dřevěný masivní skelet se nachází v Příloze č. 5.





Obr. 2.2.3.9 Detail atiky Dřevěného masivního skeletu v měřítku 1:20, se zvětšením v měřítku 1:5



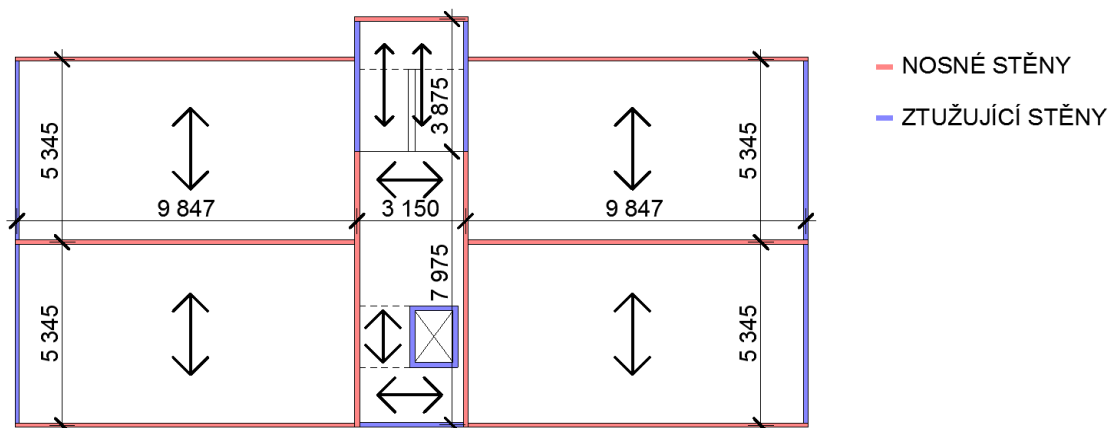
Obr. 2.2.3.10 Detail parapetu okna Dřevěného masivního skeletu v měřítku 1:10

## 2.2.4 Dřevěný stěnový konstrukční systém

Cílem této varianty je návrh konstrukčního systému ze stěnových a stropních CLT panelů (masivních panelů z vrstveného dřeva). Stěnový systém je vysoce variabilní, panely se v požadovaných tvarech včetně otvorů pro dveře a okna vyrábějí na zakázku. Vzájemné spoje panelů se provádí dvěma jednoduchými mechanickými spojovacími prostředky.

Stejně jako u předchozích variant s dřevěnými nosnými konstrukcemi je nutné v budově navrhnout chráněnou únikovou cestu typu A. S tím souvisí požadavek druhu nosných konstrukcí komunikačního jádra DP1. [4] Stejně jako v předchozích variantách je tedy konstrukční systém materiálově kombinovaný. Stěny 1.NP, strop nad 1.NP, stěny a stropy v komunikačním jádru na celou výšku budovy (s výjimkou střechy) jsou navrženy železobetonové, resp. jsou převzaty z varianty *Železobetonový KS*. Zbývající část objektu (nosné konstrukce části budovy s byty od 2.NP do 4.NP) má dřevěný konstrukční systém.

Schéma konstrukčního systému ukazuje obrázek *Obr. 2.2.4.1*. Jedná se o podélný dvoutraktový systém, který je ve střední části přerušen železobetonovým komunikačním jádrem. Konstrukční systém 1.NP, které má železobetonové nosné konstrukce, je tvarově stejný, jeho přesné modulové rozměry ukazuje obrázek *Obr. 2.2.1.1* v předchozí části kapitoly.



*Obr. 2.2.4.1* Konstrukční schéma Dřevěného stěnového KS (CLT)

Z důvodu sjednocení rozměrů všech variant podle vnitřních rozměrů, jak ukazuje schéma *Obr. 2.2.1.2* v předchozí části kapitoly, bylo nutné navrhnout modulové rozměry dřevěné konstrukce v nestandardních rozměrech. Způsobuje to zejména tloušťka předstěny 62,5 mm (sádkartonová deska tloušťky 12,5 mm a kostra tloušťky 50 mm).

Vnitřní stěna je u této varianty, stejně jako u *Železobetonového KS*, jednoduchá. Umožňuje to dostatečná vážená laboratorní vzduchová neprůzvučnost udávaná výrobcem [17], která při kombinaci s předstěnami na obou stranách vyhoví požadavku ČSN 73 0532  $R_w' \geq 53$  dB. [8]

Stěny i stropy jsou navrženy z CLT panelů a předběžně staticky posouzeny podle podkladů daných výrobcem. [18] Jako orientační zatížení jsou použity hodnoty z ostatních variant s dřevěným konstrukčním systémem. Stěny jsou posouzené na vzpěrnou délku 3 m. Stropní desky jsou uvažované jako prosté, na tabulkové rozpětí 5,5 m. Dle uvedených podkladů jsou navrženy stěnové panely tloušťky 120 mm a stropní panely tloušťky 180 mm.

Stěnové panely jsou založené na stropní desce nad 1.NP tak, aby navazovaly na železobetonové stěny o podlaží níže. Spojení CLT panelu s železobetonovou deskou je provedeno pomocí spojovacího úhelníku, jehož vodorovná část je kotvena vlepenou kotvou do dodatečně vyvrtaných otvorů v železobetonu a svislá část je připojena k dřevěnému panelu hřebíky nebo vruty. Tento způsob je použit i pro připojení dřevěného panelu ke stěně železobetonového jádra. V úrovni dalšího podlaží se připojuje stropní panel shora na stěnový panel pomocí šroubovacích hmoždinek. Obdobným způsobem se spojují i stěnové panely v nároží. Stěny dalšího podlaží nad dřevěným stropem se ukládají na stropní panely a připevňují se opět spojovacím úhelníkem. Stěnový panel je v této variantě použit i pro konstrukci atiky. Ná vaznost dřevěné konstrukce na železobetonovou konstrukci ukazuje obrázek *Obr. 2.2.4.2*.



Obr. 2.2.4.2 Řez nosnou konstrukcí Dřevěného stěnového KS (CLT)

Typ založení se oproti variantě *Železobetonový KS* nemění. Opět jsou použity základové pasy s variabilní šířkou spodního stupně. Šířka základu je v této variantě s výrazně menším zatížením (méně než 70 %, viz kapitola 4.2.5) odhadována na 0,7 m. Výška základu je 1 m, shodně s ostatními variantami.

Tepelná izolace podlahy a řešení detailu soklu z tepelně technického hlediska je obdobné jako ve variantě *Železobetonový KS*. Nosná konstrukce je v tomto detailu ve všech variantách stejná, pouze se mění tloušťka tepelné izolace na stěně, a to v závislosti na tloušťce obvodového pláště se dřevěnou nosnou konstrukcí o podlaží výše a jeho umístění oproti líci železobetonové stěny. Změna tloušťky tepelné izolace vyvolá i nutnost změnit tloušťku svislých desek z extrudovaného polystyrenu. S výjimkou tloušťky svislých tepelných izolací se tedy detail soklu Obr. 2.2.1.3 z předchozí části kapitoly nemění.

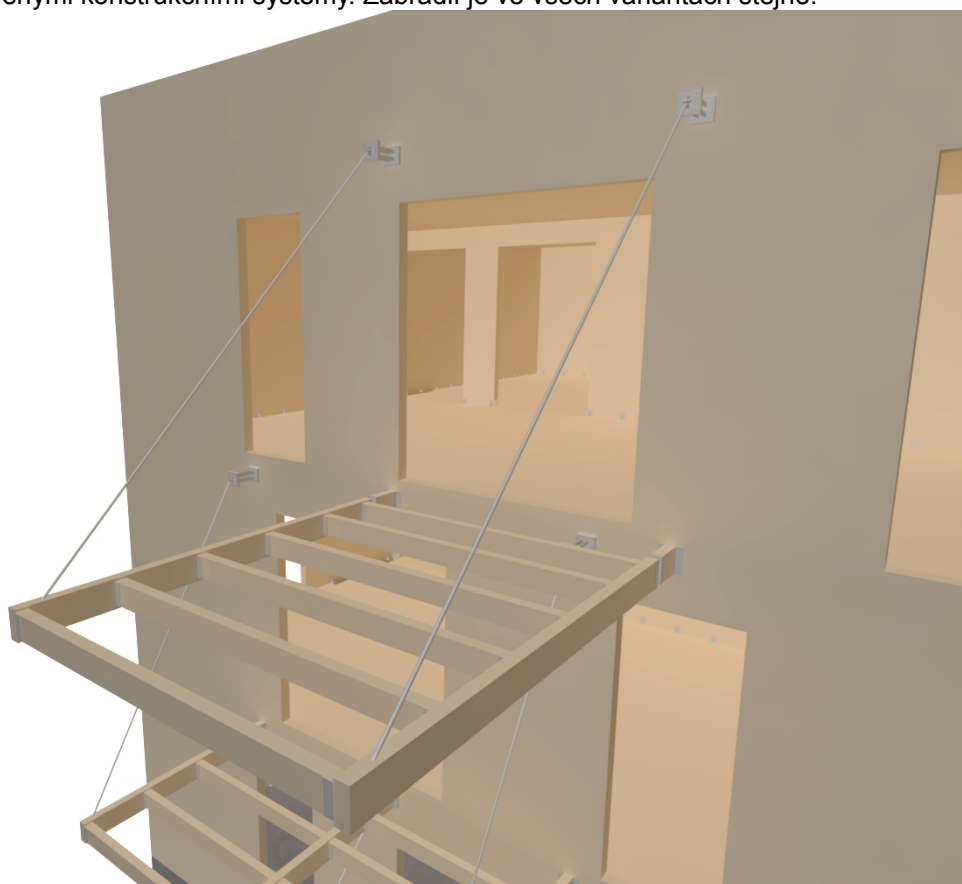
Schodiště je součástí železobetonového komunikačního jádra, kde musí být navržena chráněná úniková cesta typu A. [4] Proto je řešení schodiště shodné s variantou *Železobetonový KS*. Výtahová šachta je také řešena stejným způsobem jako v předchozích variantách, s železobetonovými stěnami oddělenými od ostatních konstrukcí dilatační spárou.

Tvar střechy odpovídá zvolenému typu zastřešení plochou střechou s atikou po celém obvodu. Vystupující hmota budovy v části se schodištěm je opět zastřešena samostatně a okraj její střechy je vyřešen ve formě okapu. V návaznosti na variantu *Železobetonový KS* je zvolena jednoplášťová plochá střecha s klasickou skladbou, se spádováním do vnitřních vpustí. Parotěsnicí vrstva je stejná jako u *Železobetonového KS* ve formě asfaltového pásu na horní ploše stropu nad posledním podlažím. Na ní je uložena tepelná izolace z minerální vlny v minimální tloušťce 370 mm. Spádová vrstva je tvořena spádovými klíny z minerální vlny. Nad tepelnou izolací je navržena přímo hydroizolační vrstva z asfaltových pásů o stejné skladbě jako ve variantě *Železobetonový KS*. Pod asfaltovými pásy není navržena expanzní vrstva, protože její funkci zde plní tepelná izolace. Odolnost střešního pláště proti zatížení větrem zajišťuje stabilizační vrstva kačírku v odhadované tloušťce 100 mm.

Obvodové stěny jsou opatřeny kontaktním zateplovacím systémem s minerální vlnou tloušťky 280 mm. V případě CLT panelů je tepelná izolace lepena na dřevo pomocí polyuretanové pěny. Jako finální pohledová vrstva fasády je navržena difúzně otevřená tenkovrstvá omítka, stejně jako v předchozích variantách. Z vnitřní strany panelů je navržena sádkokartonová předstěna

s dřevěnou kostrou. Mezera v předstěně o tloušťce 50 mm (dané požadavkem na umístění elektrických zásuvek) je vyplněná tepelnou izolací. Na dřevěnou kostru jsou kotvené sádkokartonové desky o tloušťce 12,5 mm.

Balkóny jsou velikostně a umístěním stejné jako v předchozích variantách. Konstruktivní a materiálové řešení je převzato z dřevěných skeletů popsaných v předchozí části kapitoly. Balkóny sice lze řešit systémově jako CLT panely, ale toto řešení by vedlo na líniovou tepelnou vazbu s výrazně větším tepelným tokem než u předchozích variant, kde má každý balkon pouze 2 bodové tepelné vazby. Dřevěné prvky jsou navzájem spojeny ocelovými třmeny. Konstruktivní řešení ukazuje obrázek *Obr. 2.2.4.3*. Detail kloubového spojení nosníku s nosnou konstrukcí budovy je stejný jako na obrázku *Obr. 2.2.2.6* u *Dřevěného sloupkového KS*. Řešení přerušení tepelného mostu u kotvení ocelového táhla pomocí teflonových vložek je vidět na detailu *Obr. 2.2.1.5* u *Železobetonového KS*. Opláštění balkonů a skladba podlahy jsou stejné jako v předchozích variantách s dřevěnými konstrukčními systémy. Zábradlí je ve všech variantách stejné.



*Obr. 2.2.4.3 Konstruktivní řešení balkónu u Dřevěného stěnového KS (CLT)*

Prosklené výplně otvorů (okna a vchodové dveře) jsou navrženy s dřevěným rámem a izolačním trojsklem. Výplně otvorů jsou vysazeny z roviny nosné konstrukce do tepelné izolace na OSB deskách a jejich rámy jsou k OSB deskám kotveny pomocí páskových kotev. Garážová vrata jsou uvažována ve variantě sekční nebo rolovací, s dvojitým plastovým pláštěm vyplněným PUR pěnou. Výplně otvorů nejsou v práci dále detailně řešeny.

Všechny příčky v budově jsou navrženy jako sádkokartonové. V 1.NP je navržena kostra z ocelových UW a CW profilů, ve vyšších podlažích pak dřevěná kostra, která navazuje na kostry předstěn na CLT panelech. Tloušťky příček, akustických izolací i počty vrstev opláštění jsou stejné jako u předchozích variant. U mezibytových příček je uvažováno rozdělení dřevěných sloupků na dvě části a jejich prostřídání tak, aby každá část nesla pouze jeden plášť příčky. Při tomto řešení je možné zanedbat vliv mechanických spojů na vzduchovou neprůzvučnost příčky. [6] Založení příček je předpokládáno na roznášecí vrstvě podlah, kterou je nutné v místě příčky svisle proříznout za účelem přerušení akustického mostu.

Podlahy v části budovy s železobetonovými nosnými konstrukcemi (1.NP a komunikační jádro) jsou navrženy jako těžké plovoucí, s akustickou izolací z minerální vlny v tloušťce 50 mm, separací z PE fólie a roznášecí vrstvou z cementového potěru tloušťky 50 mm. V části budovy s dřevěnými nosnými konstrukcemi (byty) jsou použity lehké plovoucí podlahy. Z důvodu zachování

jednotné výškové úrovně podlah v celé budově jsou lehké podlahy navrženy s akustickou izolací z minerální vlny v tloušťce 55 mm a s roznášecí vrstvou z OSB desek tloušťky 15 mm ve třech vrstvách.

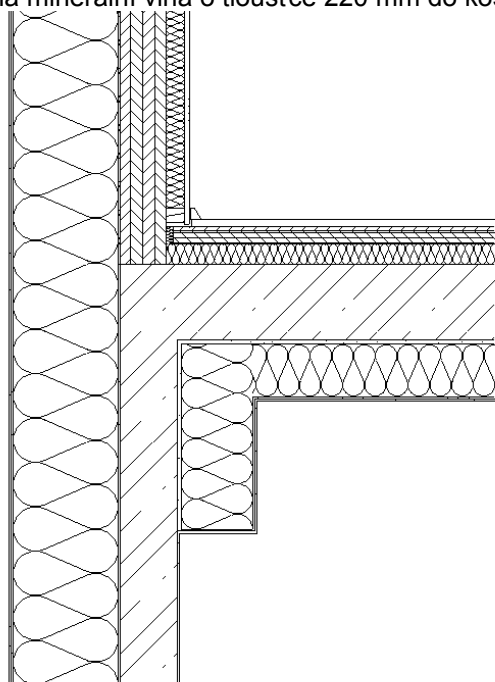
Dřevěné stropy jsou opatřeny sádrokartonovými podhledy s dřevěnou kostrou. Mezera mezi spodním lícem stropních nosníků a sádrokartonovou deskou je vyplněná akustickou izolací z minerální vlny v celé tloušťce 30 mm. Tloušťka sádrokartonové desky je 12,5 mm. Strop 1.NP bude v garážích a sklepních kójiích opatřen kontaktním zateplením na spodním líci železobetonové desky. Povrch tepelného izolantu bude překryt omítkou, obdobně jako u zateplení fasády.

Tepelnou izolaci obvodových stěn tvoří minerální vlna o tloušťce 280 mm, která je lepena na CLT panel polyuretanovou pěnou a na betonové povrchy (1.NP) běžnou lepicí hmotou na bázi cementu. Na celou fasádu je aplikován difúzně otevřený omítkový systém stejně jako v předchozích variantách.

V místě návaznosti dřevěné konstrukce na železobetonovou stěnu (komunikační jádro) bylo nutné navrhnout stěnu o stejné tloušťce a stejném součiniteli prostupu tepla. Protože daná tloušťka tepelné izolace na železobetonové stěně nevede při použití minerální vlny ke splnění tohoto předpokladu, je izolace materiálově nakombinovaná z fenolické pěny tloušťky 130 mm a minerální vlny tloušťky 150 mm. Na železobetonovou stěnu jsou tyto izolanty aplikovány formou kontaktního zateplovacího systému. Vnější povrch CLT panelů lícuje s vnějším povrchem železobetonové stěny, proto je na jejich styku jednoduchá návaznost dvou kontaktních zateplovacích systémů. Se změnou podkladu se tedy mění lepicí hmota a tepelný izolant.

Všechny řešené varianty mají stejné teplotní zónování, jak je ukázáno na obrázku *Obr. 2.2.1.7* v předchozí části kapitoly. Z důvodu uvažování garáží a sklepních kóji jako nevytápěný prostor není nutné řešit přechod zateplení CLT panelu na železobetonovou stěnu v 1.NP změnou tepelné izolace za materiál s ještě menší tepelnou vodivostí. Železobetonová stěna je v těchto místech opatřena kontaktním zateplovacím systémem s minerální vlnou tloušťky 280 mm stejně jako na dřevěných panelech. Protože panel s železobetonovou stěnou lícuje, omítka obvodových stěn v 1.NP plynule navazuje na omítku stěn ve vyšších podlažích. Pro tuto tloušťku tepelné izolace je dále (v kapitole 3.) stanoven součinitel prostupu tepla a navazující výpočty jsou prováděny s vypočtenou hodnotou namísto normou [7] doporučené hodnoty pro pasivní budovy. Návaznost tepelné izolace je vidět v detailu *Obr. 2.2.4.4*.

Z důvodu teplotního zónování budovy je nutné zateplit také strop a stěnu v 1.NP. Stejně jako v dalších variantách s dřevěným konstrukčním systémem je použit kontaktní zateplovací systém s minerální vlnou o tloušťkách 140 mm (na stropě) a 190 mm (na stěně). Na vnitřním líci obvodových stěn je opět navržen pruh tepelné izolace vysoký 500 mm, jak je ukázáno na detailu *Obr. 2.2.4.4*. Prostory instalačních šachet jsou stejně jako v předchozích variantách zahrnuty do vytápěné zóny tak, že místo kontaktního zateplovacího systému je navržena minerální vlna o tloušťce 220 mm do kostry předstěny.

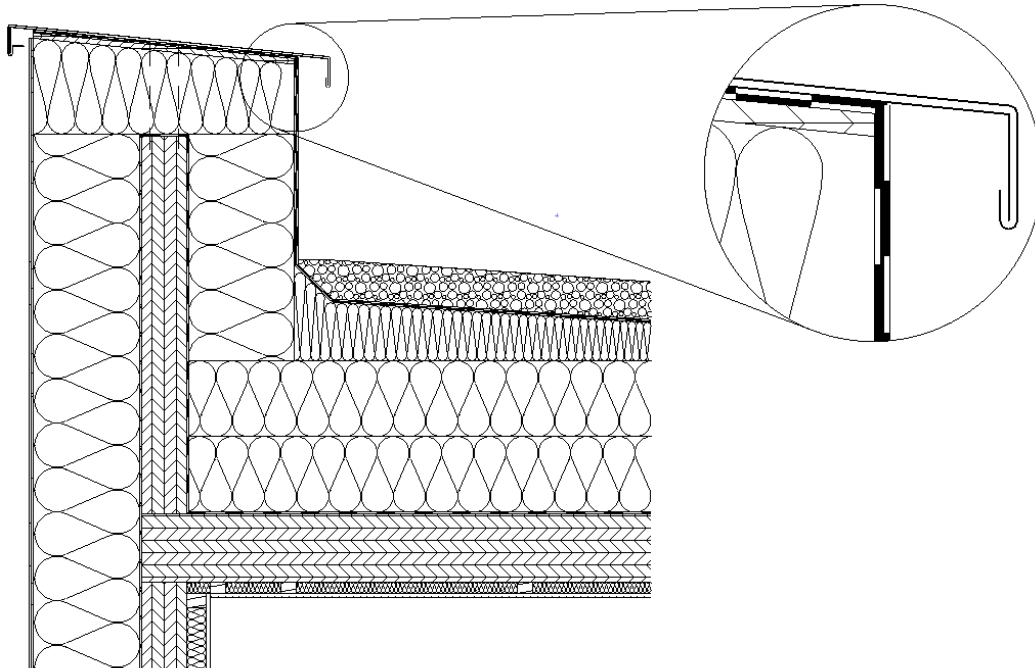


*Obr. 2.2.4.4* Detail styku stěny a stropu nad nevytápěnou zónou Dřevěného stěnového KS (CLT) v měřítku 1:20

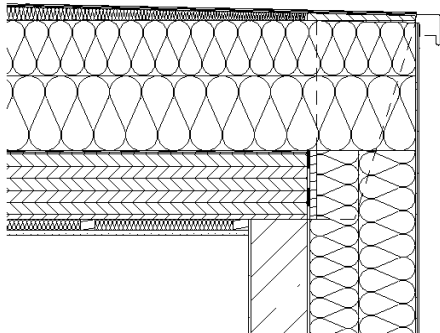
Následující detaily *Obr. 2.2.4.5*, *Obr. 2.2.4.6* a *Obr. 2.2.4.7* ukazují, jakým způsobem jsou u této varianty řešeny důležité klempířské prvky popsané u varianty *Železobetonový KS*.

Venkovní úpravy jsou stejně jako v předchozích variantách zohledněny přibližně, pásem betonové dlažby o šířce 2 m kolem celé budovy.

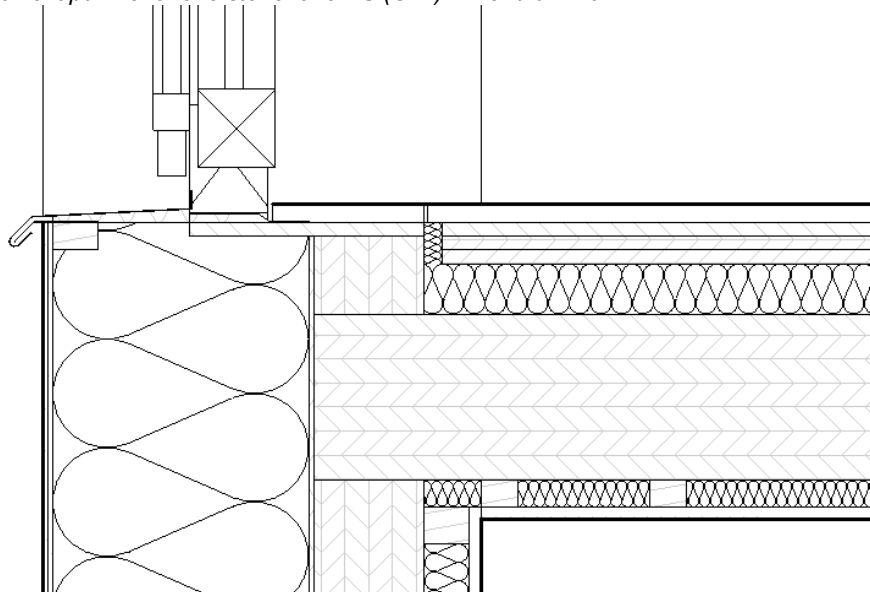
Zjednodušená výkresová dokumentace k variantě *Dřevěný stěnový KS* se nachází v *Příloze č. 6*.



*Obr. 2.2.4.5* Detail atiky Dřevěného stěnového KS (CLT) v měřítku 1:20, se zvětšením v měřítku 1:5



*Obr. 2.2.4.6* Detail okapu Dřevěného stěnového KS (CLT) v měřítku 1:20



*Obr. 2.2.4.7* Detail parapetu okna Dřevěného stěnového KS (CLT) v měřítku 1:10

### 3. Tepelně technické posouzení a stavebně energetická optimalizace

#### 3.1 Metodika tepelně technického posouzení a stavebně energetické optimalizace

Skladby konstrukcí obálky budovy jsou z hlediska tepelné techniky navrženy tak, aby splňovaly požadavky součinitele prostupu tepla doporučené normou pro pasivní budovy, resp. jejich nižší (příznivější) hodnoty. [7] Pro účely této práce jsou tloušťky tepelných izolací navrženy se zaokrouhlením na desítky mm tak, aby byla dosažena přesná hodnota součinitele prostupu tepla odpovídající normovému požadavku, bez ohledu na to, jestli je tepelná izolace v dané tloušťce na trhu dostupná či nikoli.

Posouzení skladeb je provedeno v programu Teplo 2017 EDU. Vliv systematických tepelných mostů v konstrukcích s dřevěnou nebo ocelovou kostrou je zohledněn pomocí ekvivalentního součinitele tepelné vodivosti. Mimo součinitele prostupu tepla jsou při posouzení sledovány další dva parametry: teplotní faktor vnitřního povrchu, který slouží k posouzení povrchové kondenzace vodní páry, resp. vzniku plísní, a kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce. Teplotního faktor nesmí u neprůsvitných konstrukcí klesnout pod hodnotu  $f_{Rsi,cr} = 0,747$ . [7] Kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce je hodnocena formou roční bilance. Zkondenzované množství páry na konci modelového roku musí být menší než vypařitelné množství vodní páry a dále menší než  $0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a}$ . Za předpokladu, že by kondenzát v jakémkoli množství ohrozil funkci skladyb, je nutno kondenzaci úplně vyloučit. [7]

Navržené detaily jsou vymodelovány v programu Area 2017 EDU. Ke každému řešenému detailu je stanoven lineární činitel prostupu tepla podle vzorce

$$\psi = L - \sum (U_i \cdot l_i) \quad [\text{W/m.K}]$$

kde  $L$  je tepelná propustnost detailu stanovená v programu Area 2017 EDU,  $U_i$  je součinitel prostupu tepla  $i$ -té plošné konstrukce a  $l_i$  je její délka na systémové hranici (vnějším líci tepelné izolace). [9]

Optimalizace detailů může spočívat buď ve snaze snížit lineární činitel prostupu tepla, nebo ve snaze ušetřit co nejvíce materiálu. V případě prvního návrhu detailů v této práci, kde většina lineárních činitelů prostupu tepla vychází záporně, lze říci, že detaily jsou z hlediska prostupu tepla předimenzované. Proto je cílem dalšího postupu dosáhnout co nejefektivnějšího využití materiálu.

Na základě lineárních činitelů prostupu tepla řešených detailů je určen vliv detailů na průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy a měrnou potřebu tepla na vytápění. Výpočty jsou provedeny v programu Energie 2017. Pro netypické detaily, které nejsou v práci řešeny, a připojovací spáry výplní otvorů nejsou lineární činitele prostupu tepla stanoveny. Proto byly do výpočtu zadány normou doporučené hodnoty pro pasivní domy:  $0,05 \text{ W/m.K}$  pro styky neprůsvitných konstrukcí a  $0,01 \text{ W/m.K}$  pro výplně otvorů. [7]

Podle vlivu množství použitého materiálu tepelných izolací v detailech (např. tloušťky tepelné izolace mimo typickou skladbu) na měrnou potřebu tepla na vytápění je určena optimální podoba detailu. Je tak dosaženo efektivního využití tepelných izolací, které při minimální spotřebě materiálu zajistí největší snížení potřeby tepla na vytápění.

Budova s optimalizovanými detaily je nakonec posouzena v programu Energie 2017, kde je stanoven výsledný průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy a měrná potřeba tepla na vytápění. Dále jsou vypočteny dodané energie na vytápění, ohřev teplé vody, nucené větrání a osvětlení, které jsou použity při environmentálním vyhodnocení v kapitole 4.2.

#### 3.2 Návrh a posouzení plošných konstrukcí obálky budovy

##### 3.2.1 Železobetonový stěnový konstrukční systém

Obvodová stěna vytápěného prostoru:

(interiér)	
omítka Baumit UniWhite	tl. 6 mm
železobeton	tl. 150 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 3 až 10 mm
tepelná izolace Isover EPS GreyWall	tl. 340 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 5 mm
omítka Baumit openTop	tl. 5 mm
(exteriér)	

součinitel prostupu tepla	$U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,970 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	$m_c = 0,0011 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{ev} = 1,0887 \text{ kg/m}^2 \cdot a$
	$m_c = 0,0011 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{c,n} = 0,1000 \text{ kg/m}^2 \cdot a$
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace

Podlaha vytápěného prostoru na zemině:

(interiér)	
keramický obklad + lepicí hmota	tl. 10 mm
cementový potěr	tl. 50 mm
PE fólie	tl. 0,3 mm
akustická izolace Isover N	tl. 50 mm
hydroizolace Sklodek 40 Special Mineral	tl. 4 mm
podkladní beton	tl. 150 mm
podsypaný z granulátu pěnového skla (zemina)	tl. 550 mm

součinitel prostupu tepla	$U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,963 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	bez kondenzace
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace

Střecha:

(interiér)	
omítka Baumit UniWhite	tl. 6 mm
železobeton	tl. 200 mm
parozábrana Paraelast AI + V S40	tl. 4 mm
tepelná izolace Isover EPS Grey 100	tl. min. 420 mm (spádová vrstva)
smýčková rohož	tl. 20 mm
hydroizolace Paraelast Fix G30	tl. 3 mm
hydroizolace Paraelast STAR 46	tl. 4,6 mm
kačírek	tl. 100 mm
(exteriér)	

součinitel prostupu tepla	$U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,976 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	$m_c = 0,0001 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{ev} = 0,0114 \text{ kg/m}^2 \cdot a$
	$m_c = 0,0001 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{c,n} = 0,1000 \text{ kg/m}^2 \cdot a$
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace

Stěna mezi vytápěným a nevytápěným prostorem:

(20°C)	
omítka Baumit UniWhite	tl. 6 mm
železobeton	tl. 150 mm
lepicí hmota Baumit openContact	tl. 3 až 10 mm
tepelná izolace Isover EPS GreyWall	tl. 180 mm
lepicí hmota Baumit openContact	tl. 5 mm
omítka Baumit UniWhite	tl. 6 mm
(10°C)	

součinitel prostupu tepla	$U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,951 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	bez kondenzace
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace



Předstěna v nevytápěném prostoru:

(20°C)

omítka Baumit UniWhite	tl. 6 mm
železobeton	tl. 150 mm
tepelná izolace Isover AKU	tl. 170 mm
tepelná izolace Isover AKU + ocelové profily	tl. 50 mm
sádkartonová deska	tl. 12,5 mm

(10°C)

součinitel prostupu tepla	$U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,952 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	bez kondenzace
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace

Strop nad nevytápěným prostorem:

(20°C)

cementový potěr	tl. 50 mm
PE fólie	tl. 0,3 mm
akustická izolace Isover N	tl. 50 mm
železobeton	tl. 200 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 3 až 10 mm
tepelná izolace Isover EPS GreyWall	tl. 130 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 5 mm
omítka Baumit UniWhite	tl. 6 mm

(10°C)

součinitel prostupu tepla	$U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,950 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	bez kondenzace
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace

Podlaha nevytápěného prostoru:

(interiér)

keramický obklad + lepící hmota	tl. 10 mm
cementový potěr	tl. 50 mm
PE fólie	tl. 0,3 mm
akustická izolace Isover N	tl. 50 mm
hydroizolace Sklodek 40 Special Mineral	tl. 4 mm
podkladní beton	tl. 150 mm
podsypaný z granulátu pěnového skla (zemina)	tl. 190 mm

součinitel prostupu tepla	$U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,928 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	bez kondenzace
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace

Skladba obvodové stěny nevytápěného prostoru je identická s obvodovou stěnou vytápěného prostoru. Z důvodu návaznosti stěn nelze zmenšit tloušťku tepelné izolace, proto bude dále počítáno s hodnotou  $U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$  i pro obvodovou stěnu nevytápěného prostoru.

### 3.2.2 Dřevěný sloupkový konstrukční systém

Obvodová stěna vytápěného prostoru:

(interiér)

sádkartonová deska	tl. 12,5 mm
tepelná izolace Isover AKU + dřevěná kostra	tl. 50 mm
OSB deska	tl. 20 mm
tepelná izolace Isover TOPSIL + sloupky	tl. 160 mm
tepelná izolace Isover TOPSIL	tl. 130 mm
tepelná izolace Isover TOPSIL + dř. kostra	tl. 100 mm
dřevovláknitá deska Hobra Sibrex	tl. 30 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 5 mm
omítka Baumit openTop	tl. 5 mm

(exteriér)

součinitel prostupu tepla	$U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,971 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	$m_c = 0,0598 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{ev} = 7,5051 \text{ kg/m}^2 \cdot a$
kondenzace vodní páry dle [10]	$m_c = 0,0598 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{c,n} = 0,1000 \text{ kg/m}^2 \cdot a$ bez kondenzace

Obvodová stěna komunikačního jádra:

(interiér)

omítka Baumit UniWhite	tl. 6 mm
železobeton	tl. 150 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 3 až 10 mm
tepelná izolace Kooltherm K5 (fenolická pěna)	tl. 180 mm
tepelná izolace Isover TOPSIL	tl. 70 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 5 mm
omítka Baumit openTop	tl. 5 mm

(exteriér)

součinitel prostupu tepla	$U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,971 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	bez kondenzace
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace

Skladba podlahy vytápěného prostoru na zemině je shodná s podlahou *Železobetonového KS*.

Střecha:

(interiér)

sádkartonová deska	tl. 12,5 mm
tepelná izolace Isover AKU + dřevěná kostra	tl. 30 mm
parozábrana Isocell Airstop 1500	tl. 0,6 mm
tepelná izolace Isover TOPSIL + nosníky	tl. 300 mm
tepelná izolace Isover TOPSIL	tl. min. 220 mm (spádová vrstva)
hydroizolace Paraelast Fix G30	tl. 3 mm
hydroizolace Paraelast STAR 46	tl. 4,6 mm
kačírek	tl. 100 mm

(exteriér)

součinitel prostupu tepla	$U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,975 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	$m_c = 0,0037 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{ev} = 0,0137 \text{ kg/m}^2 \cdot a$
kondenzace vodní páry dle [10]	$m_c = 0,0037 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{c,n} = 0,1000 \text{ kg/m}^2 \cdot a$ $m_c = 0,0057 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{ev} = 0,0057 \text{ kg/m}^2 \cdot a$ $m_c = 0,0057 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{c,n} = 0,1000 \text{ kg/m}^2 \cdot a$

Stěna mezi vytápěným a nevytápěným prostorem:

(20°C)

omítka Baumit UniWhite	tl. 6 mm
železobeton	tl. 150 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 3 až 10 mm
tepelná izolace Isover TOPSIL	tl. 190 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 5 mm
omítka Baumit UniWhite	tl. 6 mm

(10°C)

součinitel prostupu tepla	$U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,952 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	bez kondenzace
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace

Skladba předstěny v nevytápěném prostoru je shodná s předstěnou u *Železobetonového KS*.

Strop nad nevytápěným prostorem:

(20°C)

3x OSB deska	tl. 45 mm
akustická izolace Isover N	tl. 55 mm
železobeton	tl. 200 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 3 až 10 mm
tepelná izolace Isover TOPSIL	tl. 140 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 5 mm
omítka Baumit UniWhite	tl. 6 mm

(10°C)

součinitel prostupu tepla	$U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,952 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	bez kondenzace
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace

Skladba podlahy nevytápěného prostoru na zemině je shodná s podlahou *Železobetonového KS*.

Obvodová stěna nevytápěného prostoru:

(interiér)

omítka Baumit UniWhite	tl. 6 mm
železobeton	tl. 150 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 3 až 10 mm
tepelná izolace Isover TOPSIL	tl. 250 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 5 mm
omítka Baumit openTop	tl. 5 mm

(exteriér)

součinitel prostupu tepla	$U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,961 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	$m_c = 0,0015 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{ev} = 8,0492 \text{ kg/m}^2 \cdot a$
	$m_c = 0,0015 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{c,n} = 0,1000 \text{ kg/m}^2 \cdot a$
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace

Tloušťka tepelné izolace v této skladbě je daná návazností na skladbu obvodové stěny vytápěného prostoru (viz *Obr. 2.2.2.8*). Dále je počítáno se stanovenou hodnotou  $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$  přesto, že norma doporučuje pro tuto skladbu hodnotu  $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ . [7]

### 3.2.3 Dřevěný masivní skeletový konstrukční systém

Obvodová stěna vytápěného prostoru:

(interiér)	
sádkartonová deska	tl. 12,5 mm
tepelná izolace Isover AKU + dřevěná kostra	tl. 50 mm
parozábrana Isocell Airstop 1500	tl. 0,3 mm
tepelná izolace Isover TOPSIL + dř. kostra	tl. 100 mm
tepelná izolace Isover TOPSIL	tl. 140 mm
tepelná izolace Isover TOPSIL + dř. kostra	tl. 100 mm
dřevovláknitá deska Hobra Sibrex	tl. 30 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 5 mm
omítka Baumit openTop	tl. 5 mm
(exteriér)	

součinitel prostupu tepla	$U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,971 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	bez kondenzace
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace

Obvodová stěna komunikačního jádra:

(interiér)	
omítka Baumit UniWhite	tl. 6 mm
železobeton	tl. 150 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 3 až 10 mm
tepelná izolace Kooltherm K5 (fenolická pěna)	tl. 210 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 5 mm
omítka Baumit openTop	tl. 5 mm
(exteriér)	

součinitel prostupu tepla	$U = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,969 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	$m_c = 0,0007 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{ev} = 2,3782 \text{ kg/m}^2 \cdot a$
	$m_c = 0,0007 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{c,n} = 0,1000 \text{ kg/m}^2 \cdot a$
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace

Tloušťka tepelné izolace v této skladbě je daná návazností na skladbu obvodové stěny s dřevěnou konstrukcí (viz Obr. 2.2.3.7) a není dostatečná pro dosažení hodnoty  $U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ . V dalších výpočtech je uvažovaná stanovená hodnota  $U = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Na tuto skutečnost je pohlíženo jako na nevýhodu dřevěného masivního skeletového konstrukčního systému, resp. jeho kombinace s železobetonovými stěnami.

Skladba podlahy vytápěného prostoru na zemině je shodná s podlahou *Železobetonového KS*.

Skladba střechy je shodná se střešou *Dřevěného sloupkového KS*.

Skladby konstrukcí mezi vytápěným a nevytápěným prostorem, tj. stěna, předstěna a strop nad nevytápěným prostorem, jsou shodné s konstrukcemi *Dřevěného sloupkového KS*.

Skladba podlahy nevytápěného prostoru na zemině je shodná s podlahou *Železobetonového KS*.

Obvodová stěna nevytápěného prostoru:

(interiér)	
omítka Baumit UniWhite	tl. 6 mm
železobeton	tl. 150 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 3 až 10 mm
tepelná izolace Isover TOPSIL	tl. 210 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 5 mm
omítka Baumit openTop	tl. 5 mm
(exteriér)	

součinitel prostupu tepla	$U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,955 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	$m_c = 0,0089 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{ev} = 7,7269 \text{ kg/m}^2 \cdot a$
	$m_c = 0,0089 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{c,n} = 0,1000 \text{ kg/m}^2 \cdot a$
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace

Tloušťka tepelné izolace v této skladbě je daná návazností na skladbu obvodové stěny vytápěného prostoru (viz Obr. 2.2.3.8). Dále je počítáno se stanovenou hodnotou  $U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$  přesto, že norma doporučuje pro tuto skladbu hodnotu  $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ . [7]

### 3.2.4 Dřevěný stěnový konstrukční systém

Obvodová stěna vytápěného prostoru:

(interiér)	
sádkartonová deska	tl. 12,5 mm
tepelná izolace Isover AKU + dřevěná kostra	tl. 50 mm
CLT panel	tl. 120 mm
lepící PUR pěna	tl. 5 mm
tepelná izolace Isover TOPSIL	tl. 280 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 5 mm
omítka Baumit openTop	tl. 5 mm
(exteriér)	

součinitel prostupu tepla	$U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,970 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	bez kondenzace
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace

Obvodová stěna komunikačního jádra:

(interiér)	
omítka Baumit UniWhite	tl. 6 mm
železobeton	tl. 150 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 3 až 10 mm
tepelná izolace Kooltherm K5 (fenolická pěna)	tl. 130 mm
tepelná izolace Isover TOPSIL	tl. 150 mm
lepící hmota Baumit openContact	tl. 5 mm
omítka Baumit openTop	tl. 5 mm
(exteriér)	

součinitel prostupu tepla	$U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,971 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	$m_c = 0,0011 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{ev} = 7,5686 \text{ kg/m}^2 \cdot a$
	$m_c = 0,0011 \text{ kg/m}^2 \cdot a \leq m_{c,n} = 0,1000 \text{ kg/m}^2 \cdot a$
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace

Skladba podlahy vytápěného prostoru na zemině je shodná s podlahou *Železobetonového KS*.

Střecha:

(interiér)	
sádkartonová deska	tl. 12,5 mm
tepelná izolace Isover AKU + dřevěná kostra	tl. 30 mm
CLT panel	tl. 180 mm
parozábrana Paraelast AI + V S40	tl. 4 mm
tepelná izolace Isover TOPSIL	tl. min. 370 mm (spádová vrstva)
hydroizolace Paraelast Fix G30	tl. 3 mm
hydroizolace Paraelast STAR 46	tl. 4,6 mm
kačírek	tl. 100 mm
(exteriér)	

součinitel prostupu tepla	$U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,975 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	$m_c = 0,0001 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a} \leq m_{ev} = 0,0115 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a}$
	$m_c = 0,0001 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a} \leq m_{c,n} = 0,1000 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a}$
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace

Skladby konstrukcí mezi vytápěným a nevytápěným prostorem, tj. stěna, předstěna a strop nad nevytápěným prostorem, jsou shodné s konstrukcemi *Dřevěného sloupkového KS*.

Skladba podlahy nevytápěného prostoru na zemině je shodná s podlahou *Železobetonového KS*.

Obvodová stěna nevytápěného prostoru:

(interiér)	
omítka Baunit UniWhite	tl. 6 mm
železobeton	tl. 150 mm
lepící hmota Baunit openContact	tl. 3 až 10 mm
tepelná izolace Isover TOPSIL	tl. 280 mm
lepící hmota Baunit openContact	tl. 5 mm
omítka Baunit openTop	tl. 5 mm
(exteriér)	

součinitel prostupu tepla	$U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$
teplotní faktor vnitřního povrchu	$f_{Rsi} = 0,965 \geq f_{Rsi,cr} = 0,747$
kondenzace vodní páry dle [7]	$m_c = 0,0094 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a} \leq m_{ev} = 7,7353 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a}$
	$m_c = 0,0094 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a} \leq m_{c,n} = 0,1000 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a}$
kondenzace vodní páry dle [10]	bez kondenzace

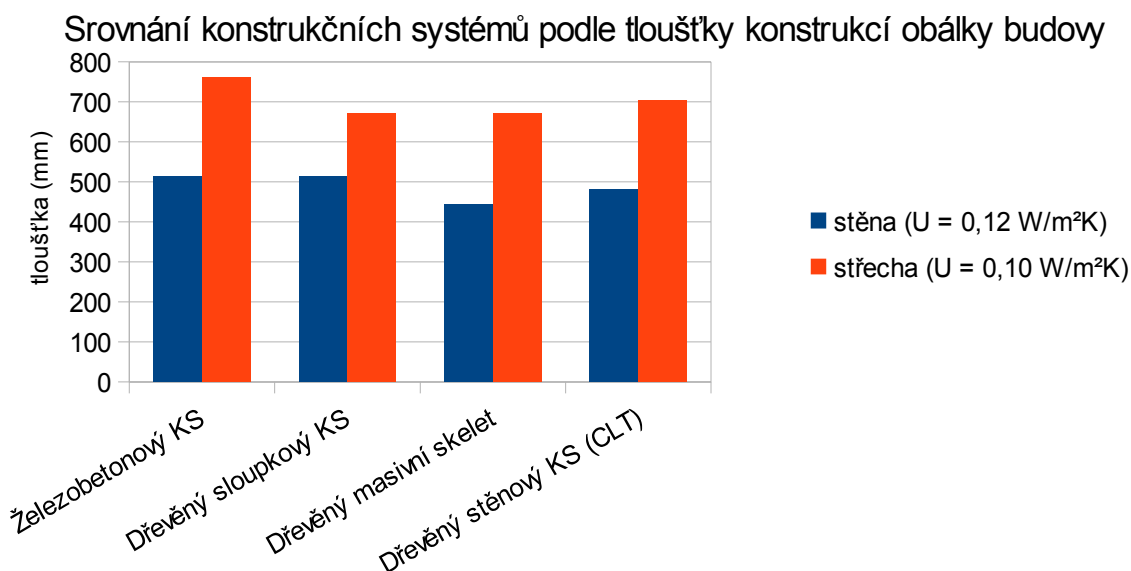
Tloušťka tepelné izolace v této skladbě je daná návazností na skladbu obvodové stěny vytápěného prostoru (viz *Obr. 2.2.4.4*). Dále je počítáno se stanovenou hodnotou  $U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$  přesto, že norma doporučuje pro tuto skladbu hodnotu  $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ . [7]

### 3.2.5 Srovnání parametrů jednotlivých variant ovlivnitelných skladbami

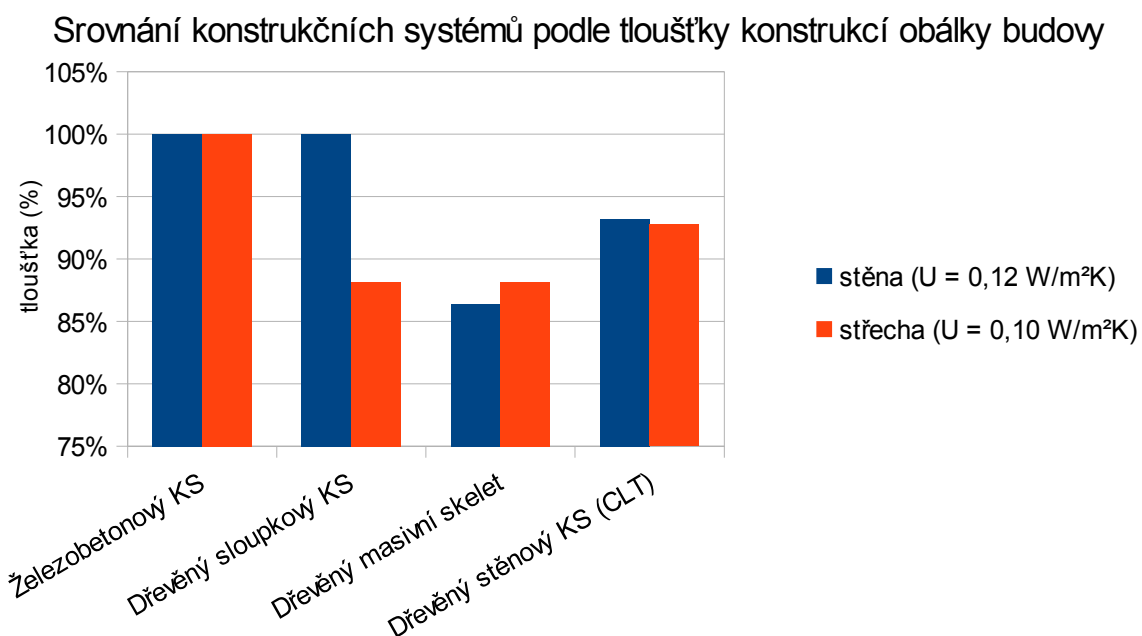
Mezi řešenými variantami konstrukčních systémů se vyskytují rozdíly v tloušťkách navržených konstrukcí. Pro porovnání byly vybrány skladby obvodové stěny a střechy, které se vyskytují u všech dalších staveb a ovlivňují další parametry budovy týkající se její velikosti. Celkové tloušťky konstrukcí jsou shrnuty v následující tabulce *Tab. 3.2.5.1* a srovnány v *Grafu 3.2.5.1* v absolutních hodnotách a v *Grafu 3.2.5.2* v relativních hodnotách, kde je hodnota 100 % přiřazena referenční variantě *Železobetonový KS*.

*Tab. 3.2.5.1 Srovnání konstrukčních systémů podle celkové tloušťky konstrukcí obálky budovy*

konstrukce		Železobetonový KS	Dřevěný sloupkový KS	Dřevěný masivní skelet	Dřevěný stěnový KS (CLT)
obvodová stěna	mm	515	515	445	480
střecha	mm	760	670	670	705
obvodová stěna	%	100,00%	100,00%	86,41%	93,20%
střecha	%	100,00%	88,16%	88,16%	92,76%



Graf 3.2.5.1 Srovnání konstrukčních systémů podle celkové tloušťky konstrukcí obálky budovy v mm



Graf 3.2.5.2 Srovnání konstrukčních systémů podle celkové tloušťky konstrukcí obálky budovy v %

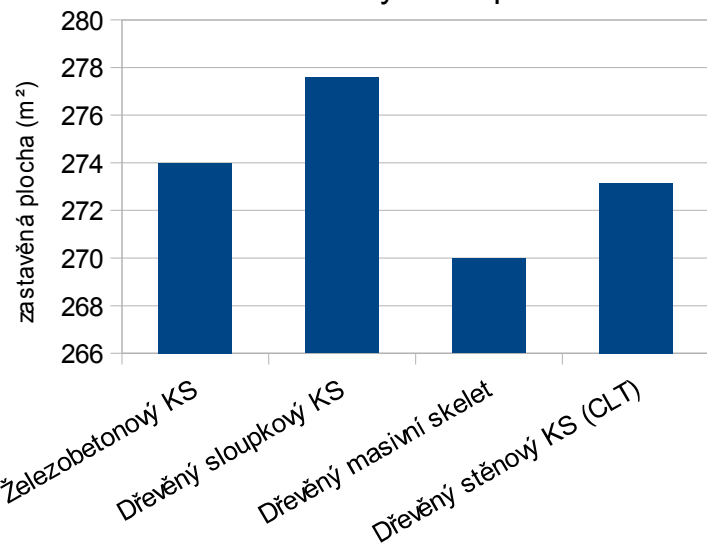
Z uvedených grafů vyplývá, že konstrukce obálky budovy s dřevěnou konstrukcí jsou obecně prostorově úspornější. U střech dřevěných skeletů se projevuje umístění části tepelné izolace mezi stropní nosníky, což výrazně redukuje tloušťku střechy. Výrazně menší tloušťku obvodové stěny dřevěného masivního skeletu umožňuje úplné vyčlenění vlivu nosné konstrukce z výpočtu součinitele prostupu tepla skladby stěny. Vliv sloupů a průvlaků se projeví až u výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy, a to formou tepelných vazeb. Menší tloušťku obou skladeb *Dřevěného stěnového KS (CLT)* oproti variantě *Železobetonový KS* umožňují lepší tepelně technické vlastnosti nosné konstrukce.

Tloušťky konstrukcí pak společně s konstrukčním řešením ovlivňují velikost zastavěné plochy a obestavěného prostoru. Zastavěná plocha je pro jednotlivé varianty shrnuta v tabulce *Tab. 3.2.5.2* a porovnána v *Grafu 3.2.5.3* v absolutních hodnotách a v *Grafu 3.2.5.4* v relativních hodnotách. Obestavěný prostor je pro jednotlivé varianty shrnut v tabulce *Tab. 3.2.5.3* a porovnan v *Grafu 3.2.5.5* v absolutních hodnotách a v *Grafu 3.2.5.6* v relativních hodnotách. U relativních výsledků je hodnota 100 % opět přiřazena referenční variantě *Železobetonový KS*.

Tab. 3.2.5.2 Srovnání konstrukčních systémů podle zastavěné plochy

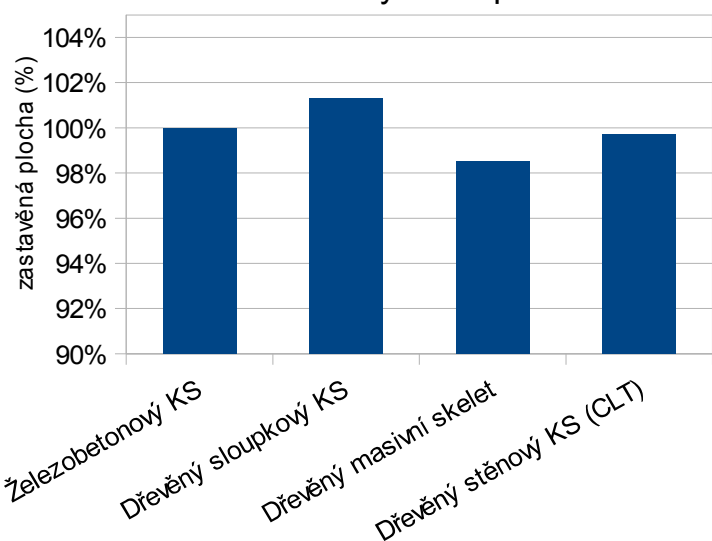
		Železobetonový KS	Dřevěný sloupkový KS	Dřevěný masivní skelet	Dřevěný stěnový KS (CLT)
zastavěná plocha	m <sup>2</sup>	273,99	277,58	269,98	273,16
	%	100,00%	101,31%	98,54%	99,70%

### Srovnání konstrukčních systémů podle zastavěné plochy



Graf 3.2.5.3 Srovnání konstrukčních systémů podle zastavěné plochy v m<sup>2</sup>

### Srovnání konstrukčních systémů podle zastavěné plochy



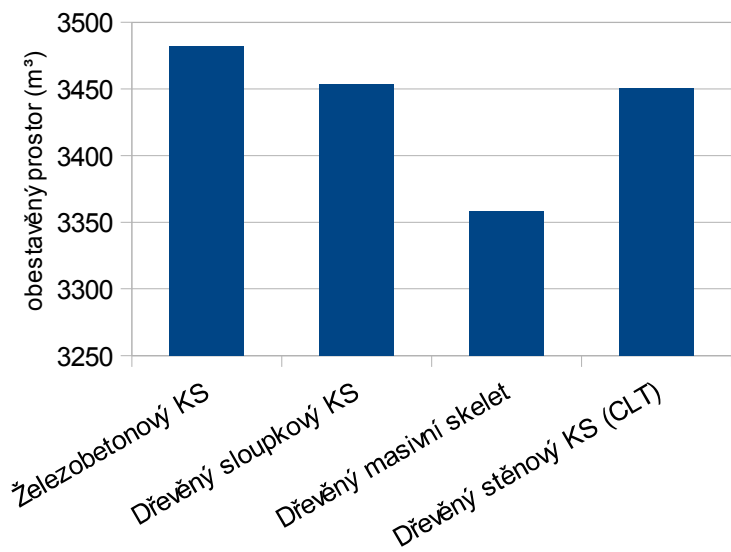
Graf 3.2.5.4 Srovnání konstrukčních systémů podle zastavěné plochy v %

Tab. 3.2.5.3 Srovnání konstrukčních systémů podle zastavěné plochy

		Železobetonový KS	Dřevěný sloupkový KS	Dřevěný masivní skelet	Dřevěný stěnový KS (CLT)
obestavěný prostor	m <sup>3</sup>	3481,80	3453,31	3357,91	3450,38
	%	100,00%	99,18%	96,44%	99,10%

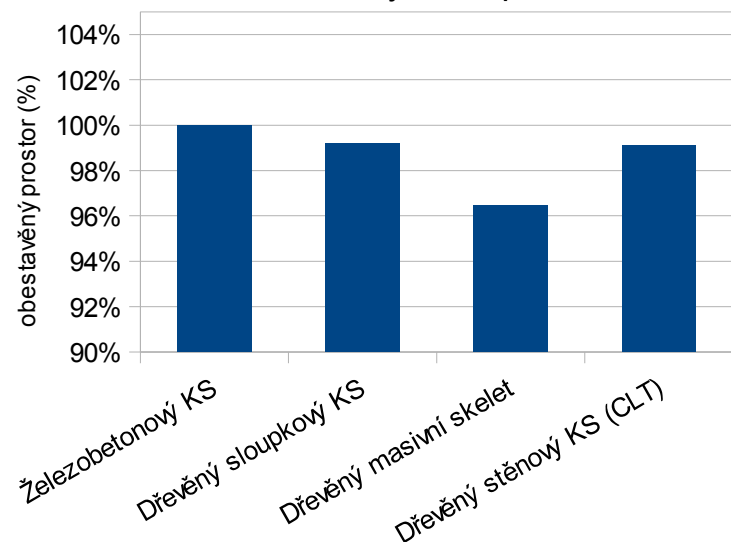


### Srovnání konstrukčních systémů podle obestavěného prostoru



Graf 3.2.5.5 Srovnání konstrukčních systémů podle obestavěného prostoru v m³

### Srovnání konstrukčních systémů podle obestavěného prostoru



Graf 3.2.5.6 Srovnání konstrukčních systémů podle obestavěného prostoru v %

Zastavěná plocha je v případě *Dřevěného sloupkového KS* větší než u varianty *Železobetonový KS* i přesto, že tloušťka obvodové stěny je stejná. Způsobuje to konstrukční řešení, konkrétně dvojitá vnitřní nosná stěna u *Dřevěného sloupkového KS*. Díky menší tloušťce střechy a tenké atice je obestavěný prostor tohoto systému naopak menší než u *Železobetonového KS*.

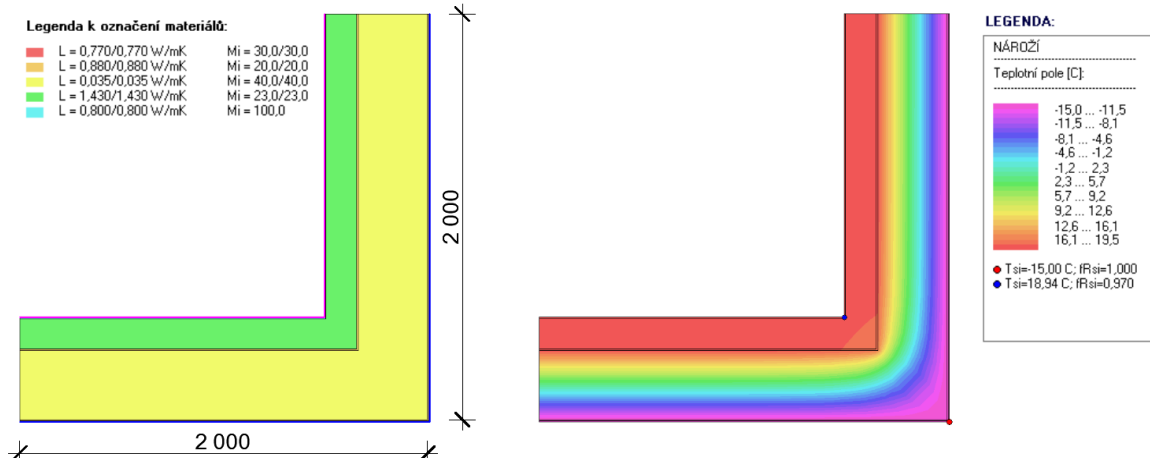
U *Dřevěného masivního skeletu* je zastavěná plocha i obestavěný prostor jednoznačně nejmenší, a to díky malým celkovým tloušťkám všech skladeb. *Dřevěný masivní skelet* je prostorově nejušpornější ze všech řešených variant.

V případě *Dřevěného stěnového KS* se v zastavěné ploše a obestavěném prostoru projevují pouze drobné rozdíly dané již výše popsanou menší tloušťkou tepelné izolace.

### 3.3 Návrh a optimalizace detailů

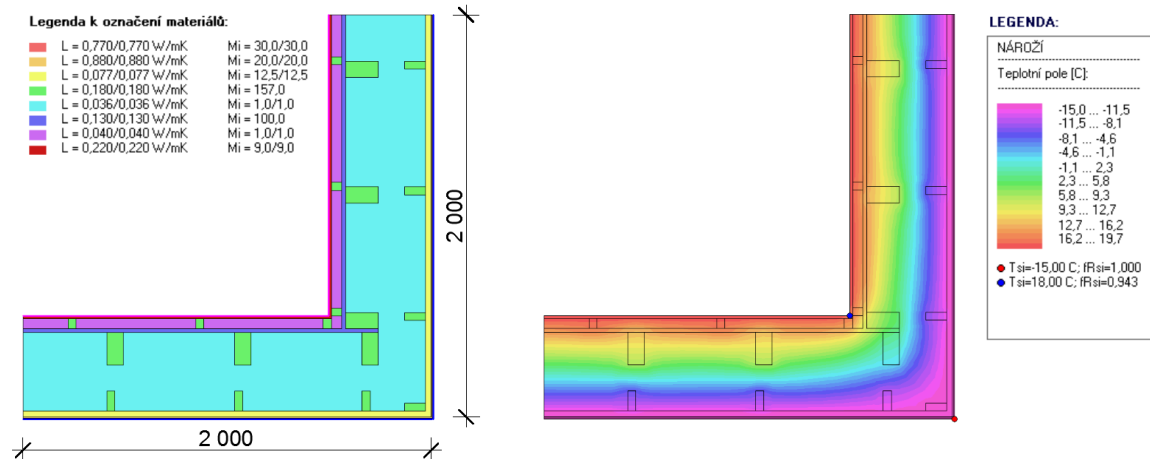
#### 3.3.1 Detail nároží

Na následujících obrázcích jsou pro každý konstrukční systém uvedeny výpočtové modely detailů zadávané do programu Area 2017 EDU a dvojrozměrná pole teplot vyřešená tímto programem. V tabulce *Tab. 3.3.1.1* jsou uvedeny stanovené tepelné propustnosti detailů a vypočtené lineární činitele prostupu tepla podle vzorce uvedeného v kapitole 3.1.



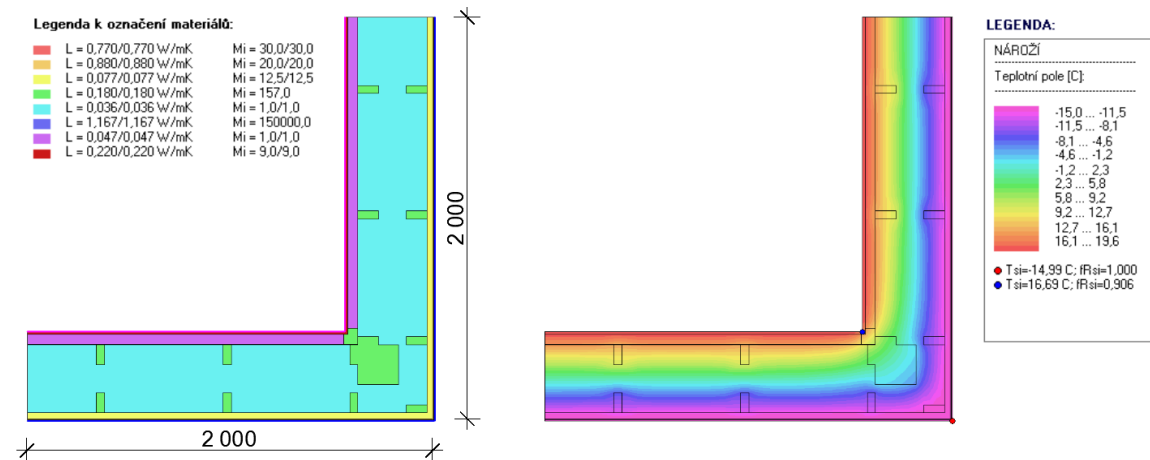
Obr. 3.3.1.1 (vlevo) Výpočtový model detailu nároží Železobetonového KS

Obr. 3.3.1.2 (vpravo) Teplotní pole detailu nároží Železobetonového KS



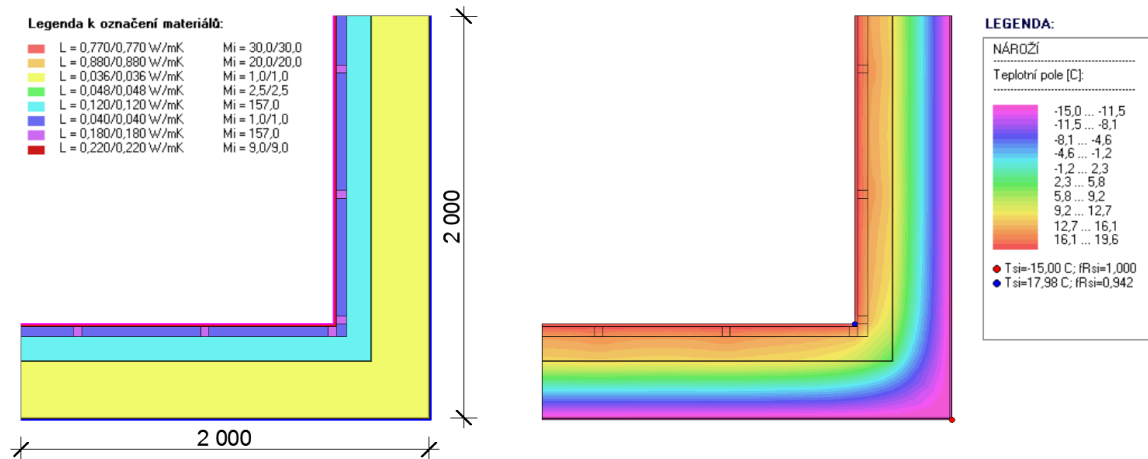
Obr. 3.3.1.3 (vlevo) Výpočtový model detailu nároží Dřevěného sloupkového KS

Obr. 3.3.1.4 (vpravo) Teplotní pole detailu nároží Dřevěného sloupkového KS



Obr. 3.3.1.5 (vlevo) Výpočtový model detailu nároží Dřevěného masivního skeletu

Obr. 3.3.1.6 (vpravo) Teplotní pole detailu nároží Dřevěného masivního skeletu



Obr. 3.3.1.7 (vlevo) Výpočtový model detailu nároží Dřevěného stěnového KS (CLT)

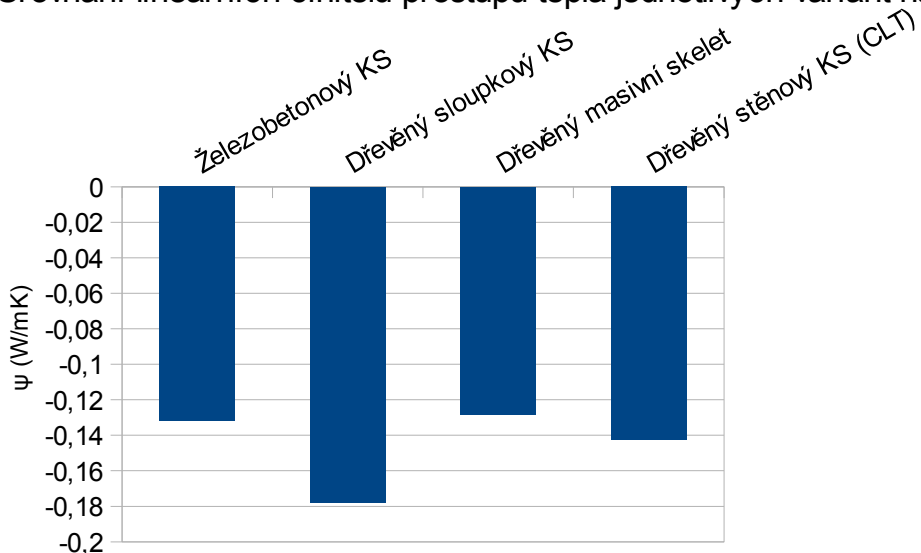
Obr. 3.3.1.8 (vpravo) Teplotní pole detailu nároží Dřevěného stěnového KS (CLT)

Tab. 3.3.1.1 Tepelné propustnosti a lineární činitele prostupu tepla detailu nároží

varianta	tepelná propustnost detailu L		lineární činitel prostupu tepla $\psi$	
	W/m.K		W/m.K	%
Železobetonový KS	0,34804	-0,13196	100,00%	
Dřevěný sloupkový KS	0,30212	-0,17788	74,18%	
Dřevěný masivní skelet	0,35175	-0,12825	102,89%	
Dřevěný stěnový KS (CLT)	0,33742	-0,14258	92,55%	

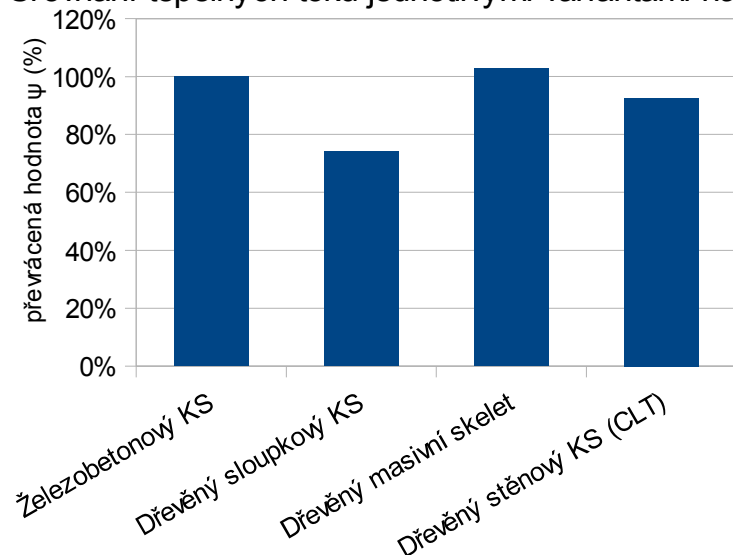
Pro relativní porovnání variant jsou použity převrácené hodnoty. Vyšší procento tak odpovídá většímu tepelnému toku. Srovnání absolutních výsledků je vidět v *Grafu 3.3.1.1*. Relativní výsledky jsou zobrazeny v *Grafu 3.3.1.2*.

### Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant nároží



Graf 3.3.1.1 Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant nároží

### Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami nároží



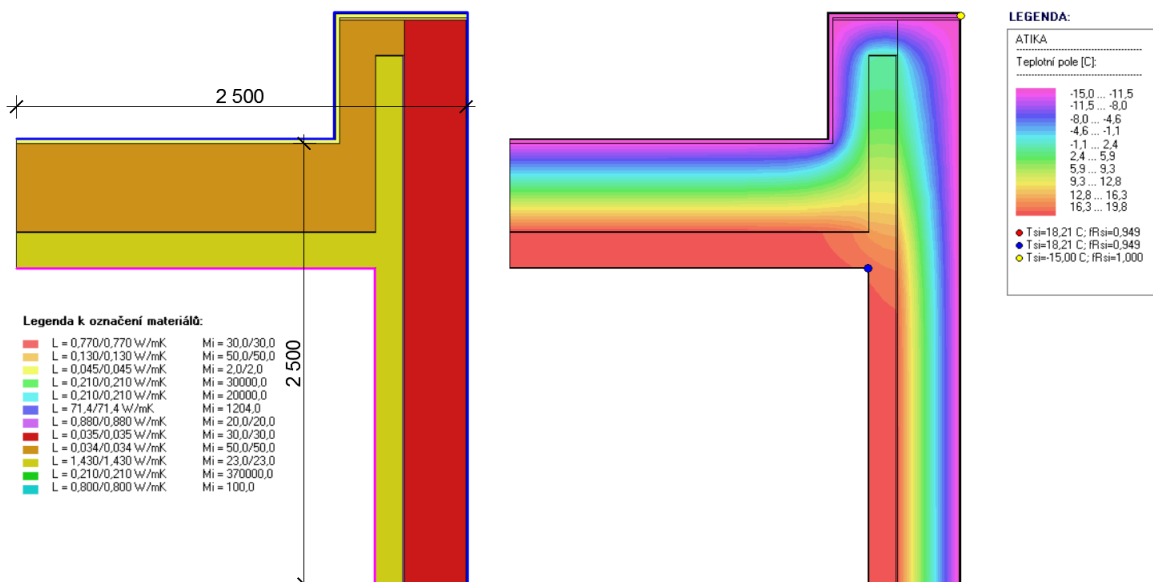
Graf 3.3.1.2 Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami nároží v %

Všechny hodnoty lineárních činitelů prostupu tepla vycházejí záporně. Je tedy možné označit detail nároží všech konstrukčních systémů za nevodivý (prostup tepla je již zahrnut v součinitelích prostupu tepla plošných konstrukcí). Detail zároveň není možné optimalizovat (nelze ušetřit materiál tepelné izolace), proto jsou v navazujících výpočtech použity hodnoty podle tabulky Tab. 3.3.1.1.

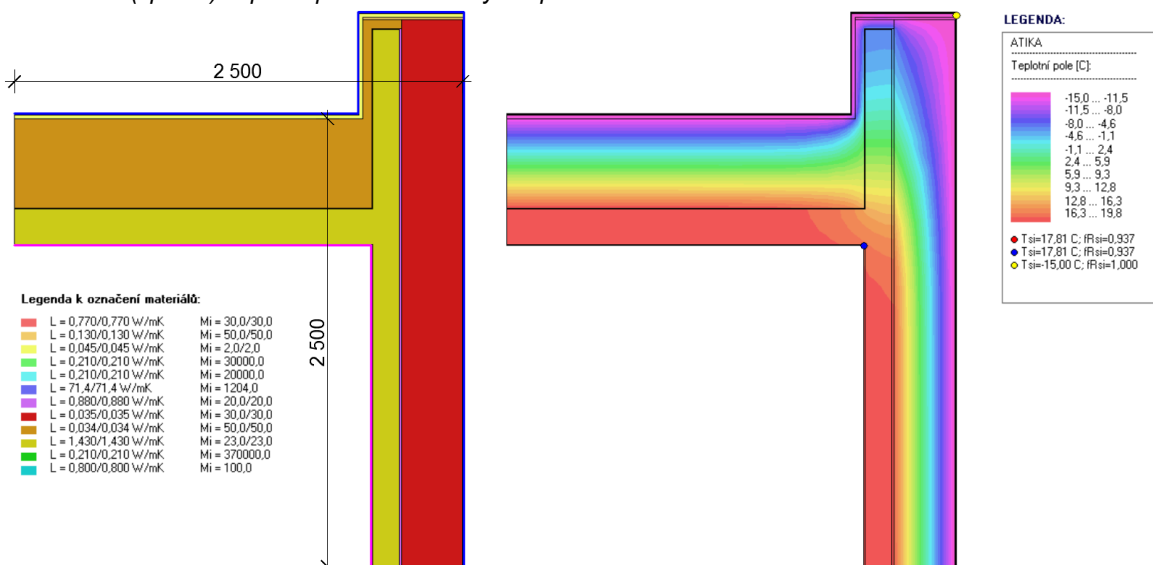
#### 3.3.2 Detail atiky

Na následujících obrázcích jsou pro každý konstrukční systém uvedeny výpočtové modely detailů zadávané do programu Area 2017 EDU a dvojrozměrná pole teplot vyřešená tímto programem.

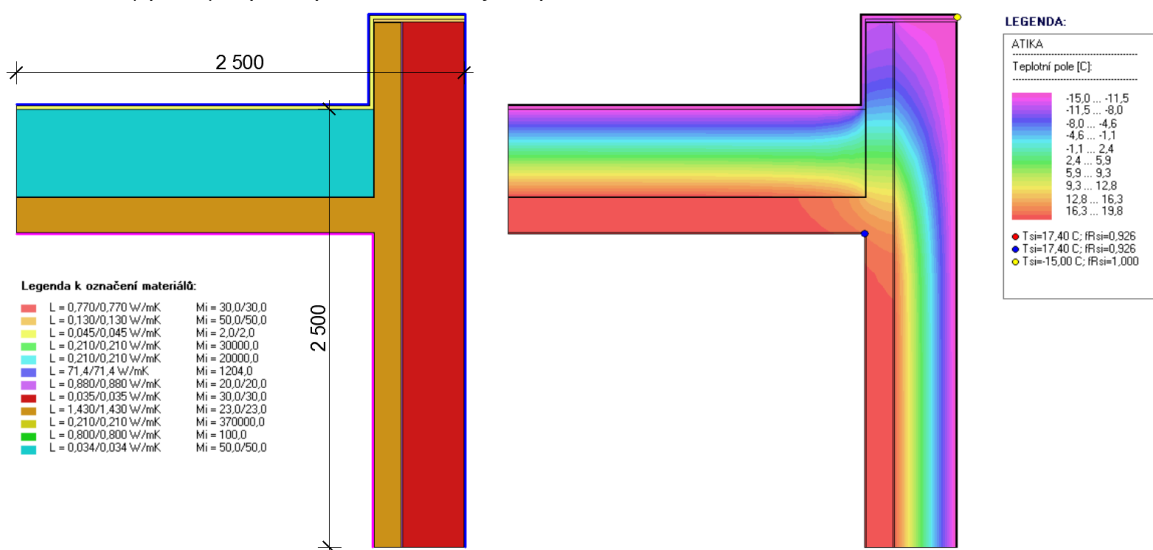
U detailu atiky *Železobetonového KS* je variabilní tloušťka tepelné izolace na vnitřní straně atiky a na její koruně, resp. možnost použití isonosníku. Proto je detail vytvořen ve variantách s různou tloušťkou tepelné izolace od 200 mm do 50 mm. Další varianty detailu jsou zcela bez tepelné izolace na vnitřní straně a koruně atiky, buď s přerušením tepelné vazby isonosníkem, nebo s průběžnou železobetonovou stěnou bez přerušení tepelné vazby. Na obrázcích *Obr. 3.3.2.1* a *Obr. 3.3.2.2* je vidět výpočtový model a teplotní pole varianty atiky s tloušťkou tepelné izolace 200 mm, na obrázcích *Obr. 3.3.2.3* a *Obr. 3.3.2.4* varianta atiky s tloušťkou tepelné izolace 50 mm, na obrázcích *Obr. 3.3.2.5* a *Obr. 3.3.2.6* atika zcela bez tepelné izolace a na obrázcích *Obr. 3.3.2.7* a *Obr. 3.3.2.8* atika s isonosníkem. Následně je zkoumán vliv různých variant detailu na lineární činitel prostupu tepla a na měrnou potřebu tepla na vytápění celé budovy. Výsledky jsou uvedeny v tabulce Tab. 3.3.2.1.



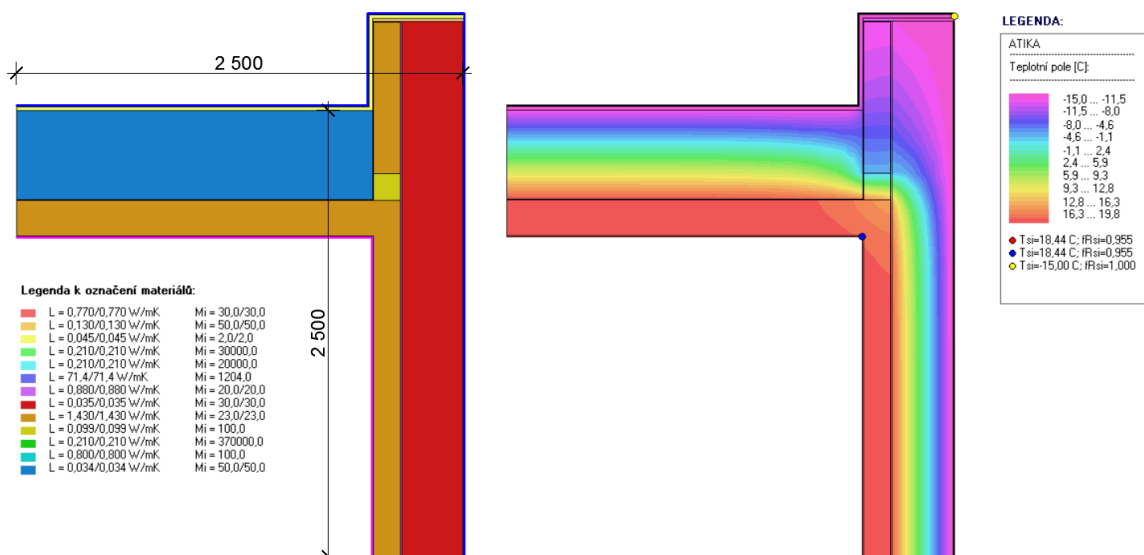
Obr. 3.3.2.1 (vlevo) Výpočtový model detailu atiky s tepelnou izolací tl. 200 mm Železobetonového KS  
 Obr. 3.3.2.2 (vpravo) Teplotní pole detailu atiky s tepelnou izolací tl. 200 mm Železobetonového KS



Obr. 3.3.2.3 (vlevo) Výpočtový model detailu atiky s tepelnou izolací tl. 50 mm Železobetonového KS  
 Obr. 3.3.2.4 (vpravo) Teplotní pole detailu atiky s tepelnou izolací tl. 50 mm Železobetonového KS



Obr. 3.3.2.5 (vlevo) Výpočtový model detailu atiky bez tepelné izolace Železobetonového KS  
 Obr. 3.3.2.6 (vpravo) Teplotní pole detailu atiky bez tepelné izolace Železobetonového KS



Obr. 3.3.2.7 (vlevo) Výpočtový model detailu atiky s isonosníkem Železobetonového KS

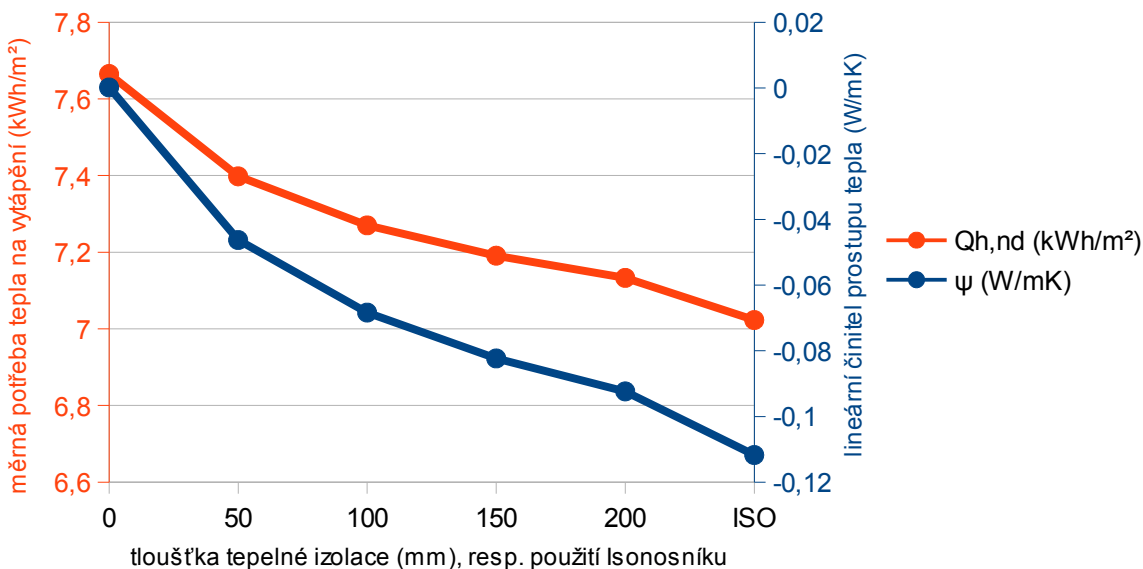
Obr. 3.3.2.8 (vpravo) Teplotní pole detailu atiky s isonosníkem Železobetonového KS

Tab. 3.3.2.1 Tepelné propustnosti, lineární činitele prostupu tepla a měrná potřeba tepla na vytápění pro detail atiky Železobetonového KS

tloušťka tepelné izolace, resp. použití isonosníku	tepelná propustnost detailu L W/m.K	lineární činitel prostupu tepla $\psi$ W/m.K	měrná potřeba tepla na vytápění $Q_{h,nd}$ kWh/m <sup>2</sup>
200 mm	0,45764	-0,09236	7,133
150 mm	0,46768	-0,08232	7,191
100 mm	0,48162	-0,06838	7,270
50 mm	0,50371	-0,04629	7,398
bez izolace	0,55016	0,00016	7,665
isonosník	0,43826	-0,11174	7,023

Měrná potřeba tepla na vytápění je v programu Energie 2017 stanovena tak, že do výpočtu jsou zadány pro všechny ostatní detaily normou doporučené hodnoty lineárního činitele prostupu tepla pro pasivní domy a pro detail atiky jsou postupně obměňovány hodnoty z Tab. 3.3.2.1. Vliv řešení atiky na měrnou potřebu tepla na vytápění ukazuje Graf 3.3.2.1.

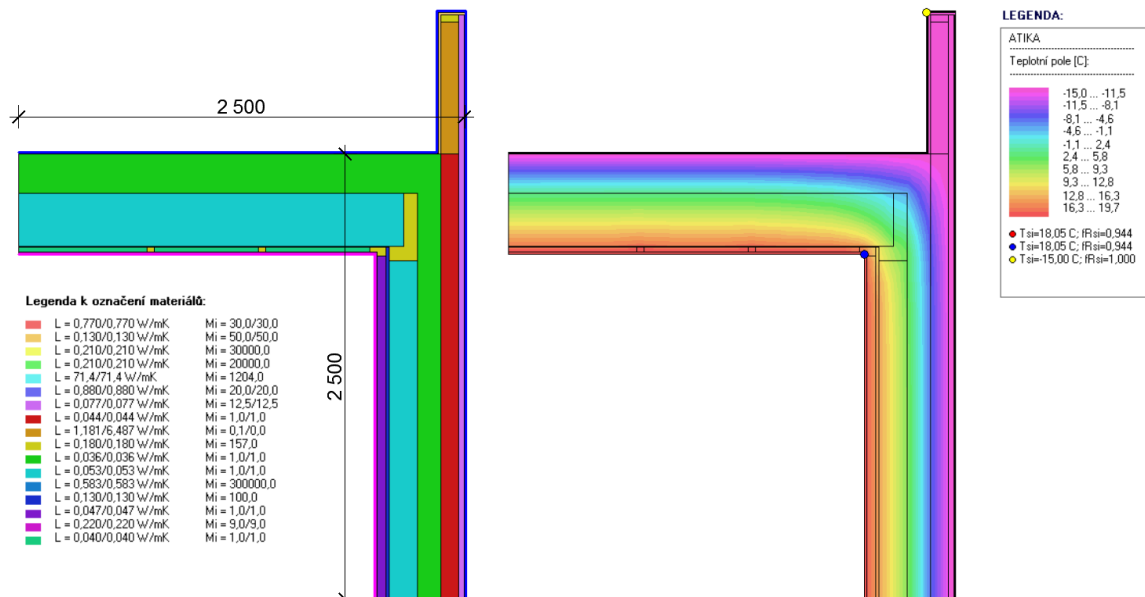
Vliv detailu atiky na potřebu tepla na vytápění



Graf 3.3.2.1 Vliv jednotlivých variant atiky Železobetonového KS na měrnou potřebu tepla na vytápění

Z grafu je zřejmé, že nejvýraznější pokles měrné potřeby tepla na vytápění způsobuje tepelná izolace v menších tloušťkách. Nejeftektivnější je doplnění prvních 50 mm k železobetonové konstrukci. Rozdíl v měrné potřebě tepla na vytápění mezi variantou bez izolace a variantou s 50 mm tlustou izolací je přitom dostatečně zřetelný. Z toho důvodu je pro **Železobetonový KS** považovaná **varianta s tepelnou izolací o tloušťce 50 mm** za optimální.

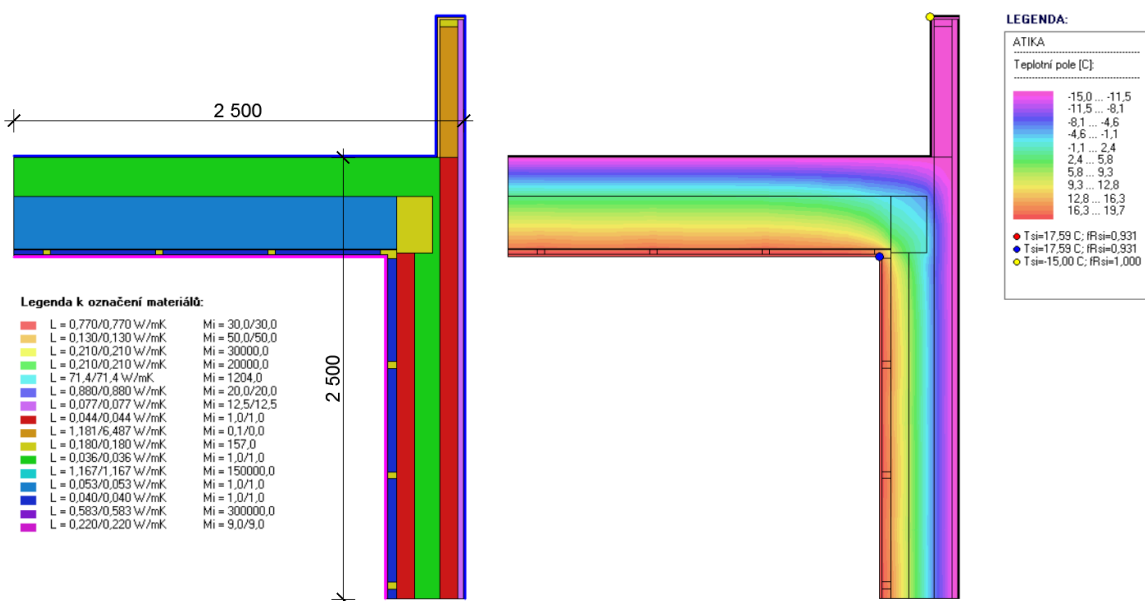
Na dalších obrázcích jsou detaily atiky pro *Dřevěný sloupkový KS* a *Dřevěný masivní skelet*. Konstrukce atiky je v obou těchto systémech obdobná, vytvořená pouze z vnější kostry obvodového pláště. Proto nelze řešení těchto detailů zpracovat ve variantách. Úspory materiálu tepelné izolace lze dosáhnout nevyplňováním kostry atiky tepelnou izolací. Ve zobrazených výpočetních modelech je tedy v tomto místě zadána vzduchová dutina.



Obr. 3.3.2.9 (vlevo) Výpočtový model detailu atiky Dřevěného sloupkového KS

Obr. 3.3.2.10 (vpravo) Teplotní pole detailu atiky Dřevěného sloupkového KS

Tepelná propustnost detailu atiky z Obr. 3.3.2.9 je 0,37853 W/m.K. Výpočtem (viz. kapitola 3.1) je stanoven lineární činitel prostupu tepla pro atiku *Dřevěného sloupkového KS* -0,17147 W/m.K.

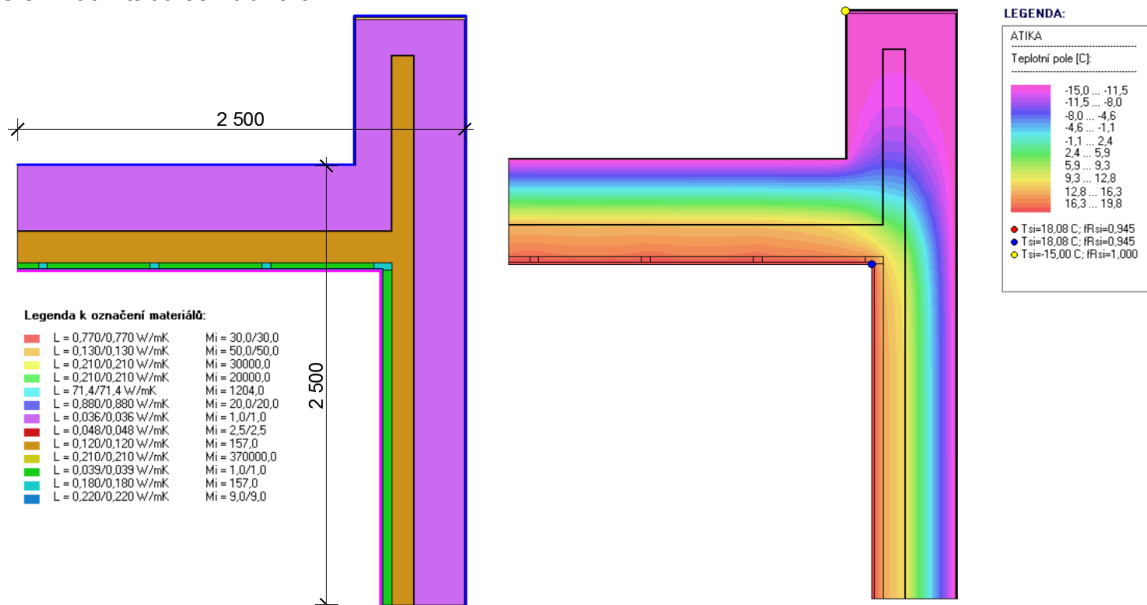


Obr. 3.3.2.11 (vlevo) Výpočtový model detailu atiky Dřevěného masivního skeletu

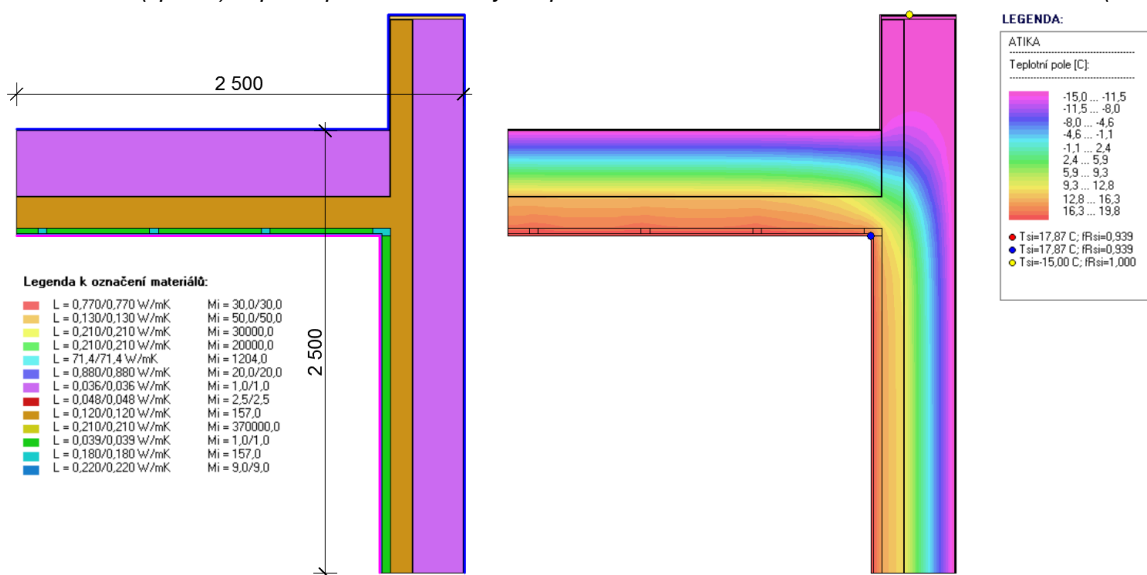
Obr. 3.3.2.12 (vpravo) Teplotní pole detailu atiky Dřevěného masivního skeletu

Tepelná propustnost detailu atiky z Obr. 3.3.2.11 je 0,40331 W/m.K. Výpočtem (viz. kapitola 3.1) je stanoven lineární činitel prostupu tepla pro atiku *Dřevěného masivního skeletu* -0,14669 W/m.K.

U detailu atiky *Dřevěného stěnového KS* je stejně jako u *Železobetonového KS* variabilní tloušťka tepelné izolace na vnitřní straně atiky a na její koruně. Detail je vytvořen ve dvou variantách: s tepelnou izolací tloušťky 200 mm (Obr. 3.3.2.13 a Obr. 3.3.2.14) a zcela bez tepelné izolace (Obr. 3.3.2.15 a Obr. 3.3.2.16). Vliv obou těchto variant na lineární činitel prostupu tepla je shrnut v tabulce Tab. 3.3.2.2.



Obr. 3.3.2.13 (vlevo) Výpočtový model detailu atiky s tepelnou izolací tl. 200 mm *Dřevěného stěnového KS* (CLT)  
 Obr. 3.3.2.14 (vpravo) Teplotní pole detailu atiky s tepelnou izolací tl. 200 mm *Dřevěného stěnového KS* (CLT)



Obr. 3.3.2.15 (vlevo) Výpočtový model detailu atiky bez tepelné izolace *Dřevěného stěnového KS* (CLT)  
 Obr. 3.3.2.16 (vpravo) Teplotní pole detailu atiky bez tepelné izolace *Dřevěného stěnového KS* (CLT)

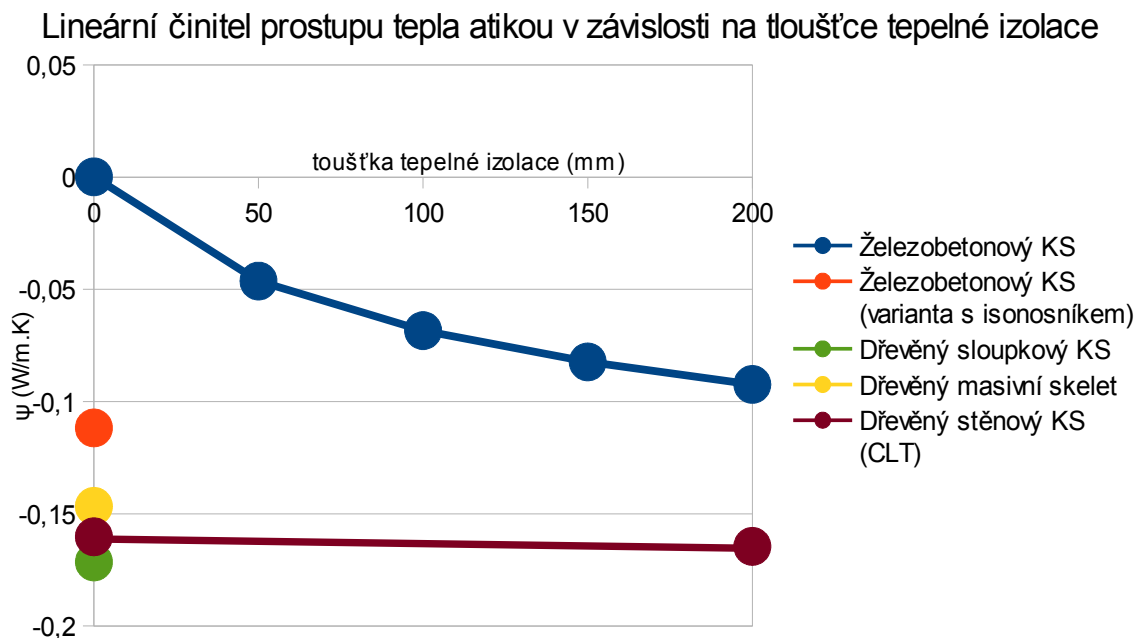
Tab. 3.3.2.2 Tepelné propustnosti a lineární činitele prostupu tepla pro detail atiky *Dřevěného stěnového KS* (CLT)

tloušťka tepelné izolace	tepelná propustnost detailu L W/m.K	lineární činitel prostupu tepla $\psi$ W/m.K
200 mm	0,38548	-0,16452
bez izolace	0,38976	-0,16024



Z výsledků uvedených v tabulce *Tab. 3.3.2.2* je zřejmé, že tepelná izolace u atiky z CLT panelu má minimální vliv na prostup tepla detailem. Zaznamenaná změna hodnoty lineárního činitele prostupu tepla po odebrání tepelné izolace nebude mít výrazný vliv na vzrůst měrné potřeby tepla na vytápění celé budovy. Za optimální je tedy považována **varianta atiky bez tepelné izolace**, při které dojde k maximální úspoře materiálu, zatímco tepelné technické parametry detailu se téměř nemění.

Na dále uvedeném *Grafu 3.3.2.2* je provedeno srovnání všech variant detailu atiky všech řešených konstrukčních systémů podle vlivu na lineární činitel prostupu tepla.



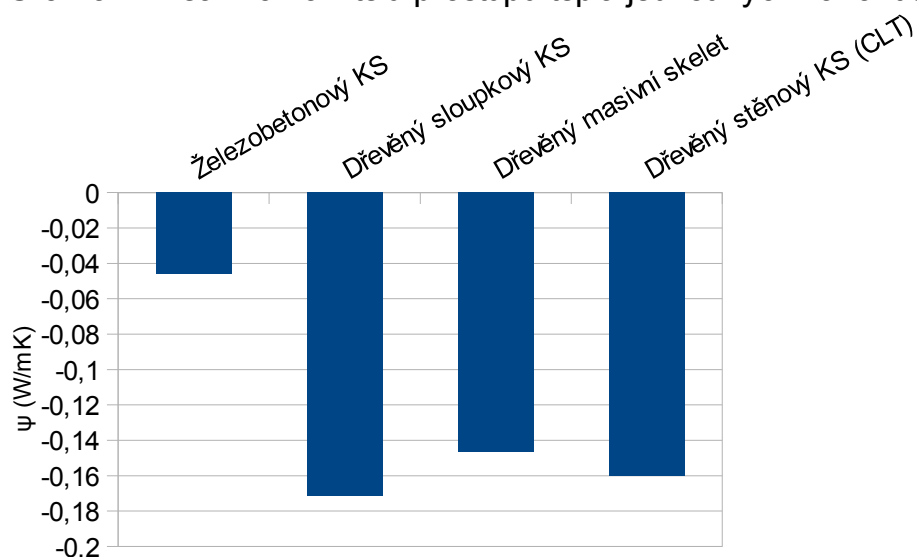
*Graf 3.3.2.2 Lineární činitel prostupu tepla atikou v závislosti na tloušťce tepelné izolace*

Hodnoty lineárních činitelů prostupu tepla optimalizovaných variant atiky jsou shrnuty v tabulce *Tab. 3.3.2.3* pro všechny řešené varianty konstrukčních systémů. Účelem je porovnání tepelného toku detailem atiky mezi variantami, obdobně jako u nároží v předchozí části kapitoly. Jako relativní výsledky jsou opět použity převrácené hodnoty. Vyšší procento tak odpovídá většímu tepelnému toku. Srovnání je zobrazeno v *Grafu 3.3.2.3* pro absolutní výsledky a v *Grafu 3.3.2.4* pro relativní výsledky.

*Tab. 3.3.2.3 Tepelné propustnosti a lineární činitele prostupu tepla optimalizovaného detailu atiky*

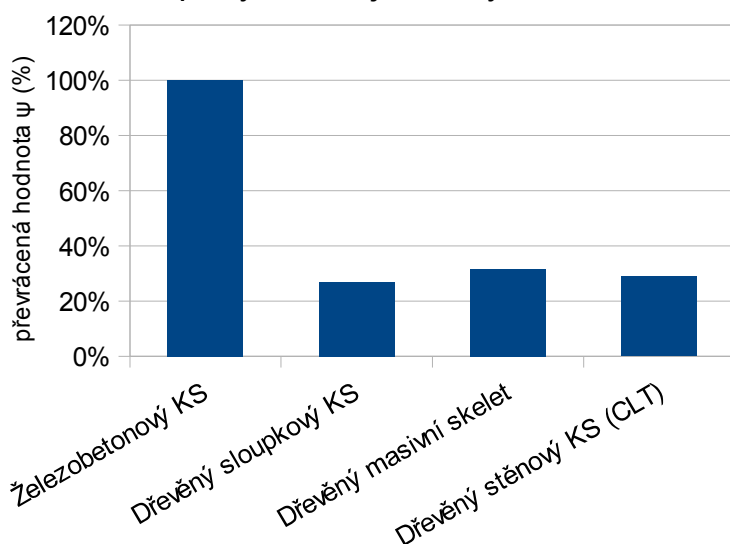
varianta	tepelná propustnost detailu L		lineární činitel prostupu tepla $\psi$	
	W/m.K		W/m.K	%
Železobetonový KS		0,50371	-0,04629	100,00%
Dřevěný sloupkový KS		0,37853	-0,17147	27,00%
Dřevěný masivní skelet		0,40331	-0,14669	31,56%
Dřevěný stěnový KS (CLT)		0,38976	-0,16024	28,89%

### Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant atiky



Graf 3.3.2.3 Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant atiky

### Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami atiky

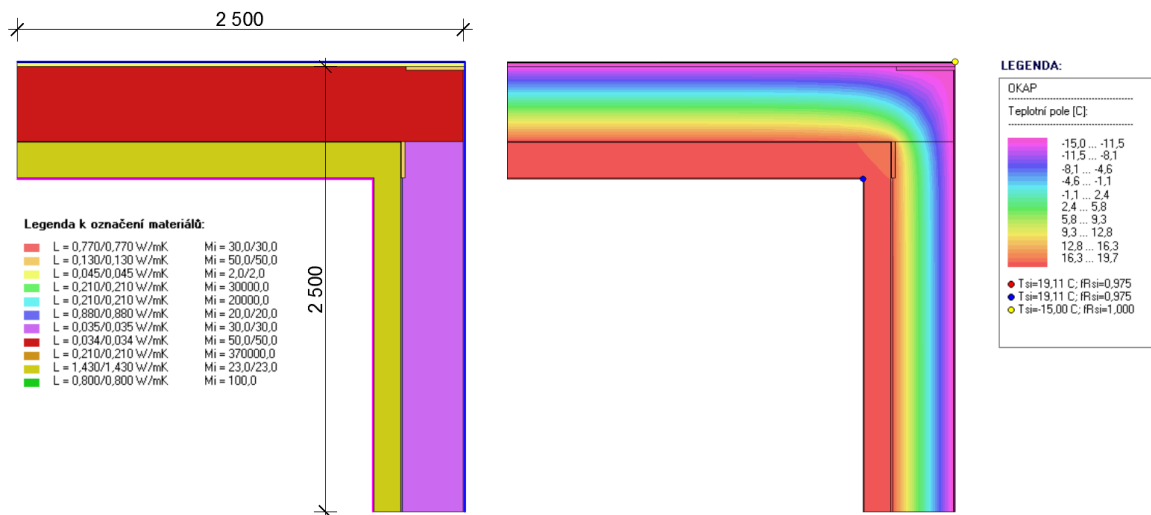


Graf 3.3.2.4 Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami atiky v %

#### 3.3.3 Detail okapu

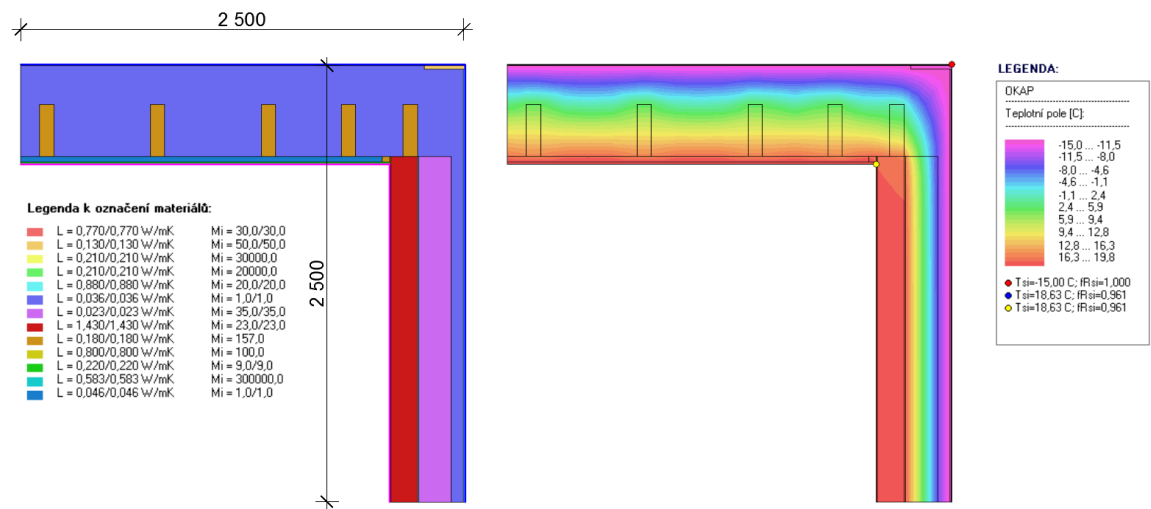
Mimo detail atiky se na části střechy vyskytuje také detail okapu, ve smyslu bezatikového okraje střechy. Detail okapu není možné optimalizovat, protože je jednoznačně definovaný jeho tvar, a tak nelze ušetřit materiál tepelné izolace. Pro jednotlivé varianty konstrukčních systémů se podoba detailu mění v závislosti na stropní konstrukci nad posledním podlažím. Obvodová stěna je u všech variant železobetonová, protože se jedná o střechu komunikačního jádra (viz kapitola 2.).

Na následujících obrázcích jsou pro každý konstrukční systém uvedeny výpočtové modely detailů zadávané do programu Area 2017 EDU a dvojrozměrná pole teplot vyřešená tímto programem. V tabulce Tab. 3.3.3.1 jsou uvedeny stanovené tepelné propustnosti detailů a vypočtené lineární činitele prostupu tepla podle vzorce uvedeného v kapitole 3.1.



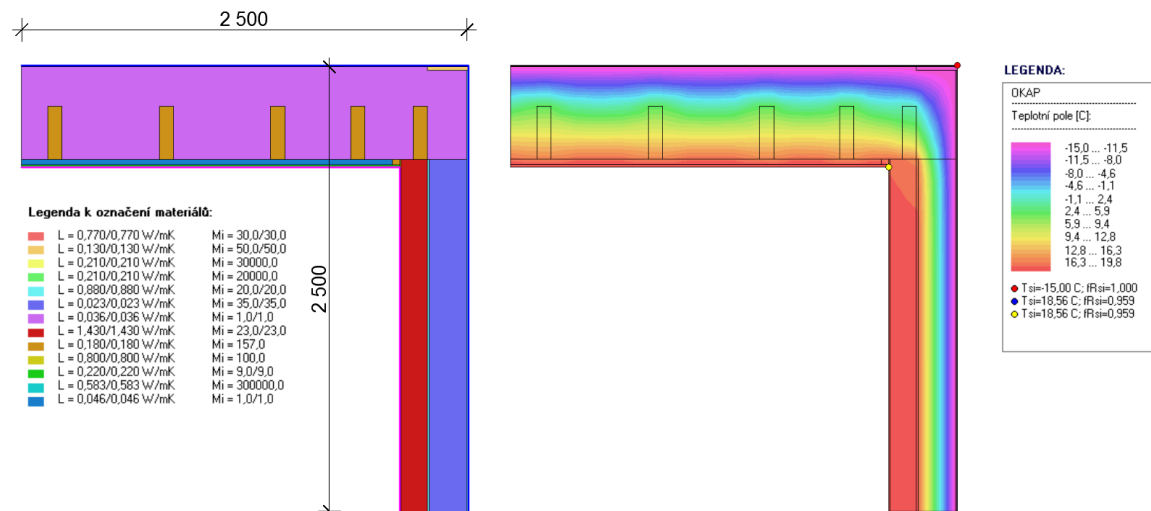
Obr. 3.3.3.1 (vlevo) Výpočtový model detailu okapu Železobetonového KS

Obr. 3.3.3.2 (vpravo) Teplotní pole detailu okapu Železobetonového KS



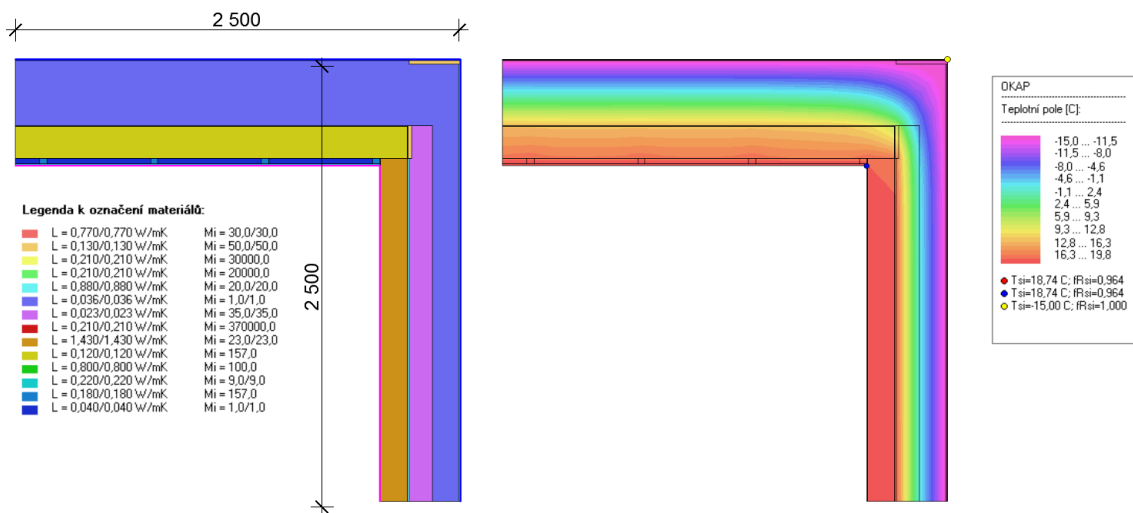
Obr. 3.3.3.3 (vlevo) Výpočtový model detailu okapu Dřevěného sloupkového KS

Obr. 3.3.3.4 (vpravo) Teplotní pole detailu okapu Dřevěného sloupkového KS



Obr. 3.3.3.5 (vlevo) Výpočtový model detailu okapu Dřevěného masivního skeletu

Obr. 3.3.3.6 (vpravo) Teplotní pole detailu okapu Dřevěného masivního skeletu



Obr. 3.3.3.7 (vlevo) Výpočtový model detailu okapu Dřevěného stěnového KS (CLT)

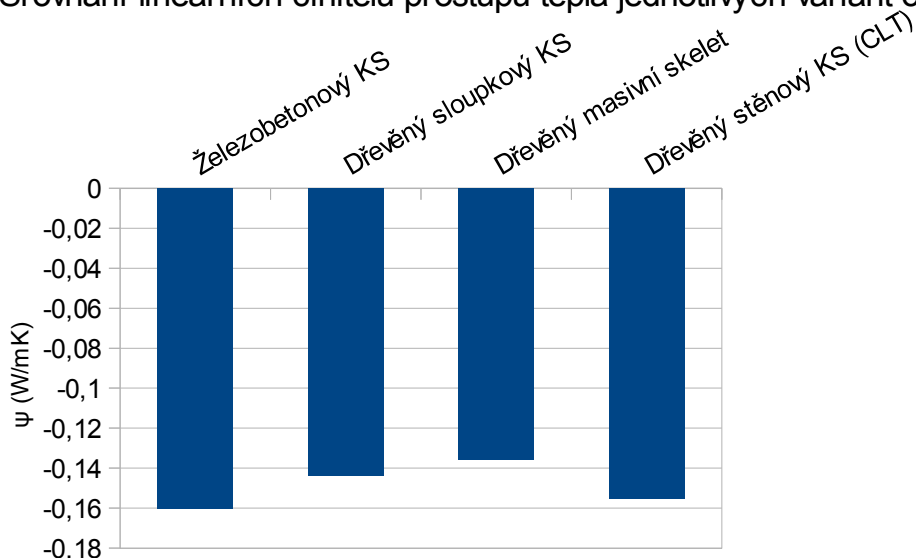
Obr. 3.3.3.8 (vpravo) Teplotní pole detailu okapu Dřevěného stěnového KS (CLT)

Tab. 3.3.3.1 Tepelné propustnosti a lineární činitele prostupu tepla detailu okapu

varianta	tepelná propustnost detailu L W/m.K	lineární činitel prostupu tepla $\psi$	
		W/m.K	%
Železobetonový KS	0,38971	-0,16029	100,00%
Dřevěný sloupkový KS	0,40628	-0,14372	111,53%
Dřevěný masivní skelet	0,42899	-0,13601	117,85%
Dřevěný stěnový KS (CLT)	0,39464	-0,15536	103,17%

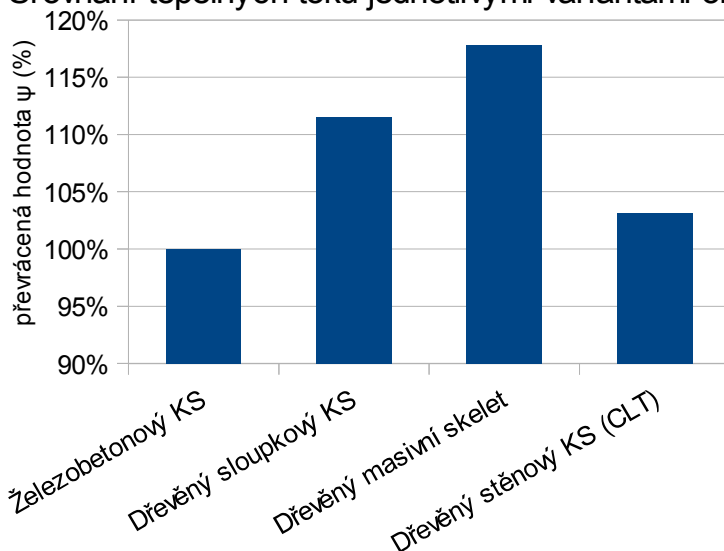
Pro relativní porovnání variant jsou použity převrácené hodnoty. Vyšší procento tak odpovídá většímu tepelnému toku. Srovnání absolutních výsledků je vidět v *Grafu 3.3.3.1*. Relativní výsledky jsou zobrazeny v *Grafu 3.3.3.2*.

### Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant okapu



Graf 3.3.3.1 Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant okapu

### Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami okapu



Graf 3.3.3.2 Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami okapu v %

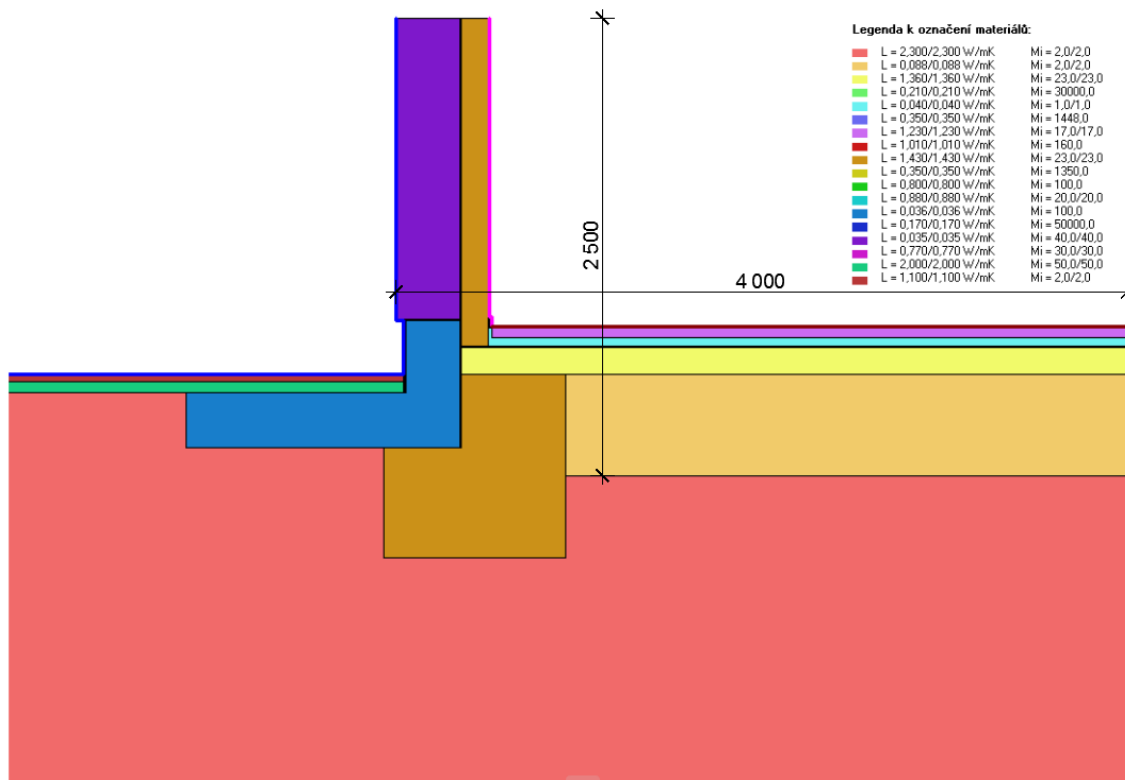
Všechny hodnoty lineárních činitelů prostupu tepla vycházejí záporně. Je tedy možné označit detail okapu všech konstrukčních systémů za nevodivý (prostup tepla je již zahrnut v součinitelích prostupu tepla plošných konstrukcí). Detail zároveň není možné optimalizovat (nelze ušetřit materiál tepelné izolace), proto jsou v navazujících výpočtech použity hodnoty podle tabulky Tab. 3.3.3.1.

#### 3.3.4 Detail soklu

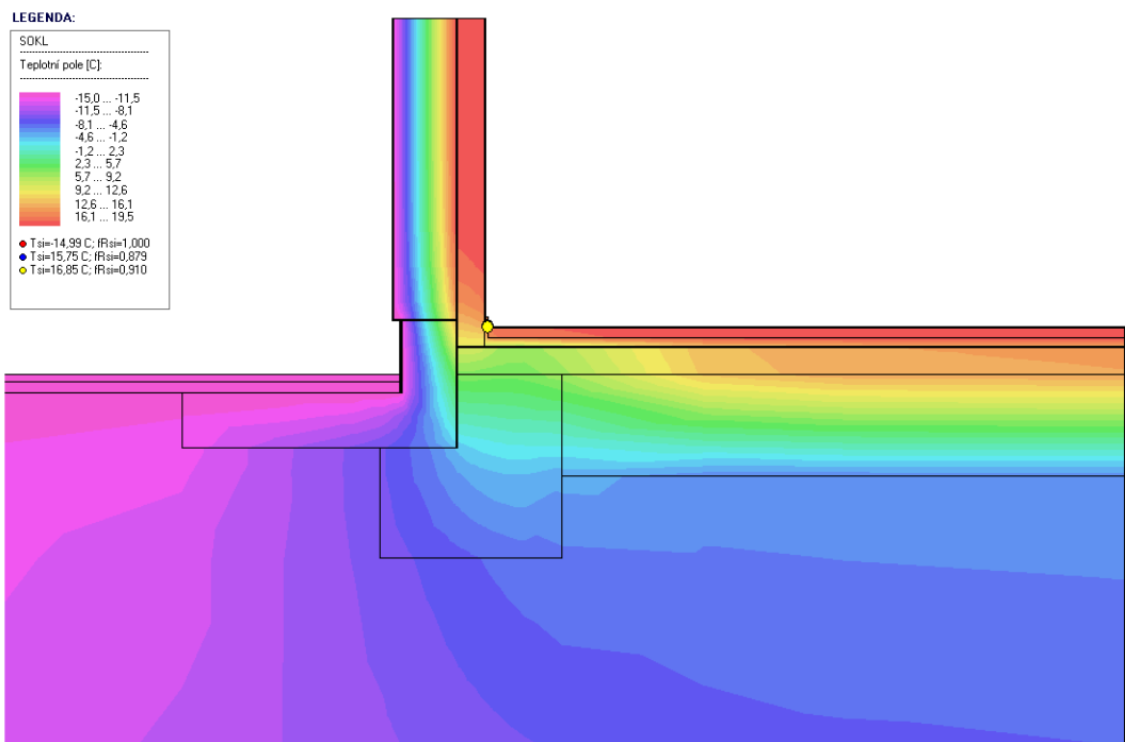
Ve všech variantách konstrukčních systémů jsou nosné konstrukce 1.NP navrženy z železobetonu (viz. kapitola 2). Proto je detail soklu pro všechny varianty stejný, resp. se mění tloušťka tepelné izolace na stěně a tloušťka svislé části XPS v závislosti na tom, jakým způsobem navazuje obvodový plášť od 2.NP na kontaktní zateplení stěny 1.NP. Optimalizace tohoto detailu je provedena pro všechny varianty zároveň. Nakonec je stanoven lineární činitel prostupu tepla zvlášť pro každou variantu konstrukčního systému, ale pouze pro optimalizovaný detail soklu.

Jako řešení tepelné vazby detailu je zvoleno zateplení extrudovaným polystyrenem s vodorovnou částí. Odpovídá to tvaru základových pasů. V případě tohoto detailu se jeho tepelné technické parametry řídí podle dvou proměnných: tloušťky XPS a délky jeho vyložení od horní hrany základového pasu. Celkem je hodnoceno 19 variant detailu soklu, s tloušťkou tepelné izolace od 300 mm do 50 mm, s krokem po 50 mm, a s délkou vyložení tepelné izolace 500 mm, 1000 mm a 1500 mm. Jako poslední varianta je posuzována pouze svislá část XPS k zalomení základového pasu, bez vodorovného vyložení.

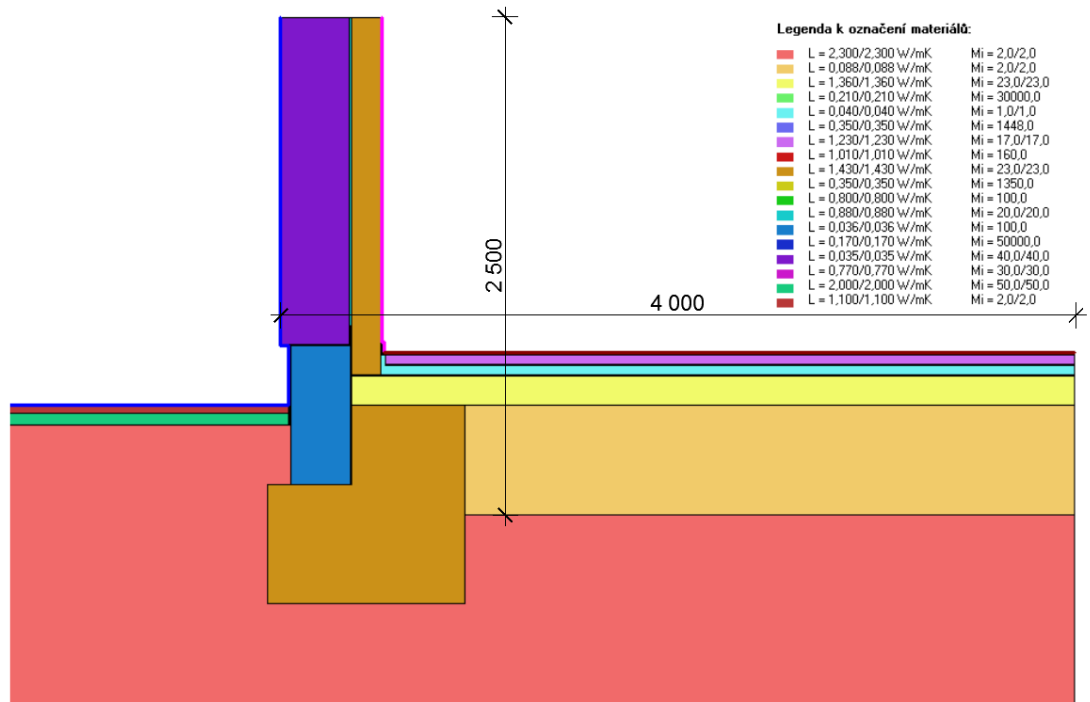
Na obrázcích Obr. 3.3.4.1 a Obr. 3.3.4.2 je vidět výpočtový model a teplotní pole varianty soklu s tloušťkou tepelné izolace 300 mm a vodorovným vyložení 1500 mm a na obrázcích Obr. 3.3.4.3 a Obr. 3.3.4.4 varianta bez vodorovné části XPS. Následně je zkoumán vliv různých variant detailu na lineární činitel prostupu tepla a na měrnou potřebu tepla na vytápění celé budovy. Výsledky jsou uvedeny v tabulce Tab. 3.3.4.1.



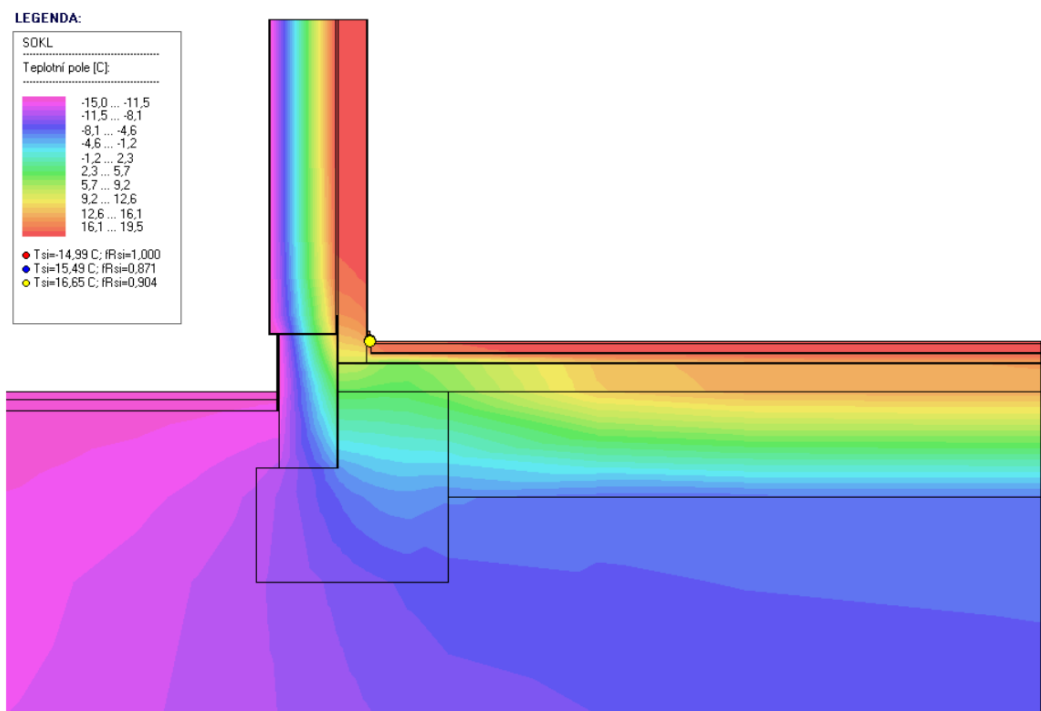
Obr. 3.3.4.1 Výřez z výpočtového modelu detailu soklu s tepelnou izolací tl. 300 mm délky 1500 mm



Obr. 3.3.4.2 Tepelné pole detailu soklu s tepelnou izolací tl. 300 mm délky 1500 mm



Obr. 3.3.4.3 Výřez z výpočtového modelu detailu soklu bez vodorovné tepelné izolace

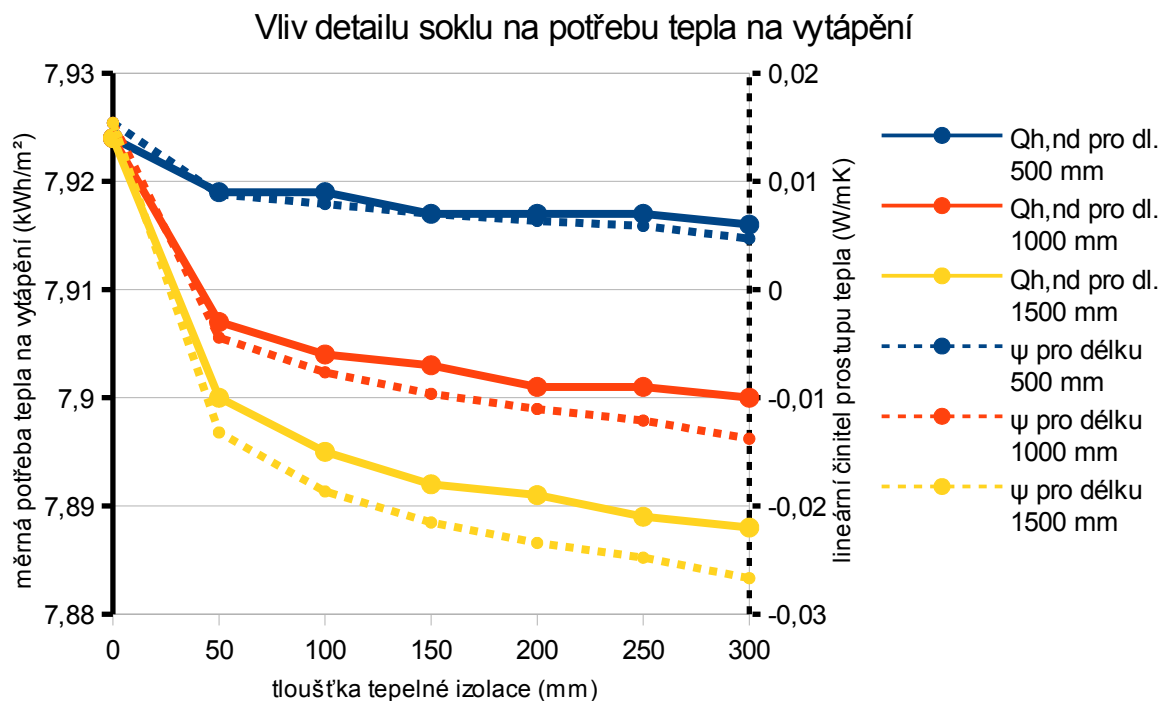


Obr. 3.3.4.4 Teplotní pole detailu soklu bez vodorovné tepelné izolace

Tab. 3.3.4.1 Tepelné propustnosti, lineární činitele prostupu tepla a měrná potřeba tepla na vytápění pro detail soklu

délka vodorovné části tepelné izolace	tloušťka tepelné izolace	tepelná propustnost detailu L W/m.K	lineární činitel prostupu tepla $\psi$ W/m.K	měrná potřeba tepla na vytápění $Q_{h,nd}$ kWh/m <sup>2</sup>
1500 mm	300 mm	0,87332	-0,02668	7,888
	250 mm	0,87522	-0,02478	7,889
	200 mm	0,87658	-0,02342	7,891
	150 mm	0,87847	-0,02153	7,892
	100 mm	0,88134	-0,01866	7,895
	50 mm	0,88679	-0,01321	7,900
1000 mm	300 mm	0,88621	-0,01379	7,900
	250 mm	0,88789	-0,01211	7,901
	200 mm	0,88896	-0,01104	7,901
	150 mm	0,89036	-0,00964	7,903
	100 mm	0,89235	-0,00765	7,904
	50 mm	0,89556	-0,00444	7,907
500 mm	300 mm	0,90471	0,00471	7,916
	250 mm	0,90588	0,00588	7,917
	200 mm	0,90634	0,00634	7,917
	150 mm	0,90699	0,00699	7,917
	100 mm	0,90791	0,00791	7,919
	50 mm	0,90881	0,00881	7,919
bez vodorovné části tepelné izolace		0,91540	0,01540	7,924

Měrná potřeba tepla na vytápění je v programu Energie 2017 stanovena tak, že do výpočtu jsou zadány pro všechny ostatní detaily normou doporučené hodnoty lineárního činitele prostupu tepla pro pasivní domy a pro detail soklu jsou postupně obměňovány hodnoty z Tab. 3.3.4.1. Vliv řešení soklu na měrnou potřebu tepla na vytápění ukazuje Graf 3.3.4.1.



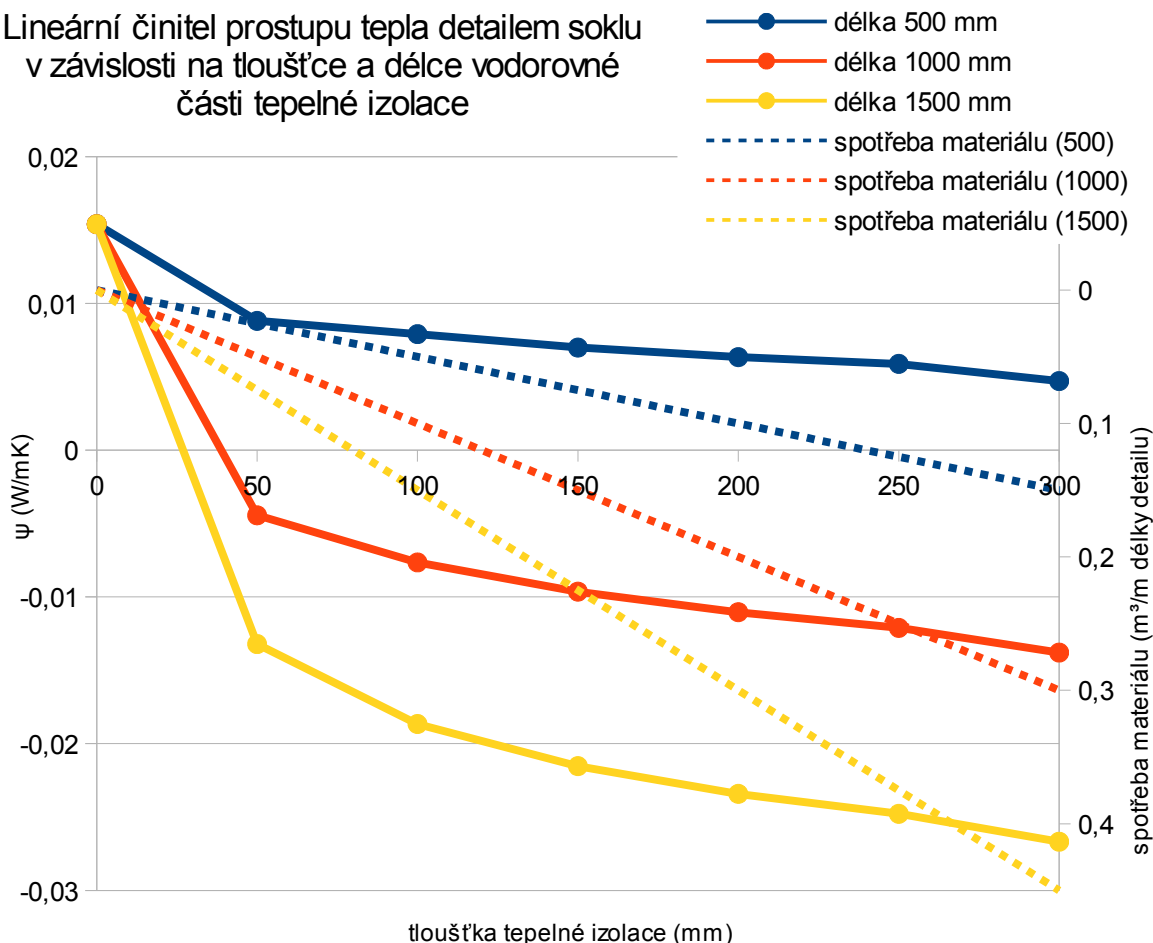
Graf 3.3.4.1 Vliv jednotlivých variant soklu na měrnou potřebu tepla na vytápění

Z grafu je zřejmé, že nejvýraznější pokles měrné potřeby tepla na vytápění způsobuje tepelná izolace v malých tloušťkách, a velkých vyloženíh. Nejeftivnější je doplnění vodorovné části XPS o tloušťce 50 mm a délce 1500 mm. Zvětšování délky tepelné izolace má na snižování



potřeby tepla na vytápění mnohem větší vliv, než zvětšování její tloušťky. Zvětšení délky tepelné izolace je oproti zvětšování tloušťky efektivnější i po stránce spotřeby materiálu. Vzájemný vztah spotřeby extrudovaného polystyrenu a dosaženého lineárního činitele prostupu tepla je vidět v *Grafu 3.3.4.2*.

Lineární činitel prostupu tepla detailem soklu  
v závislosti na tloušťce a délce vodorovné  
části tepelné izolace



*Graf 3.3.4.2* Lineární činitele prostupu tepla a spotřeba materiálu pro jednotlivé varianty soklu

V případě řešeného modelového objektu (BD Resby) je délka tepelné vazby soklu vytápěné zóny velmi malá, proto se změny tloušťky a délky tepelné izolace na měrné potřebě tepla na vytápění téměř neprojeví. Největší část obvodu budovy představuje detail soklu nevytápěné zóny, který má díky nižší vnitřní teplotě výrazně menší prostup tepla, a tak celkový výpočet měrné potřeby tepla na vytápění také zásadně neovlivňuje. Z toho důvodu je za optimální řešení soklu považována **varianta bez vodorovné části tepelné izolace**, která má nejmenší spotřebu materiálu.

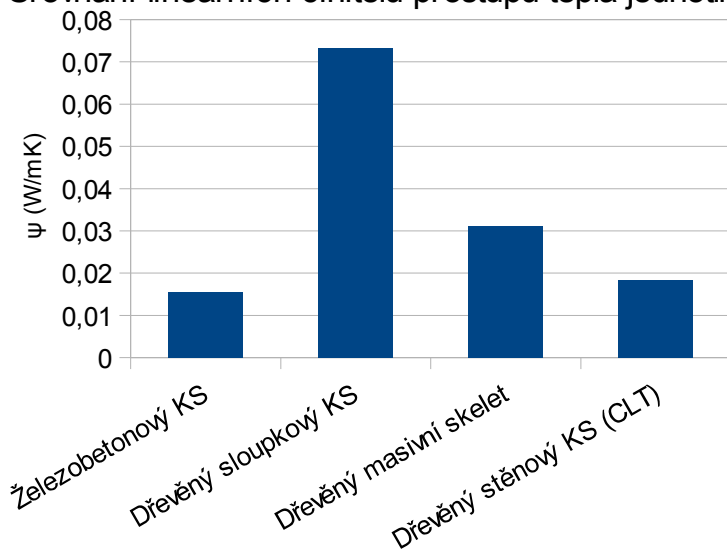
Pro obecné použití nemusí být zvolený detail optimální. Například pro jednozónové budovy bez podsklepení bude detail soklu (s délkou po celém obvodu stavby) hrát podobně důležitou roli jako detail atiky (viz předchozí část kapitoly). Obecně je tedy možné označit za optimální **variantu s tepelnou izolací o tloušťce 50 mm a délce 1000 mm**. Tato varianta má při minimální spotřebě materiálu výrazný dopad na snížení měrné potřeby tepla na vytápění.

V následující tabulce *Tab. 3.3.4.2* jsou uvedeny hodnoty lineárních činitelů prostupu tepla pro optimalizovaný detail bez vodorovné části tepelné izolace. Výsledky se mezi jednotlivými konstrukčními systémy liší, protože tloušťka svislé části XPS je ovlivněna tloušťkou navazujícího kontaktního zateplení na stěně 1.NP. Stejně jako v předchozích částech kapitoly jsou zobrazeny relativní výsledky za účelem porovnání variant. Srovnání výsledků pro detail soklu vytápěného prostoru je dále zobrazeno v *Grafu 3.3.4.3* pro absolutní výsledky a v *Grafu 3.3.4.4* pro relativní výsledky. Stejným způsobem jsou srovnány výsledky pro detail soklu nevytápěného prostoru v *Grafu 3.3.4.5* a *Grafu 3.3.4.6*.

Tab. 3.3.4.2 Tepelné propustnosti a lineární činitele prostupu tepla optimalizovaného detailu soklu

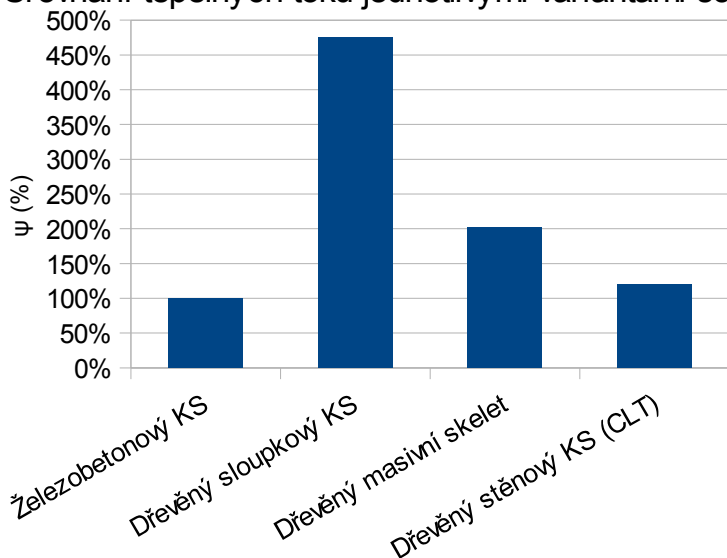
	varianta	tepelná propustnost detailu L	lineární činitel prostupu tepla $\psi$	
		W/m.K	W/m.K	%
vytápěná zóna	Železobetonový KS	0,91540	0,01540	100,00%
	Dřevěný sloupkový KS	0,97321	0,07321	21,04%
	Dřevěný masivní skelet	0,94607	0,03107	49,57%
	Dřevěný stěnový KS (CLT)	0,91841	0,01841	83,65%
nevytápěná zóna	Železobetonový KS	1,14652	-0,31028	100,00%
	Dřevěný sloupkový KS	1,22056	-0,31970	97,05%
	Dřevěný masivní skelet	1,26826	-0,32550	95,32%
	Dřevěný stěnový KS (CLT)	1,20362	-0,30454	101,88%

Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant soklu



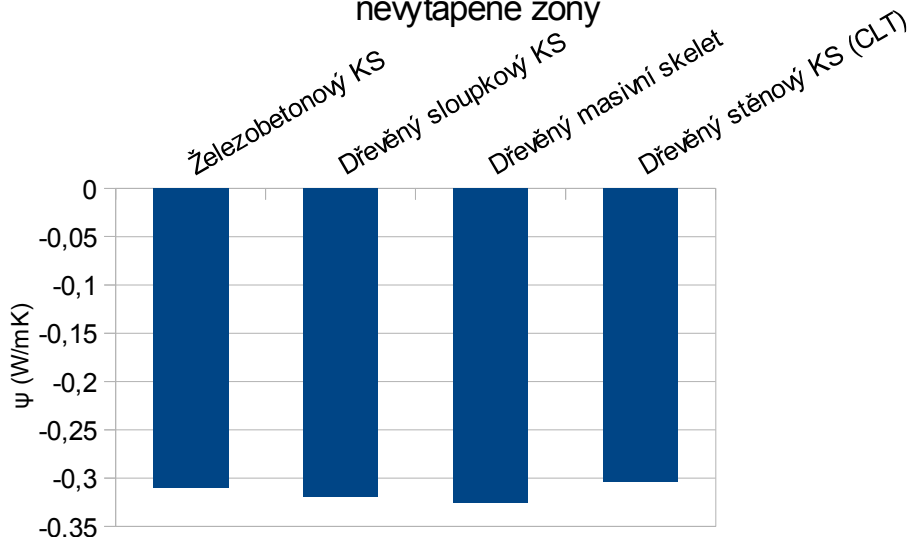
Graf 3.3.4.3 Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant soklu vytápěné zóny

Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami soklu



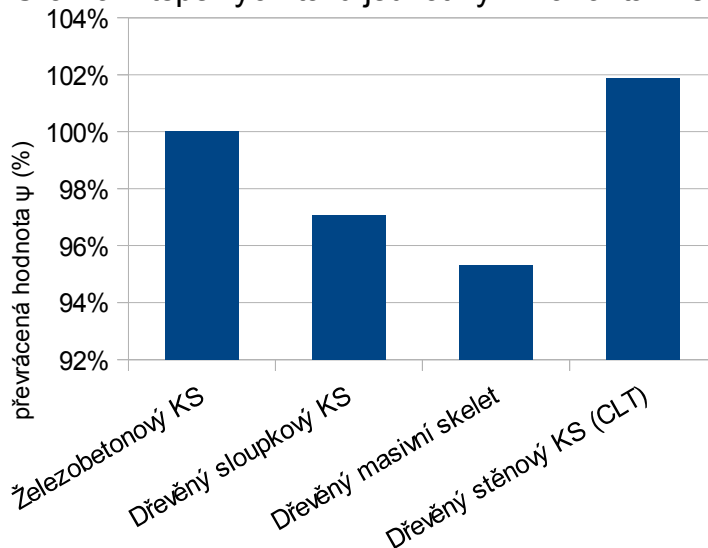
Graf 3.3.4.4 Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami soklu vytápěné zóny v %

### Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant soklu nevytápěné zóny



Graf 3.3.4.5 Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant soklu nevytápěné zóny

### Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami soklu nevytápěného prostoru

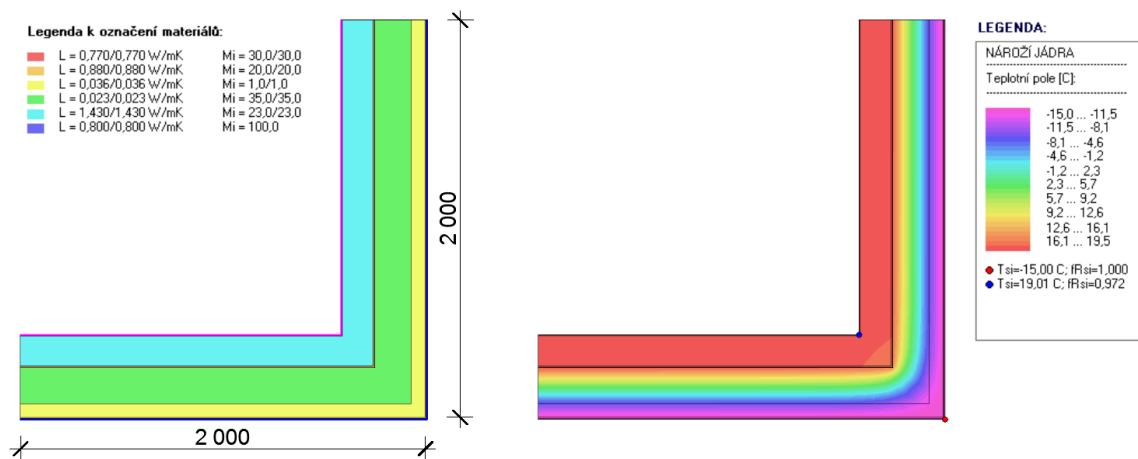


Graf 3.3.4.6 Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami soklu nevytápěné zóny v %

#### 3.3.5 Další detaily zahrnuté do výpočtu měrné potřeby tepla na vytápění

U variant konstrukčních systémů s dřevěnými konstrukcemi je navrženo železobetonové komunikační jádro (viz kapitola 2.), které tvoří část obvodových konstrukcí. Do výpočtu měrné potřeby tepla na vytápění bylo nutné zahrnout také liniovou tepelnou vazbu nároží stěny železobetonového jádra. Proto jsou v následující tabulce *Tab. 3.3.5.1* vypočteny a porovnány lineární činitele prostupu tepla těchto nároží. Výpočetní schéma a teplotní pole se podstatně neliší od nároží železobetonové stěny (viz *Obr. 3.3.1.1* a *Obr. 3.3.1.2* v předchozí části kapitoly), pouze je tepelná izolace v menší tloušťce, tvořena minerální vlnou a deskami z fenolické pěny. Řešení je pro ukázkou zobrazeno na příkladu *Dřevěného sloupkového KS* na obrázcích *Obr. 3.3.5.1* a *Obr. 3.3.5.2*.

Výsledky jsou pro účely srovnání opět převedeny i na relativní hodnoty. Protože lineární činitele prostupu tepla vycházejí záporně, jsou použity převrácené procentuální hodnoty. Vyšší procento tak odpovídá většímu tepelnému toku. Srovnání absolutních výsledků je vidět v *Grafu 3.3.5.1*. Relativní výsledky jsou zobrazeny v *Grafu 3.3.5.2*.

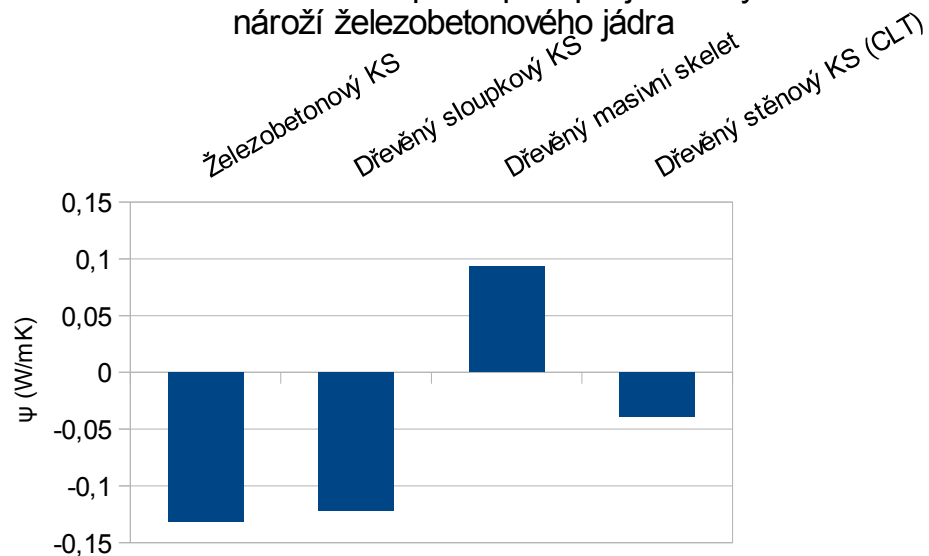


Obr. 3.3.5.1 (vlevo) Výpočtový model detailu nároží železobetonového jádra Dřevěného sloupkového KS  
Obr. 3.3.5.2 (vpravo) Teplotní pole detailu nároží železobetonového jádra Dřevěného sloupkového KS

Tab. 3.3.5.1 Tepelné propustnosti a lineární činitele prostupu tepla detailu nároží železobetonového jádra

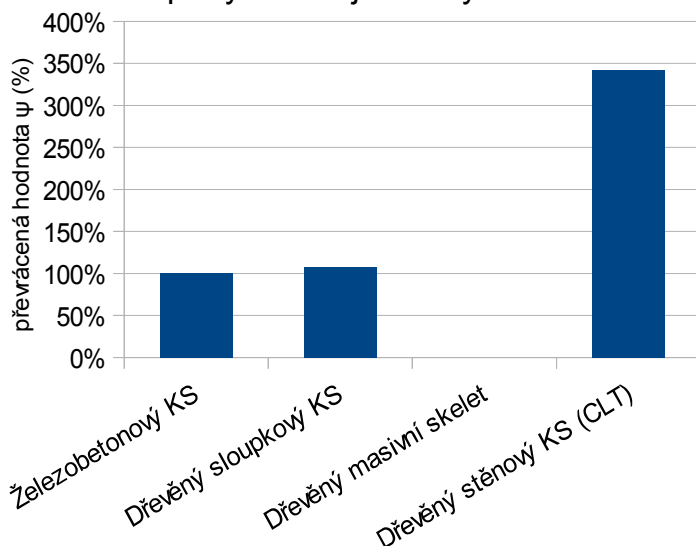
varianta	tepelná propustnost detailu L		lineární činitel prostupu tepla $\psi$	
	W/m.K		W/m.K	%
Železobetonový KS	0,34804		-0,13196	100,00%
Dřevěný sloupkový KS	0,35813		-0,12187	108,28%
Dřevěný masivní skelet	0,59718		0,09318	
Dřevěný stěnový KS (CLT)	0,44143		-0,03857	342,13%

Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant nároží železobetonového jádra



Graf 3.3.5.1 Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant nároží železobetonového jádra

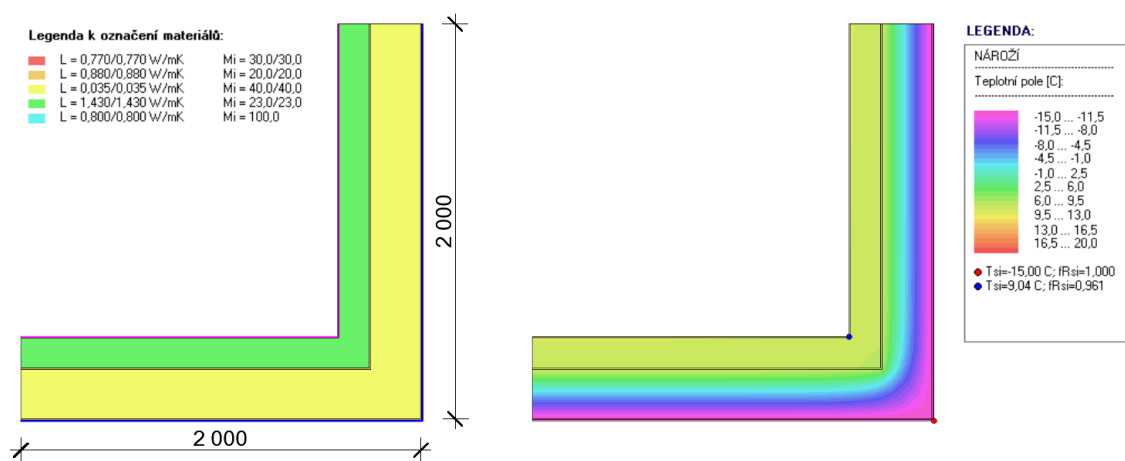
## Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami nároží železobetonového jádra



Graf 3.3.5.2 Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami nároží železobetonového jádra v %

Každá řešená varianta má první nadzemní podlaží řešené železobetonovým stěnovým konstrukčním systémem (viz kapitola 2.). To znamená, že pro systémy s dřevěnými nosnými konstrukcemi je nutné počítat s detaily nároží železobetonové stěny v nevytápěné zóně budovy. U varianty **Železobetonový KS** se skladby, a tedy ani detail nároží oproti nároží ve vyšších podlažích (viz kapitola 3.3.1) nemění. Nároží nevytápěné zóny u ostatních variant má proměnlivou tloušťku tepelné izolace z minerální vlny v závislosti na tom, jakým způsobem navazuje dřevěná konstrukce ve 2.NP na železobetonovou stěnu 1.NP. Pro ukázkou je na obrázcích *Obr. 3.3.5.3* a *Obr. 3.3.5.4* nároží **Dřevěného sloupkového KS**. V důsledku různých tloušťek tepelné izolace jsou hodnoty lineárních činitelů prostupu tepla tohoto nároží různé, jak uvádí tabulka *Tab. 3.3.5.2*.

Stejně jako u předchozího detailu je provedeno srovnání jednotlivých variant konstrukčních systémů, a to pomocí absolutních výsledků lineárních činitelů prostupu tepla v *Grafu 3.3.5.3* a pomocí relativních výsledků v *Grafu 3.3.5.4*. Protože lineární činitele prostupu tepla vycházejí záporně, jsou použity převrácené procentuální hodnoty. Vyšší procento tak odpovídá většímu tepelnému toku.



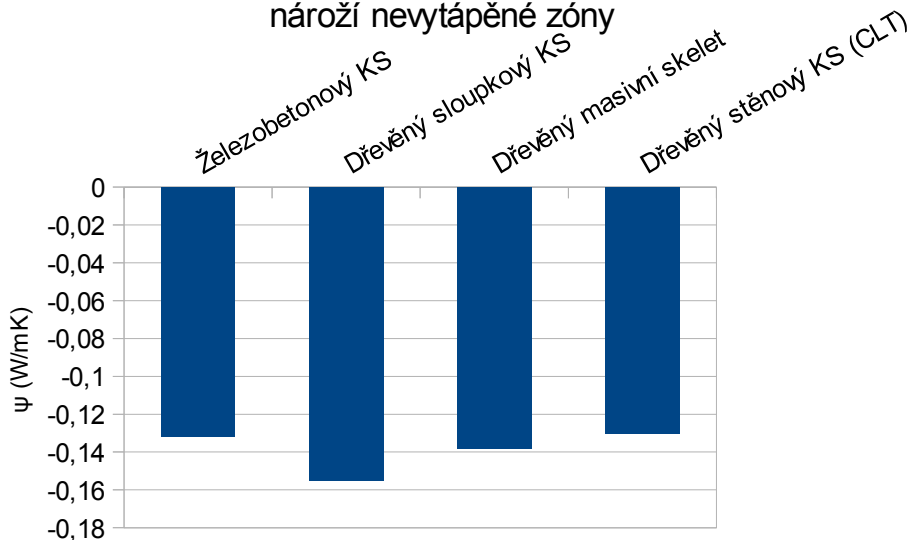
Obr. 3.3.5.3 (vlevo) Výpočtový model detailu nároží nevytápěné zóny Dřevěného sloupkového KS

Obr. 3.3.5.4 (vpravo) Teplotní pole detailu nároží nevytápěné zóny Dřevěného sloupkového KS

Tab. 3.3.5.2 Tepelné propustnosti a lineární činitele prostupu tepla detailu nároží nevytápěné zóny

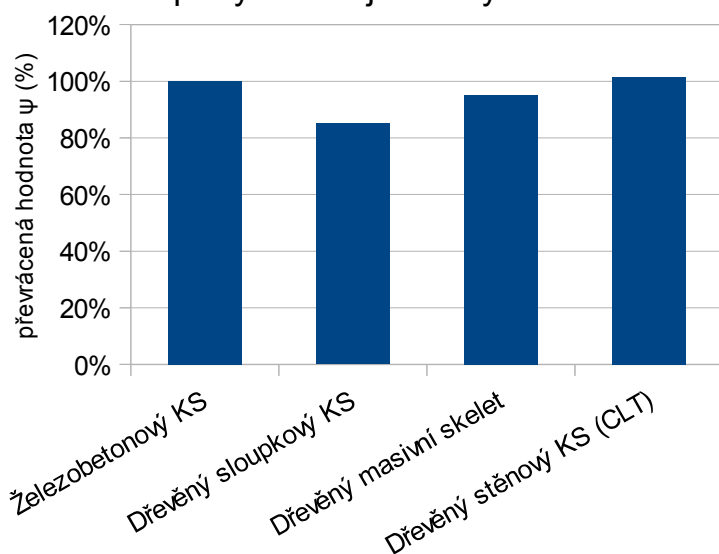
varianta	tepelná propustnost detailu L W/m.K	lineární činitel prostupu tepla $\psi$	
		W/m.K	%
Železobetonový KS	0,34804	-0,13196	100,00%
Dřevěný sloupkový KS	0,48499	-0,15501	85,14%
Dřevěný masivní skelet	0,58154	-0,13846	95,31%
Dřevěný stěnový KS (CLT)	0,42997	-0,13003	101,49%

### Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant nároží nevytápěné zóny



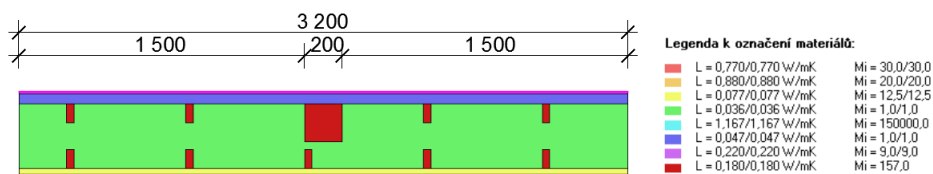
Graf 3.3.5.3 Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant nároží nevytápěné zóny

### Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami nároží nevytápěné zóny

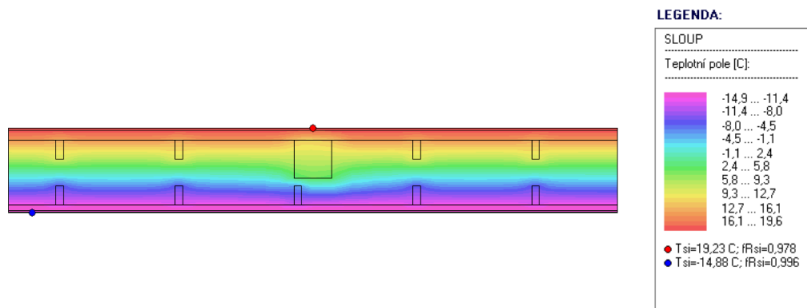


Graf 3.3.5.4 Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami nároží nevytápěné zóny v %

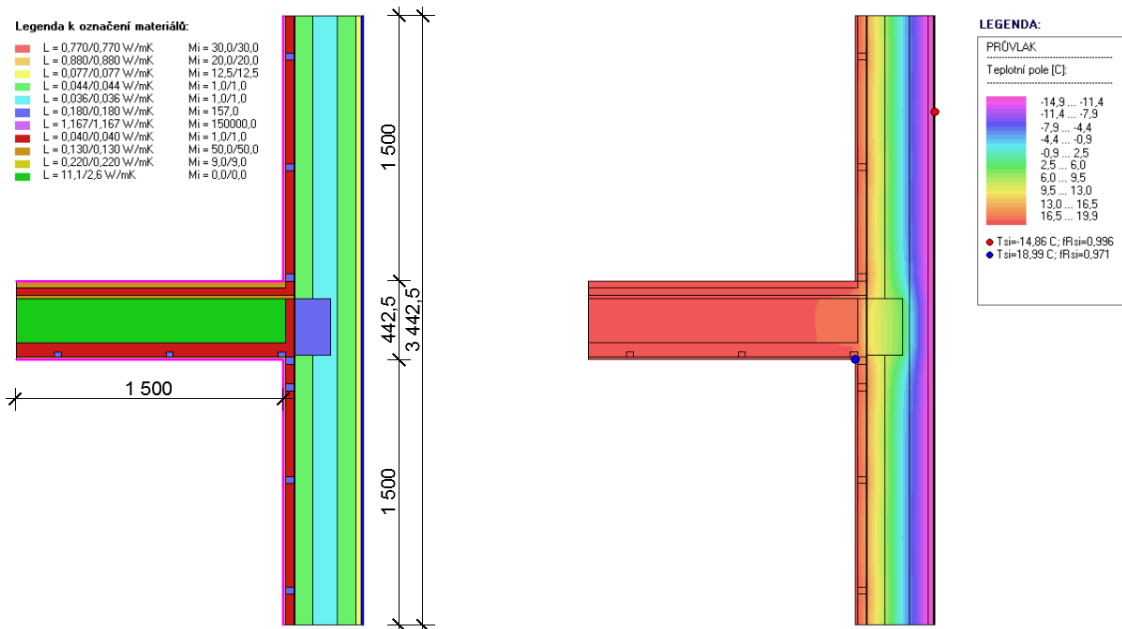
Ve variantě *Dřevěný masivní skelet* není možné započítat vliv nosných konstrukcí na prostup tepla obvodovým pláštěm do součinitele prostupu tepla. Sloupy a průvlaky je nutné započítat jako další liniové tepelné mosty. Proto jsou pro *Dřevěný masivní skelet* stanoveny další dva lineární činitele prostupu tepla, jak je shrnuto v tabulce Tab. 3.3.5.3. Výpočtové modely a teplotní pole detailu sloupu a průvlaku jsou zobrazeny na následujících obrázcích.



Obr. 3.3.5.5 Výpočtový model detailu sloupu Dřevěného masivního skeletu



Obr. 3.3.5.6 Teplotní pole detailu sloupu Dřevěného masivního skeletu



Obr. 3.3.5.7 (vlevo) Výpočtový model detailu průvlaku Dřevěného masivního skeletu

Obr. 3.3.5.8 (vpravo) Teplotní pole detailu průvlaku Dřevěného masivního skeletu

Tab. 3.3.5.3 Tepelné propustnosti a lineární činitele prostupu tepla sloupu a průvlaku u Dřevěného masivního skeletu

tepelná vazba	tepelná propustnost detailu L W/m.K	lineární činitel prostupu tepla $\psi$ W/m.K
sloup	0,32689	-0,05711
průvlak	0,36387	-0,04923

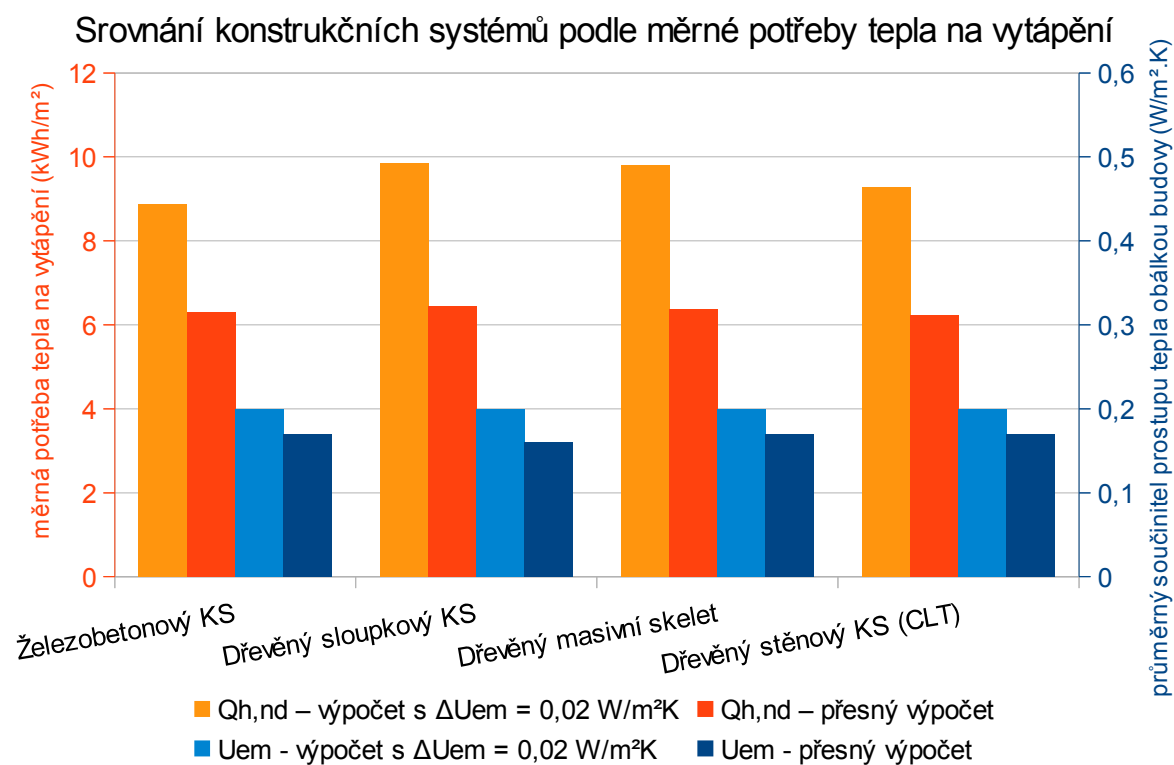
### 3.4 Výsledné ovlivnění měrné potřeby tepla na vytápění optimalizovanými detaily

Hodnoty lineárních činitelů prostupu tepla stanovené pro optimalizované detaily (viz předchozí část kapitoly) byly dosaženy do podrobného výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy a měrné potřeby tepla na vytápění v programu Energie 2017. Výpočet je doložen protokoly v Příloze č. 10.

Dosažené hodnoty průměrných součinitelů prostupu tepla obálkou budovy a měrných potřeb tepla na vytápění pro řešené varianty konstrukčních systémů jsou uvedeny v tabulce Tab. 3.4.1. Srovnání jednotlivých konstrukčních systémů je zobrazeno v Grafu 3.4.1.

Tab. 3.4.1 Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy a měrná potřeba tepla na vytápění

varianta	výpočet s $\Delta U_{em} = 0,02 \text{ W/m}^2\text{K}$		přesný výpočet s optimalizovanými detaily	
	$U_{em}$	$Q_{h,nd}$	$U_{em}$	$Q_{h,nd}$
Železobetonový KS	0,2	8,879	0,17	6,310
Dřevěný sloupkový KS	0,2	9,853	0,16	6,438
Dřevěný masivní skelet	0,2	9,804	0,17	6,372
Dřevěný stěnový KS (CLT)	0,2	9,276	0,17	6,241



Graf 3.4.1 Srovnání konstrukčních systémů podle měrné potřeby tepla na vytápění

Podle dosažených hodnot průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy a měrné potřeby tepla na vytápění je předběžně možné zařadit všechny řešené varianty do energeticky pasivního standardu. Průměrný součinitel prostupu tepla je ve všech případech menší, než jeho požadovaná hodnota  $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ . [11] Kvalitu obálky budovy pro jednotlivé varianty ukazují energetické štítky obálky budovy v Příloze č. 11. Měrná potřeba tepla na vytápění je u každé varianty menší než kritérium pro pasivní budovu  $15 \text{ kWh/m}^2$ . [11] Aby bylo možné označit řešenou budovu za pasivní, je nutné navrhnout její energetickou koncepci (podíl energonositelů na energii dodané do budovy) tak, aby celková dodaná primární energie z neobnovitelných zdrojů nepřevyšovala hodnotu  $60 \text{ kWh/m}^2$ . [11] Jedna z možností, jak snížit dodanou primární energii, je použít při environmentálním vyhodnocení v následující kapitole.



Podle výsledků lze variantu *Dřevěný stěnový KS (CLT)* vyhodnotit jako energeticky nejefektivnější. Optimalizace jejích detailů vede k největšímu snížení měrné potřeby tepla na vytápění. Vzhledem k minimálním rozdílům v dosažených hodnotách měrné potřeby tepla na vytápění (v případě přesného výpočtu) je ale nutné konstatovat, že všechny varianty jsou z energetického hlediska stejně efektivní.

Rozdíly mezi variantami pak lze najít ve spotřebě materiálů na řešení tepelných mostů a vazeb. Dřevěné skelety mají výhodu kostrové konstrukce obvodového pláště, takže není nutné obalovat deskové prvky tepelnou izolací. To je názorně vidět na příkladu detailu atiky v kapitole 3.3.2, kde je v případě deskových konstrukcí atik (varianty *Železobetonový KS* a *Dřevěný stěnový KS*) nutné optimalizovat tloušťku tepelné izolace na jejich obalení, zatímco atiky dřevěných skeletů optimalizovat nelze (není možná úspora dalšího materiálu).

## 4. Environmentální vyhodnocení a optimalizace

### 4.1 Metodika environmentálního hodnocení staveb

Vliv stavby na životní prostředí je v této práci stanoven hodnocením životního cyklu budovy (LCA) s využitím systémové hranice „cradle to gate“ podle metodiky uvedené na serveru Envimat.cz [19]. Systémová hranice LCA zahrnuje pouze první dvě fáze životního cyklu budovy, a to těžbu surovin a výrobu materiálů. Hodnocení tak lze provést podle navržených konstrukčních materiálů – podle jejich množství, původu, recyklovatelnosti a dalších environmentálních parametrů. Jedná se o standardní postup environmentálního hodnocení staveb. [5] [12] [19]

Použité konstrukční materiály jsou hodnoceny podle následujících kritérií:

#### - **svázaná spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů,**

Při těžbě suroviny a výrobě stavebních materiálů dochází ke spotřebě energie. Pojem primární energie označuje přímo energii přírodních zdrojů, tzn. odebranou z přírody. Existence každého materiálu je pak spojena s primární energií spotřebovanou při jeho vzniku a ta je pro daný materiál energií svázanou. [5]

#### - **svázaná produkce emisí CO<sub>2</sub> ekv.,**

Kritérium vyjadřuje produkci skleníkových plynů při těžbě surovin a výrobě daného stavebního materiálu (tzn. skleníkové plyny svázané v materiálu). Účinek všech reálně produkovaných skleníkových plynů je pro účely výpočtu převeden na stejný účinek jednoho plynu – ekvivalentní emise oxidu uhličitého. Produkce těchto emisí je zodpovědná za zesilování skleníkového efektu a v důsledku toho za globální oteplování. Proto je kritérium označováno jako Potenciál globálního oteplování (GWP). [5]

#### - **svázaná produkce emisí SO<sub>2</sub> ekv.,**

S materiály je spojená svázaná emise oxidu siřičitého vznikajícího při těžbě surovin a výrobě materiálů, obdobně jako u emisí CO<sub>2</sub>. Důsledkem emisí těchto látek je acidifikace (okyselování) prostředí, která se projevuje formou kyselých dešťů. Kritérium je označováno jako Potenciál okyselování prostředí (AP). [5]

#### - **svázaná produkce emisí R-11 ekv.,**

Emise R-11 (trichlormonofluormethanu, freonu 11) jsou ve stavebnictví produkovány zejména při výrobě tepelných a akustických izolací. Freony a halony jsou výpočtově uvažované jako emisní ekvivalenty R-11. Jejich emise do ovzduší způsobují poškození ozonové vrstvy, kritérium je z toho důvodu označené jako Potenciál ničení ozonu (ODP). [5]

#### - **svázaná produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ekv.,**

Výroba tepelných a akustických izolací je mimo emisí R-11 zodpovědná i za produkci emisí oxidů dusíku a organických těkavých sloučenin, která je vyšší než u výroby ostatních materiálů. Produkované látky jsou souhrnně pojmenovány jako prekurzory a jsou zodpovědné za tvorbu přízemního ozonu. Do výpočtů jsou prekurzory zahrnuté formou emisních ekvivalentů ethenu. Kritérium je označováno jako Potenciál tvorby přízemního ozonu (POCP). [5]

#### - **původ, resp. proces vzniku materiálů,**

Kritérium zohledňuje vznik materiálu na začátku životního cyklu budovy. Je nutné minimalizovat použití materiálů z primárních neobnovitelných zdrojů (přírodní primární zdroje) a naopak maximalizovat využití obnovitelných a recyklovaných materiálů. Hodnotí se celková hmotnost materiálů v každé z těchto tří kategorií a dále podíl hmotnosti obnovitelných a recyklovaných materiálů na celkové hmotnosti stavby. [5]

#### - **nakládání s materiálem po dožití a demolici konstrukce nebo budovy.**

Materiály lze rozdělit podle nakládání po dožití na recyklovatelné a nerecyklovatelné. Recyklace dále může být plnohodnotná (recyklací vzniká stejný materiál, ve stejném množství a o stejných vlastnostech) nebo částečná, s tzv. down-cycling efektem (recyklací vzniká menší množství materiálu, mění se jeho vlastnosti nebo se recyklát mění v jiný materiál, případně dochází k přeměně jeho energie). Hodnotí se celková hmotnost materiálů v každé z těchto tří kategorií a dále podíl hmotnosti plnohodnotné a částečně recyklovatelných materiálů na celkové hmotnosti stavby. [5]

V následující podkapitole 4.2 je provedeno environmentální vyhodnocení řešených variant. Všechny výpočty vychází z výkazu výměr, konkrétně z hmotností použitých materiálů. Výkazy výměr byly pro každou variantu převzaty z BIM modelu vytvořeného v programu ArchiCAD 21 a jsou uvedeny v Příloze č. 7. společně s navazujícími výpočty.

Do výpočtu jsou zahrnuty pouze materiály uvedené v kapitole E.01 Metodiky SBToolCZ [5]. Jedná se o konstrukce a materiály charakteristické pro dané konstrukční systémy (nosné konstrukce a související nenosné konstrukce) [12] a dále kompletační konstrukce

se zásadním vlivem na environmentální dopad stavby (hydroizolace, střešní plášť, výplně otvorů v obvodovém plášti). Neuvažují se materiály nášlapných vrstev podlah, finální vnitřní povrchové úpravy, vnitřní výplně otvorů, drobné klempířské prvky a systémy technického zařízení budovy. [5]

Výpočty u kritérií svázaných emisí a svázané energie spočívají v přenásobení hmotností jednotlivých materiálů jejich jednotkovou svázanou emisí (v *g* nebo *kg* látky na 1 *kg* materiálu), resp. jednotkovou svázanou energií (v *MJ* na 1 *kg* materiálu). Hodnoty jednotkových parametrů materiálů jsou převzaty z databáze Envimat.cz. [19] V několika málo případech, kdy databáze neobsahovala konkrétní materiál, byly pro navržené materiály použity hodnoty materiálu chemicky, strukturou a vlastnostmi nejbližšího, který v databázi veden je.

Celkové svázané emise (v *g* nebo *kg* látky) a celková svázaná energie (v *MJ*) pak v součtu dají svázané emise nebo svázanou energii celé stavby. Tyto hodnoty slouží pro porovnávání mezi řešenými variantami konstrukčních systémů.

Výpočty u kritérií původu a recyklovatelnosti materiálů spočívají v zatřídění materiálů do jednotlivých kategorií a součtu jejich hmotností v jednotlivých kategoriích. Hodnoty opět slouží pro porovnávání mezi variantami konstrukčních systémů.

Každá z řešených variant je nakonec posouzena pomocí vybraných kritérií nástroje SBToolCZ pro komplexní hodnocení kvality budov. [5] Jedná se o kritéria odpovídající výše popsaným charakteristikám pro environmentální vyhodnocení:

- E.01 Potenciál globálního oteplování (GWP),
- E.02 Potenciál okyselování prostředí (AP),
- E.04 Potenciál ničení ozonové vrstvy (ODP),
- E.05 Potenciál tvorby přízemního ozonu (POCP),
- E.09 Spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů,
- E.10 Použití konstrukčních materiálů při výstavbě.

Hodnoty svázaných emisí a svázané energie je pro účely vyhodnocení podle Metodiky SBToolCZ [5] nutné převést na jednotku jednoho roku a na 1 m<sup>2</sup> čisté podlahové plochy budovy. Každému materiálu je podle přílohy P.03 Metodiky SBToolCZ [5] přiřazena životnost, která se pro výpočet uvažuje maximálně 50 let. Vydělením svázaných emisí, resp. svázané energie, jednotlivých materiálů životností a dále čistou podlahovou plochou budovy lze získat měrné roční hodnoty svázaných emisí a svázané energie. [5]

Kritéria E.01, E.02 a E.09 řeší mimo svázaných emisí a svázané energie také emise a energie z provozu budovy. Pro jejich stanovení je nutné znát roční dodané energie (roční spotřeby energie) na vytápění, chlazení, větrání, zvlhčování vzduchu, osvětlení, přípravu teplé vody a provoz energetických systémů. Dodanou energii je pak možné převést buď pomocí konverzních faktorů na primární energii z neobnovitelných zdrojů a nebo pomocí emisních faktorů CO<sub>2</sub>, resp. SO<sub>2</sub>, na emise CO<sub>2</sub>, resp. SO<sub>2</sub>, z provozu budovy. Konverzní a emisní faktory použité pro výpočty v této práci jsou převzaté z přílohy P.02 Metodiky SBToolCZ [5]. Stanovené hodnoty provozních emisí a provozní primární energie se sčítají se svázanými produkcemi emisí a svázanou energií. Celkové emise a celková energie jsou pak vstupem do kritériálních mezí. [5]

Ve vyhodnocení kritérií E.04 a E.05 se podle Metodiky SBToolCZ [5] uvažují pouze tepelné a akustické izolace. Měrné roční svázané produkce emisí R-11 a C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> jsou přímými vstupy do kritériálních mezí, provoz budovy se zde nehodnotí. [5]

Vyhodnocení kritéria E.10 se skládá ze tří základních částí, které se hodnotí pomocí dílčích kreditů a do kritériálních mezí vstupuje průměrná hodnota z těchto tří dílčích kreditů. V první části jsou kredity udělovány podle poměru navržených obnovitelných a recyklovaných materiálů k celkové hmotnosti stavby. V druhé části je kredity ohodnocen podíl plnohodnotně i částečně recyklovatelných materiálů na celkové hmotnosti stavby. Poslední dílčí kredit je udělen podle měrné hmotnosti stavby, tedy celkové hmotnosti dělené čistou podlahovou plochou budovy. [5]

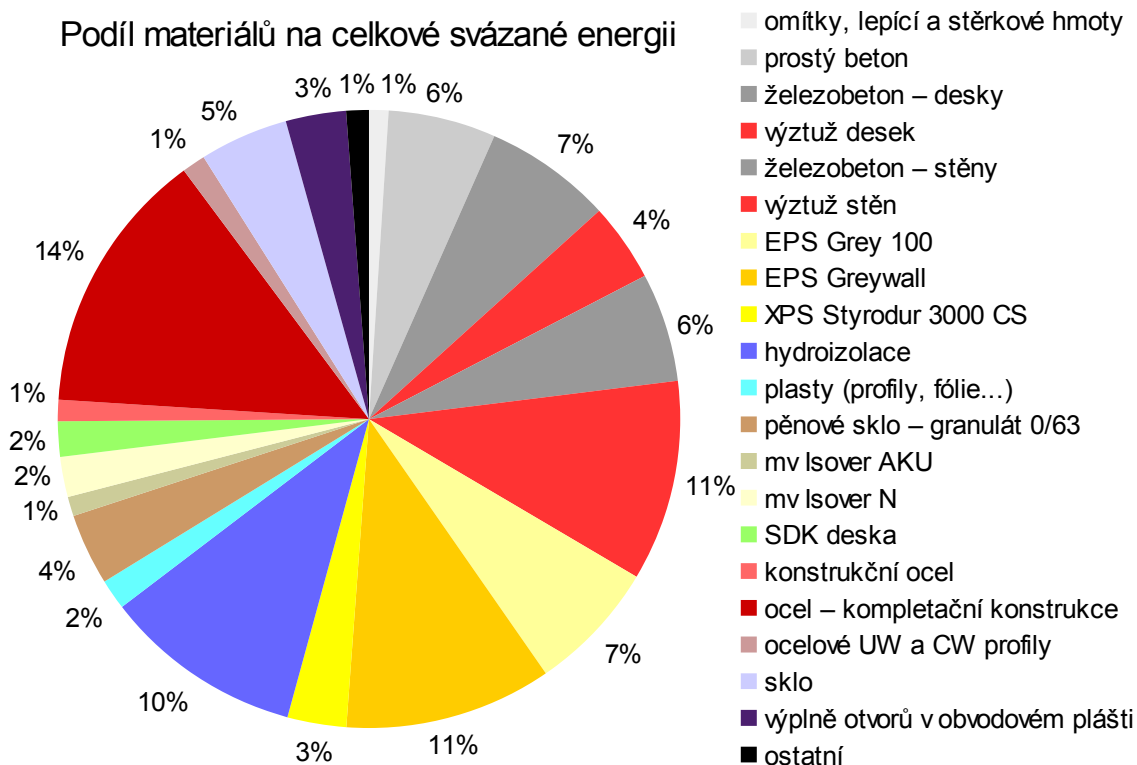
U každého kritéria se provádí bodové ohodnocení na stupnici od 0 do 10 bodů. Získané normalizované body se nakonec přenásobí vahami danými pro každé kritérium a stavba získává vážené body, které v případě komplexního hodnocení nástrojem SBToolCZ slouží k přiřazení certifikátu kvality budovy. [5] V případě této práce, kde se pracuje pouze s vybranými kritérii, slouží dosažené vážené body pro porovnání řešených variant konstrukčních systémů.

## 4.2 Environmentální vyhodnocení jednotlivých variant konstrukčních systémů

### 4.2.1 Železobetonový stěnový konstrukční systém

Výpočet environmentálních parametrů celé stavby týkajících se svázané spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů a svázané produkce emisí látek CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, R-11 a C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> je uveden v Příloze č. 7. Vychází se z výkazu výměr převzatého z BIM modelu.

Poměrné hodnoty svázané energie z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.1.1. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkové svázané spotřebě energie. Pro lepší přehlednost jsou některé materiály stejného charakteru sloučené do skupin (např. omítky) a materiály s velmi malým podílem na celkové svázané energii jsou zahrnuty do skupiny „ostatní“.



Graf 4.2.1.1 Svázaná spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů pro variantu Železobetonový KS

Postup vyhodnocení svázané spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané spotřeby energie v MJ na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit. To je provedeno pro každý materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané energie se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná spotřeba energie v jednotkách MJ/(m<sup>2</sup>.a). [5]

Roční ekvivalentní svázaná energie: 111 008,179 MJ/rok (viz. Příloha č. 7)

Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 867,090 m<sup>2</sup>

**Měrná roční svázaná spotřeba energie: 128,024 MJ/(m<sup>2</sup>.a)**

Do výpočtu se dále zahrnuje spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů při provozu objektu. Vstupem jsou hodnoty dodaných energií na vytápění, ohřev teplé vody, větrání a osvětlení. K vyhodnocení je potřeba znát hodnotu měrné roční spotřeby primární energie v jednotkách MJ/(m<sup>2</sup>.a). [5]

Následující hodnoty byly stanoveny v programu Energie 2017 (viz. protokol v Příloze č. 10):

- dodaná energie na vytápění: 28,339 GJ/rok

- dodaná energie na ohřev teplé vody: 56,889 GJ/rok

- dodaná energie na nucené větrání: 12,672 GJ/rok

- dodaná energie na osvětlení: 69,120 GJ/rok

Výpočet měrné roční spotřeby primární energie je proveden v tabulce Tab. 4.2.1.1. Výše uvedené hodnoty jsou přepočítány na měrnou roční dodanou energii v MJ/(m<sup>2</sup>.a), tedy vyděleny čistou podlahovou plochou budovy (867,090 m<sup>2</sup>). Ke každé oblasti spotřeby energie jsou doplněny energonositele a procento, jakou částí se na krytí spotřeby energie podílí. Každému

energonositeli je přiřazen konverzní faktor podle přílohy P.02 Metodiky SBToolCZ [5], který vyjadřuje nárůst primární energie oproti energii dodané.

Tab. 4.2.1.1 Měrná roční spotřeba primární energie pro variantu Železobetonový KS

měrná roční dodaná energie MJ/(m <sup>2</sup> .a)		energonositel	podíl energonositele %	konverzní faktor MJ/MJ	měrná roční spotřeba primární energie MJ/(m <sup>2</sup> .a)
vytápění	32,683	elektřina (mix ČR)	25%	3,16	25,819
		elektřina (FVE)	75%	0,52	12,746
ohřev teplé vody	65,609	elektřina (mix ČR)	10%	3,16	20,732
		elektřina (FVE)	90%	0,52	30,705
nucené větrání	14,614	elektřina (mix ČR)	0%	3,16	0,000
		elektřina (FVE)	100%	0,52	7,599
osvětlení	79,715	elektřina (mix ČR)	30%	3,16	75,570
		elektřina (FVE)	70%	0,52	29,016
celkem	192,621	<b>měrná roční spotřeba primární energie</b>			<b>202,189</b>

Sečtením hodnoty měrné roční svázané spotřeby energie 128,024 MJ/(m<sup>2</sup>.a) a hodnoty měrné roční spotřeby energie 202,189 MJ/(m<sup>2</sup>.a) lze získat hodnotu celkové měrné roční spotřeby primární energie, která je vstupem do kritériálních mezí v kapitole E.09 Metodiky SBToolCZ. [5]

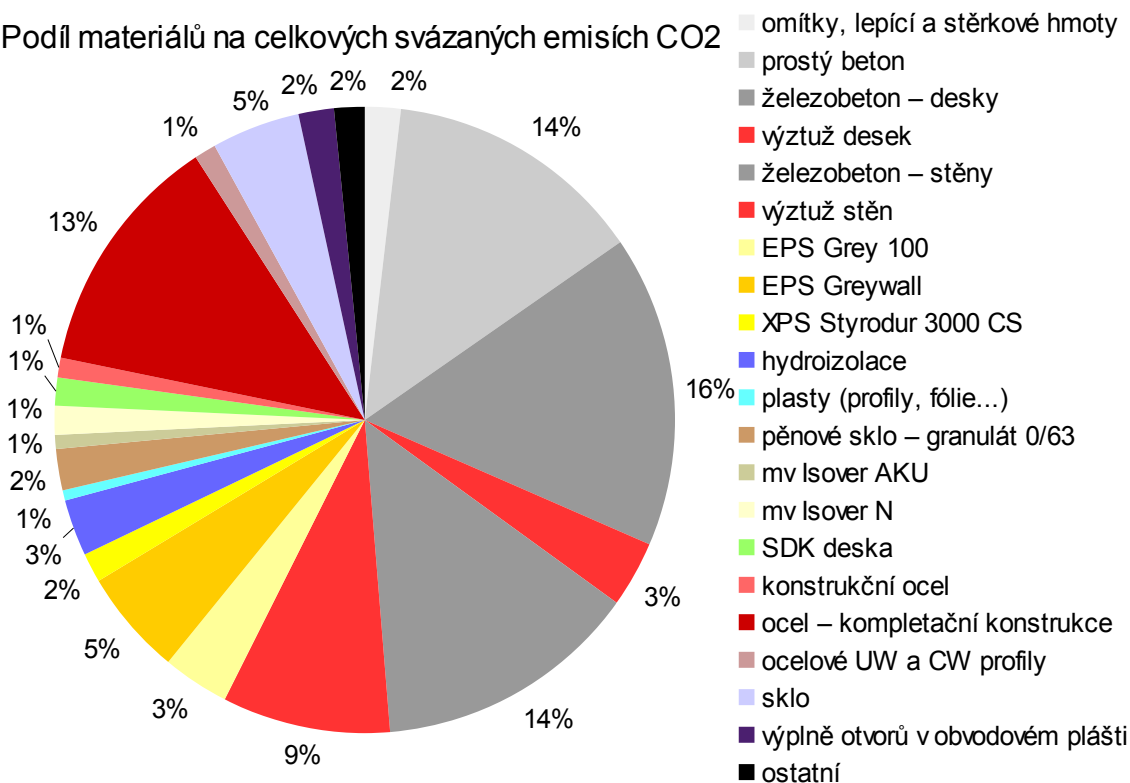
**Celková měrná roční spotřeba primární energie: 330 MJ/(m<sup>2</sup>.a)**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.09 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkové měrné roční spotřeby primární energie. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

**Normalizované body kritéria E.09 pro variantu Železobetonový KS: 9,6**

Poměrné hodnoty svázané produkce emisí CO<sub>2</sub> z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.1.2. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkových svázaných emisích CO<sub>2</sub>. Pro lepší přehlednost jsou některé materiály stejného charakteru sloučené do skupin (např. omítky) a materiály s velmi malým podílem na celkových svázaných emisích jsou zahrnuty do skupiny „ostatní“.

Podíl materiálů na celkových svázaných emisích CO<sub>2</sub>



Graf 4.2.1.2 Svázaná produkce emisí CO<sub>2</sub> pro variantu Železobetonový KS

Postup vyhodnocení potenciálu globálního oteplování (GWP) podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané produkce emisí CO<sub>2</sub> v kg na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit. To je provedeno pro každý materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané emise CO<sub>2</sub> se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná produkce emisí CO<sub>2</sub> v jednotkách kg CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a) [5]

Roční ekvivalentní svázané emise CO<sub>2</sub>: 7 882,384 kg CO<sub>2</sub> ekv./rok (viz. Příloha č. 7)

Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 867,090 m<sup>2</sup>

**Měrná roční svázaná produkce emisí CO<sub>2</sub>: 9,091 kg CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a)**

Do výpočtu se dále zahrnují provozní emise CO<sub>2</sub>. Vstupem jsou hodnoty dodaných energií na vytápění, ohřev teplé vody, větrání a osvětlení. K vyhodnocení je potřeba znát hodnotu měrné roční produkce emisí v jednotkách kg CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a) [5]

Výpočet měrné roční produkce emisí CO<sub>2</sub> je proveden v tabulce Tab. 4.2.1.2. Využívá výše uvedené hodnoty dodaných energií stanovené v programu Energie 2017, ty jsou přepočteny na měrnou roční dodanou energii v MJ/(m<sup>2</sup>.a), tedy vyděleny čistou podlahovou plochou budovy (867,090 m<sup>2</sup>). Ke každé oblasti spotřeby energie jsou doplněny energonositele a procento, jakou částí se na krytí spotřeby energie podílí. Tyto údaje jsou shodné s údaji pro výpočet spotřeby primární energie, který je proveden výše v tabulce Tab. 4.2.1.1. Každému energonositeli je přiřazen emisní faktor podle přílohy P.02 Metodiky SBToolCZ [5], který vyjadřuje produkci emisí CO<sub>2</sub> pocházející z dílčích dodaných energií do budovy.

Tab. 4.2.1.2 Měrná roční produkce emisí CO<sub>2</sub> pro variantu Železobetonový KS

měrná roční dodaná energie MJ/(m <sup>2</sup> .a)	energonositel	podíl energonositele %	emisní faktor g CO <sub>2</sub> ekv./MJ	měrná roční produkce emisí CO <sub>2</sub> kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> .a)	
vytápění	32,683	elektřina (mix ČR)	25%	207,4	1,695
		elektřina (FVE)	75%	37,5	0,919
ohřev teplé vody	65,609	elektřina (mix ČR)	10%	207,4	1,361
		elektřina (FVE)	90%	37,5	2,214
nucené větrání	14,614	elektřina (mix ČR)	0%	207,4	0,000
		elektřina (FVE)	100%	37,5	0,548
osvětlení	79,715	elektřina (mix ČR)	30%	207,4	4,960
		elektřina (FVE)	70%	37,5	2,093
celkem	192,621	<b>měrná roční produkce emisí CO<sub>2</sub></b>		<b>13,789</b>	

Sečtením hodnoty měrné roční svázané produkce emisí CO<sub>2</sub> 9,091 kg CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a) a hodnoty měrné roční produkce emisí CO<sub>2</sub> 13,789 kg CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a) lze získat hodnotu celkové měrné roční produkce emisí CO<sub>2</sub>, která je vstupem do kritériálních mezí v kapitole E.01 Metodiky SBToolCZ. [5]

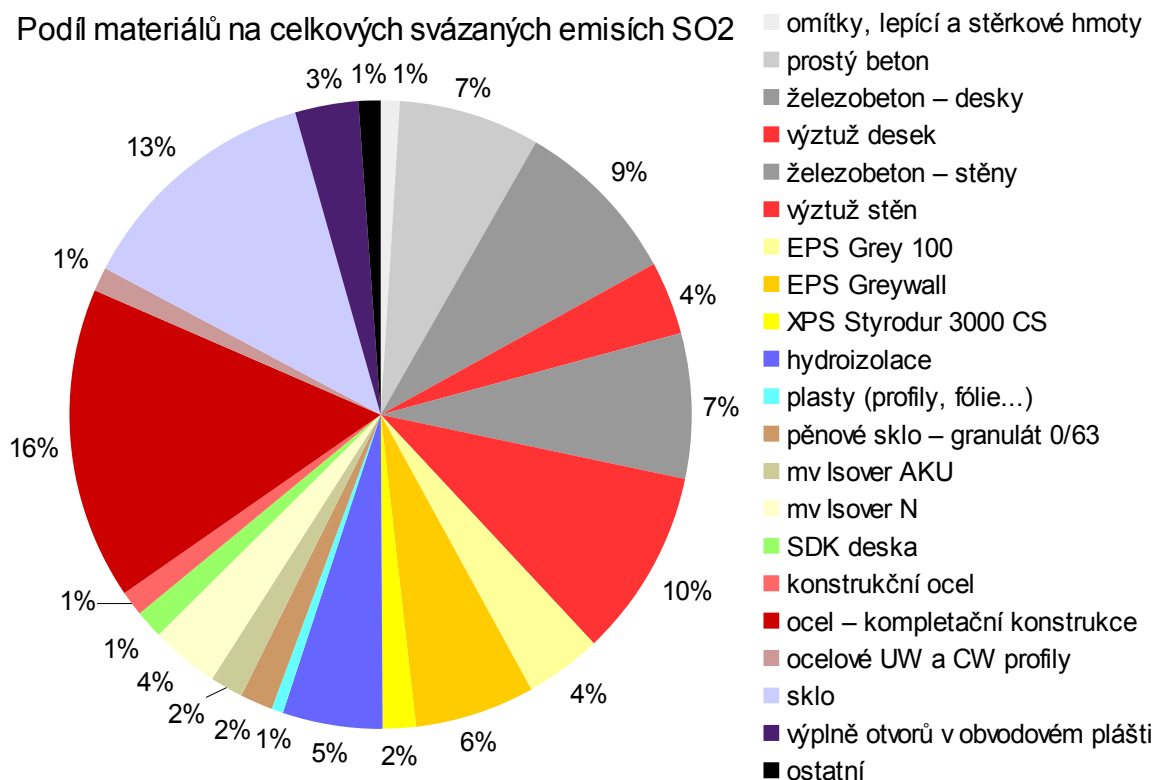
**Celkové měrné roční emise CO<sub>2</sub>: 23 kg CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a)**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.01 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkových měrných ročních emisí CO<sub>2</sub>. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

**Normalizované body kritéria E.01 pro variantu Železobetonový KS: 8,4**

Poměrné hodnoty svázané produkce emisí SO<sub>2</sub> z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.1.3. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkových svázaných emisích SO<sub>2</sub>. Pro lepší přehlednost jsou některé materiály stejného charakteru sloučené do skupin (např. omítky) a materiály s velmi malým podílem na celkových svázaných emisích jsou zahrnuty do skupiny „ostatní“.

### Podíl materiálů na celkových svázaných emisích SO<sub>2</sub>



Graf 4.2.1.3 Svázaná produkce emisí SO<sub>2</sub> pro variantu Železobetonový KS

Postup vyhodnocení potenciálu okyselování prostředí (AP) podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané produkce emisí SO<sub>2</sub> v kg na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit. To je provedeno pro každý materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané emise SO<sub>2</sub> se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná produkce emisí SO<sub>2</sub> v jednotkách kg SO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a). [5]

Roční ekvivalentní svázané emise SO<sub>2</sub>: 25,336 kg SO<sub>2</sub> ekv./rok (viz. Příloha č. 7)

Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 867,090 m<sup>2</sup>

**Měrná roční svázaná produkce emisí SO<sub>2</sub>: 0,029 kg SO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a)**

Do výpočtu se dále zahrnují provozní emise SO<sub>2</sub>. Vstupem jsou hodnoty dodaných energií na vytápění, ohřev teplé vody, větrání a osvětlení. K vyhodnocení je potřeba znát hodnotu měrné roční produkce emisí v jednotkách kg SO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a). [5]

Výpočet měrné roční produkce emisí SO<sub>2</sub> je proveden v tabulce Tab. 4.2.1.3. Využívá výše uvedené hodnoty dodaných energií stanovené v programu Energie 2017, ty jsou přepočteny na měrnou roční dodanou energii v MJ/(m<sup>2</sup>.a), tedy vyděleny čistou podlahovou plochou budovy (867,090 m<sup>2</sup>). Ke každé oblasti spotřeby energie jsou doplněny energonositele a procento, jakou částí se na krytí spotřeby energie podílí. Tyto údaje jsou shodné s údaji pro výpočet spotřeby primární energie, který je proveden výše v tabulce Tab. 4.2.1.1. Každému energonositeli je přiřazen emisní faktor podle přílohy P.02 Metodiky SBToolCZ [5], který vyjadřuje produkci emisí SO<sub>2</sub> pocházející z dílčích dodaných energií do budovy.

Tab. 4.2.1.3 Měrná roční produkce emisí SO<sub>2</sub> pro variantu Železobetonový KS

měrná roční dodaná energie MJ/(m <sup>2</sup> .a)	energonositel	podíl energonositel %	emisní faktor g SO <sub>2</sub> ekv./MJ	měrná roční produkce emisí SO <sub>2</sub> kg SO <sub>2</sub> ekv./(m <sup>2</sup> .a)
vytápění	elektřina (mix ČR)	25%	0,464	0,004
	elektřina (FVE)	75%	0,08	0,002
ohřev teplé vody	elektřina (mix ČR)	10%	0,464	0,003
	elektřina (FVE)	90%	0,08	0,005
nucené větrání	elektřina (mix ČR)	0%	0,464	0,000
	elektřina (FVE)	100%	0,08	0,001
osvětlení	elektřina (mix ČR)	30%	0,464	0,011
	elektřina (FVE)	70%	0,08	0,004
celkem	<b>měrná roční produkce emisí SO<sub>2</sub></b>			<b>0,030</b>

Sečtením hodnoty měrné roční svázané produkce emisí SO<sub>2</sub> 0,029 kg SO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a) a hodnoty měrné roční produkce emisí SO<sub>2</sub> 0,030 kg SO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a) lze získat hodnotu celkové měrné roční produkce emisí SO<sub>2</sub>, která je vstupem do kritériálních mezí v kapitole E.02 Metodiky SBToolCZ. [5]

**Celkové měrné roční emise SO<sub>2</sub>: 0,059 kg SO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a)**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.02 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkových měrných ročních emisí SO<sub>2</sub>. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

**Normalizované body kritéria E.02 pro variantu Železobetonový KS: 7,6**

Následující část kapitoly se věnuje analýze vlivu nosných konstrukcí budovy na životní prostředí. Tabulka Tab. 4.2.1.4 uvádí výkaz výměr nosných konstrukcí pro variantu budovy s železobetonovým stěnovým konstrukčním systémem. Hodnoty celkového objemu a celkové hmotnosti nosných konstrukcí jsou porovnány s celkovými hodnotami z Přílohy č. 7 a v posledním řádku tabulky je uveden procentuální podíl nosných konstrukcí na celkovém objemu a celkové hmotnosti budovy.

Tab. 4.2.1.4 Tabulka materiálů nosných konstrukcí pro variantu Železobetonový KS

materiál	popis	objem m <sup>3</sup>	objemová hmotnost kg/m <sup>3</sup>	hmotnost kg
prostý beton	prostý beton C30/37	106,724	2300	245465
železobeton – desky	železobeton C30/37, stupeň vyztužení 0,5%	188,037	2500	470093
vyztuž desek	betonářská výztuž B500B	0,940	7850	7380
železobeton – stěny	železobeton C30/37, stupeň vyztužení 1,5%	192,796	2500	481990
vyztuž stěn	betonářská výztuž B500B	2,892	7850	22702
konstrukční ocel	konstrukční ocel S355 J2 QL +AR	0,216	7850	1696
<b>celkem</b>		<b>491,605</b>		<b>1229325</b>
<b>podíl nosných konstrukcí</b>		<b>37,89%</b>		<b>74,98%</b>

V návaznosti na tabulku materiálů nosných konstrukcí byly pro jednotlivé materiály stanoveny hodnoty svázané spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů, svázané produkce emisí CO<sub>2</sub> a svázané produkce emisí SO<sub>2</sub>. Výpočet je proveden v tabulce Tab. 4.2.1.5. Hodnoty celkové svázané energie a celkových svázaných emisí byly stejně jako u objemu a hmotnosti porovnány s celkovými hodnotami pro celou budovu (uvedenými v Příloze č. 7). Poslední řádek tabulky Tab. 4.2.1.5 ukazuje procentuální podíl nosných konstrukcí na svázané energii a svázaných emisích celé budovy.

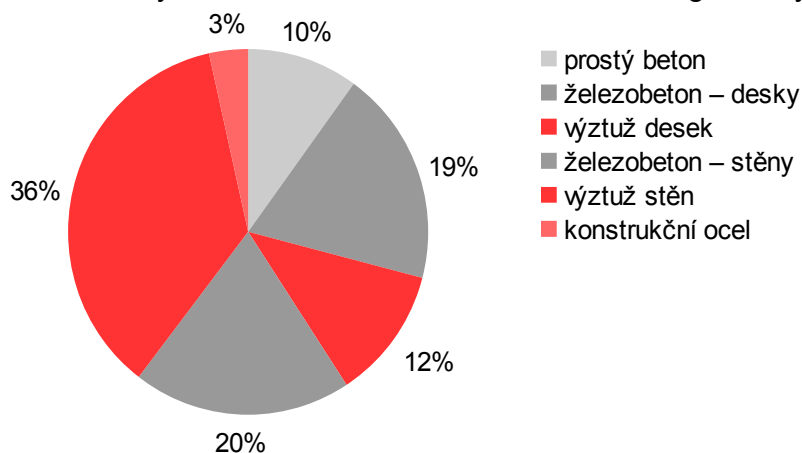
Procentuální podíl jednotlivých materiálů nosných konstrukcí na celkových hodnotách svázané energie, svázaných emisí CO<sub>2</sub> a svázaných emisí SO<sub>2</sub> (hodnoty z třetího sloupce každého oddílu Tab. 4.2.1.5) je zobrazen v následujících grafech: Graf 4.2.1.4 pro svázanou spotřebu primární energie, Graf 4.2.1.5 pro svázanou produkci emisí CO<sub>2</sub> a Graf 4.2.1.6 pro svázanou produkci emisí SO<sub>2</sub>.



Tab. 4.2.1.5 Svázaná energie, svázané emise CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Železobetonový KS

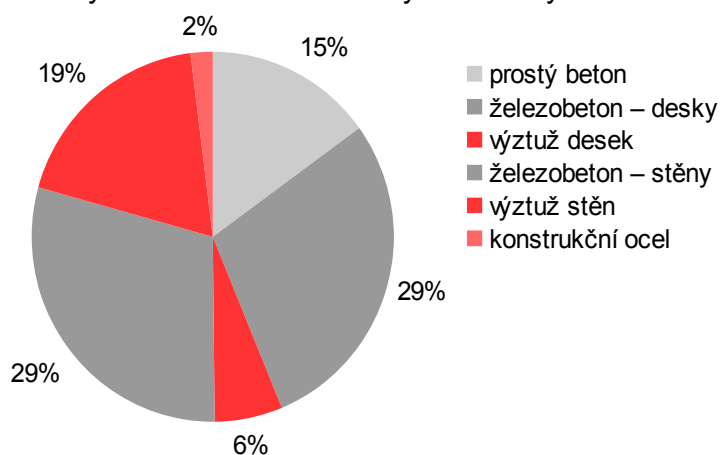
materiál	svázaná energie			svázané emise CO <sub>2</sub>			svázané emise SO <sub>2</sub>		
	MJ/kg	MJ	%	kg CO <sub>2</sub> ekv./kg	kg CO <sub>2</sub> ekv.	%	g SO <sub>2</sub> ekv./kg	kg SO <sub>2</sub> ekv.	%
prostý beton	0,574926	141124,326	9,97%	0,109891	26974,416	15,01%	0,184889	45,384	11,68%
železobeton – desky	0,574926	270268,401	19,09%	0,109891	51658,935	28,74%	0,184889	86,915	22,36%
výztuž desek	22,527900	166266,090	11,75%	1,482000	10937,830	6,09%	5,094800	37,602	9,67%
železobeton – stěny	0,574926	277108,583	19,58%	0,109891	52966,363	29,47%	0,184889	89,115	22,93%
výztuž stěn	22,527900	511422,281	36,13%	1,482000	33643,962	18,72%	5,094800	115,661	29,76%
konstrukční ocel	29,066800	49285,666	3,48%	2,092400	3547,873	1,97%	8,273800	14,029	3,61%
<b>celkem</b>		<b>1415475,346</b>	<b>100,00%</b>		<b>179729,380</b>	<b>100,00%</b>		<b>388,705</b>	<b>100,00%</b>
<b>podíl nosných kcí</b>		<b>31,92%</b>			<b>51,36%</b>			<b>35,76%</b>	

Podíl materiálů nosných konstrukcí na celkové svázané energii nosných konstrukcí



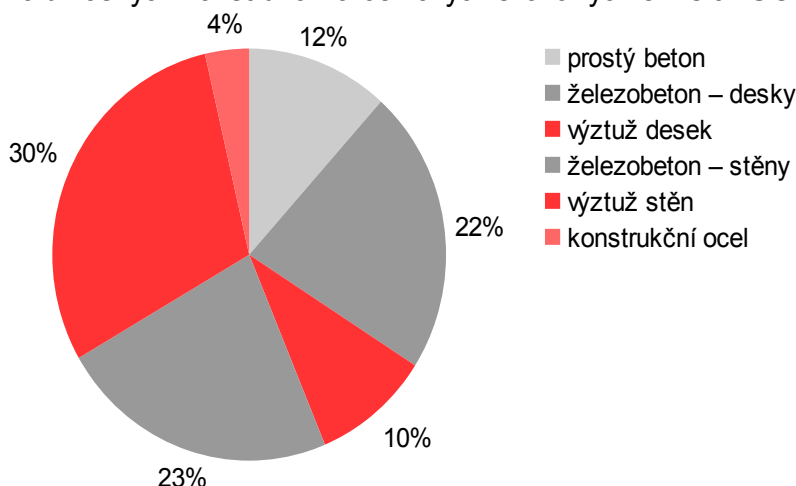
Graf 4.2.1.4 Svázaná spotřeba primární energie pro nosné konstrukce varianty Železobetonový KS

Podíl materiálů nosných konstrukcí na celkových svázaných emisích CO<sub>2</sub> nosných kcí



Graf 4.2.1.5 Svázaná produkce emisí CO<sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Železobetonový KS

### Podíl materiálů nosných konstrukcí na celkových svázaných emisích SO<sub>2</sub> nosných kcí

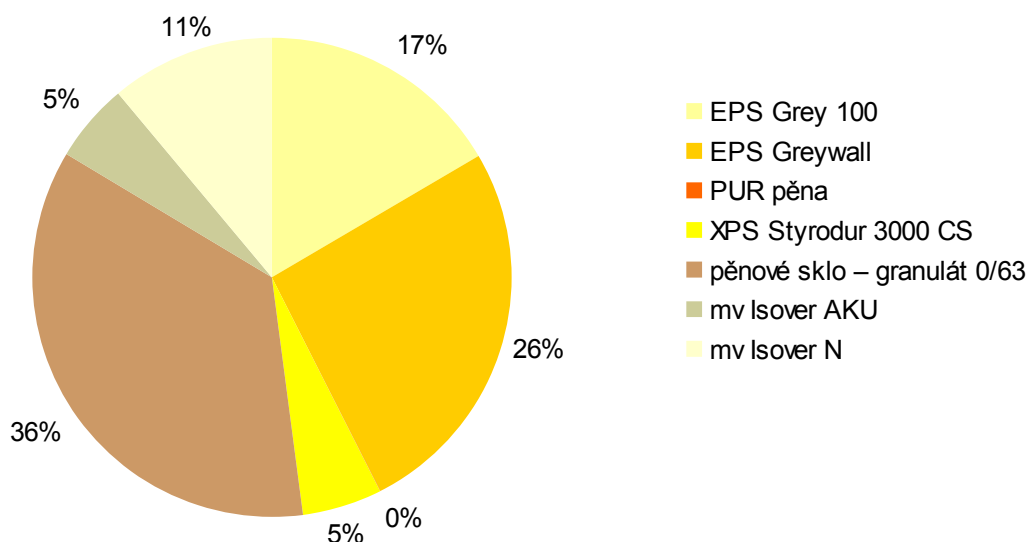


Graf 4.2.1.6 Svázaná produkce emisí SO<sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Železobetonový KS

Dále jsou analyzovány svázané emise R-11 a C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, jejichž hodnocení se týká pouze tepelných a akustických izolací. [5]

Poměrné hodnoty svázané produkce emisí R-11 z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.1.7. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkových svázaných emisích R-11 všech tepelných a akustických izolací.

### Podíl materiálů na celkových svázaných emisích R-11



Graf 4.2.1.7 Svázaná produkce emisí R-11 pro variantu Železobetonový KS

Postup vyhodnocení potenciálu ničení ozonu (ODP) podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané produkce emisí R-11 v g na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit. To je provedeno pro každý hodnocený materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané emise R-11 se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná produkce emisí R-11 v jednotkách g R-11 ekv./m<sup>2</sup>.a). Hodnocení není ovlivněno provozem budovy, do výpočtu vstupují pouze svázané emise R-11 tepelných a akustických izolací. [5]

Roční ekvivalentní svázané emise R-11: 0,060 904 g R-11 ekv./rok (viz. Příloha č. 7)

Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 867,090 m<sup>2</sup>

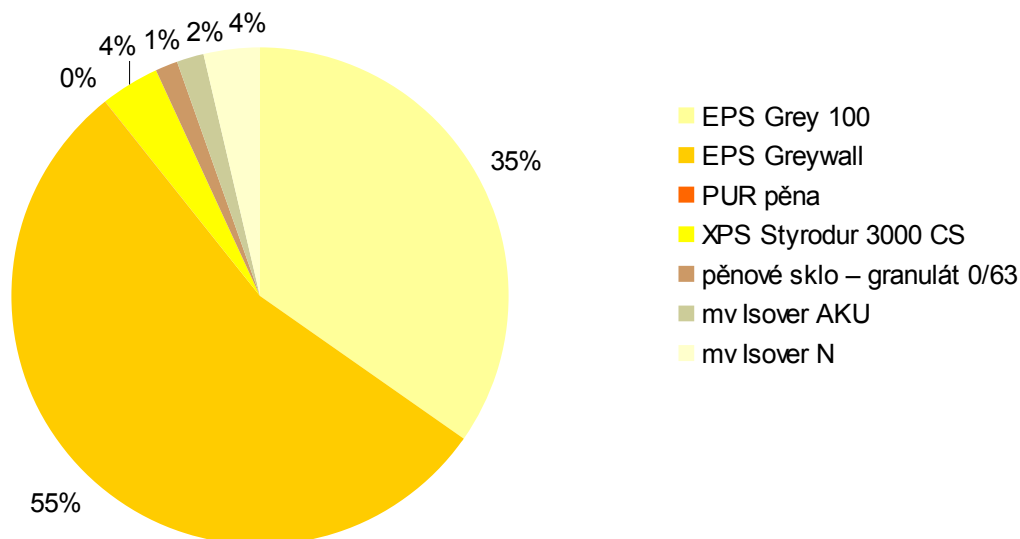
**Měrná roční svázaná produkce emisí R-11: 0,000 070 g R-11 ekv./m<sup>2</sup>.a)**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.04 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkových měrných ročních emisí R-11. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. Nemohou být uděleny body menší než 0 nebo větší než 10. [5]

**Normalizované body kritéria E.04 pro variantu Železobetonový KS: 10,0**

Poměrné hodnoty svázané produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.1.8. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkových svázaných emisích C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> všech tepelných a akustických izolací.

Podíl materiálů na celkových svázaných emisích C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>



Graf 4.2.1.8 Svázaná produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> pro variantu Železobetonový KS

Postup vyhodnocení potenciálu tvorby přízemního ozonu (POCP) podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> v g na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit. To je provedeno pro každý hodnocený materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané emise C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> v jednotkách g C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ekv./((m<sup>2</sup>.a)). Hodnocení není ovlivněno provozem budovy, do výpočtu vstupují pouze svázané emise C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> tepelných a akustických izolací. [5]

Roční ekvivalentní svázané emise C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>: 1 824,572 g C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ekv./rok (viz. Příloha č. 7)  
 Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 867,090 m<sup>2</sup>

**Měrná roční svázaná produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>: 2,104 g C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ekv./((m<sup>2</sup>.a))**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.05 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkových měrných ročních emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

**Normalizované body kritéria E.05 pro variantu Železobetonový KS: 5,0**

Budova je dále hodnocena podle kapitoly E.10 Metodiky SBToolCZ [5], která řeší konstrukční materiály použité při výstavbě z pohledu jejich vzniku a z pohledu nakládání s materiálem po dožití a demolici.

Z pohledu vzniku materiálů je posuzovaná stavba ve variantě Železobetonový KS navržena z následujících materiálů:

- obnovitelné materiály: OSB deska,  
rostlé dřevo,
- recyklované materiály: betonářská výztuž,  
pěnové sklo – granulát 0/63,  
FeZn plech,

konstrukční ocel,  
 ocel – kompletační konstrukce,  
 ocelové UW a CW profily,  
 sklo,

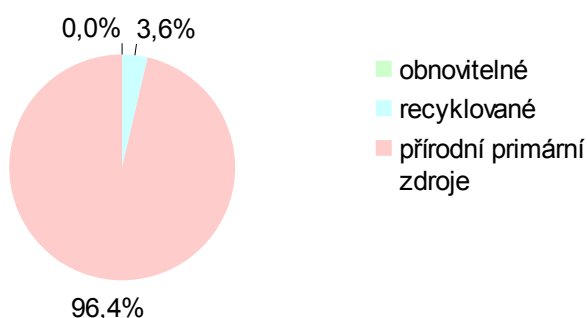
- ostatní materiály uvedené v Příloze č. 7 (v tomto hodnocení považované za přírodní primární zdroje).

Tabulka Tab. 4.2.1.6 uvádí celkové hmotnosti materiálů ve výše uvedených třech kategoriích. Dílčí hmotnosti jednotlivých materiálů jsou uvedeny v Příloze č. 7. Dále je ke každé kategorii uveden procentuální podíl hmotnosti materiálů v dané kategorii k celkové hmotnosti stavby. Údaje z tohoto sloupce jsou zobrazeny v Grafu 4.2.1.9.

Tab. 4.2.1.6 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku pro variantu Železobetonový KS

	celková hmotnost (kg)	%
obnovitelné materiály	257	0,0%
recyklované materiály	58981	3,6%
přírodní primární zdroje	1580329	96,4%

### Použité materiály (hmotnost) podle vzniku



Graf 4.2.1.9 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku pro variantu Železobetonový KS

Z pohledu nakládání s materiály po dožití a demolici je posuzovaná stavba ve variantě Železobetonový KS navržena z následujících materiálů:

- plnohodnotně recyklovatelné materiály: betonová dlažba,  
 PVC profily,  
 teflon,  
 separace – igelit,  
 smyčková rohož,  
 kačírek 8/16,  
 pěnové sklo – granulát 0/63,  
 štěrkopísek 4/32,  
 FeZn plech,  
 konstrukční ocel,  
 ocel – kompletační konstrukce,  
 ocelové UW a CW profily,  
 sklo,
- částečně recyklovatelné materiály: prostý beton,  
 železobeton,  
 betonářská výztuž,  
 EPS Grey 100,  
 EPS Greywall,  
 XPS Styrodur 3000 CS,  
 OSB deska,  
 rostlé dřevo,

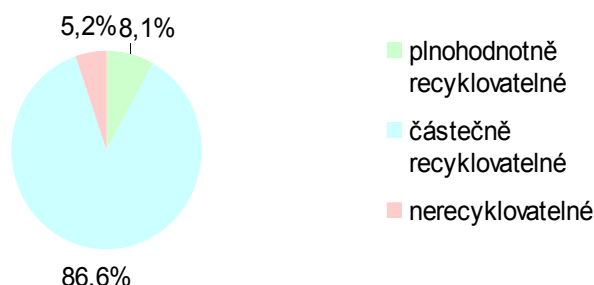
- ostatní materiály uvedené v Příloze č. 7 (v tomto hodnocení považované za nerecyklovatelné).

Tabulka Tab. 4.2.1.7 uvádí celkové hmotnosti materiálů ve výše uvedených třech kategoriích. Dílčí hmotnosti jednotlivých materiálů jsou uvedeny v Příloze č. 7. Dále je ke každé kategorii uveden procentuální podíl hmotnosti materiálů v dané kategorii k celkové hmotnosti stavby. Údaje z tohoto sloupce jsou zobrazeny v Grafu 4.2.1.10.

Tab. 4.2.1.7 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti pro variantu Železobetonový KS

	celková hmotnost (kg)	%
plnohodnotně recyklovatelné materiály	133039	8,1%
částečně recyklovatelné materiály	1420492	86,6%
nerecyklovatelné materiály	86035	5,2%

### Použité materiály (hmotnost) podle recyklovatelnosti



Graf 4.2.1.10 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti pro variantu Železobetonový KS

Metodika SBToolCZ [5] přiřazuje v kapitole E.10 celkem 3 dílčí indikátory, podle kterých se následně uděluje dílčí kreditové hodnocení a dále normalizované body kritéria E.10. Přidělení dílčích kreditů i výsledných bodů se opět provádí podle tabulek na konci kapitoly E.10. Tabulka obsahuje body od 0 do 10. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

Indikátor P1 je podílem hmotnosti obnovitelných a recyklovaných materiálů na celkové hmotnosti stavby. Indikátor P2 je podílem hmotnosti plnohodnotně a částečně recyklovatelných materiálů na celkové hmotnosti stavby. Indikátor P3 je měrná hmotnost stavby (hmotnost dělená čistou podlahovou plochou). [5]

$$\text{Indikátor P1: } \frac{257 + 58981}{1639566} = 0,0361 = 3,61\% \quad \text{odpovídající dílčí kredity: B1 = 1,81}$$

$$\text{Indikátor P2: } \frac{133039 + 1420492}{1639566} = 0,9475 = 94,75\% \quad \text{odpovídající dílčí kredity: B2 = 8,69}$$

$$\text{Indikátor P3: } \frac{1639566}{867,090} = 1890,88 \text{ kg/m}^2 \quad \text{odpovídající dílčí kredity: B3 = 1,74}$$

$$\text{Výsledné kreditové hodnocení: } \frac{B1 + B2 + B3}{3} = \frac{1,81 + 8,69 + 1,74}{3} = 4,08$$

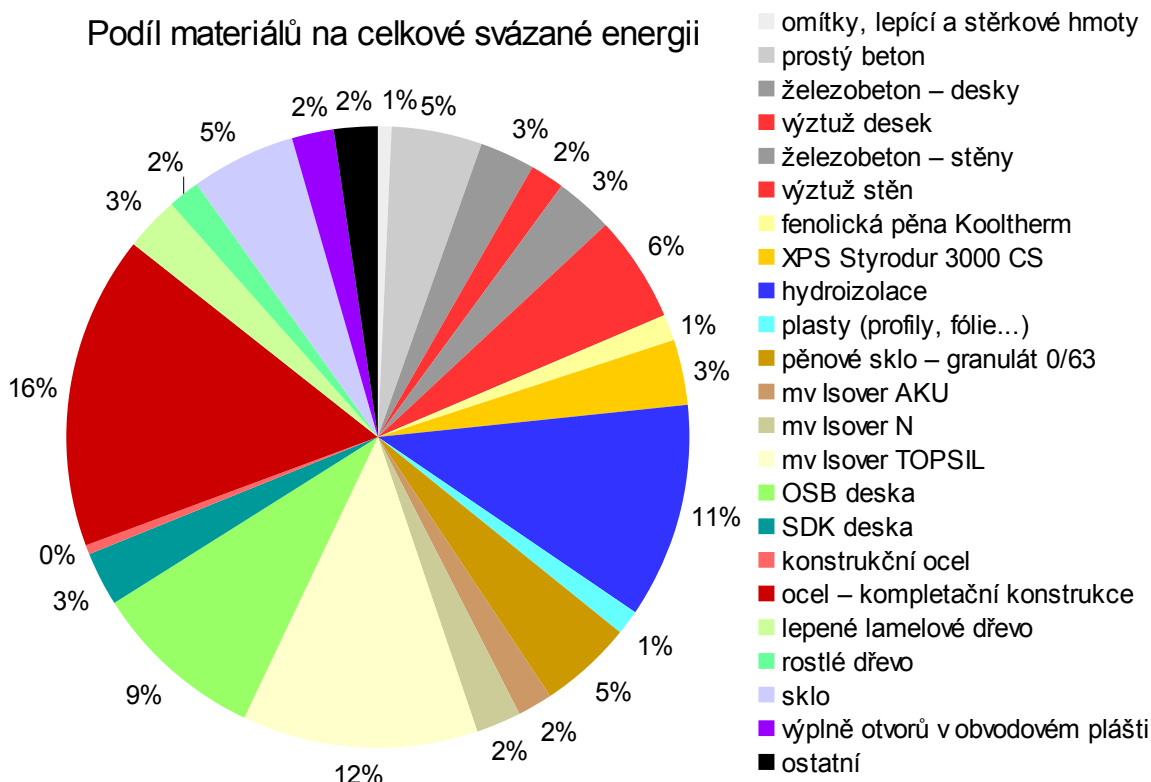
**Normalizované body kritéria E.10 pro variantu Železobetonový KS: 5,1**

#### 4.2.2 Dřevěný sloupkový konstrukční systém

Výpočet environmentálních parametrů celé stavby týkajících se svázané spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů a svázané produkce emisí látek CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, R-11 a C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> je uveden v Příloze č. 7. Vychází se z výkazu výměr převzatého z BIM modelu.

Poměrné hodnoty svázané energie z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.2.1. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkové svázané spotřebě energie. Pro lepší přehlednost jsou některé materiály stejného charakteru sloučené do skupin (např. omítky) a materiály s velmi malým podílem na celkové svázané energii jsou zahrnuti do skupiny „ostatní“.

## Podíl materiálů na celkové svázané energii



Graf 4.2.2.1 Svázaná spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů pro variantu Dřevěný sloupkový KS

Postup vyhodnocení svázané spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané spotřeby energie v MJ na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit. To je provedeno pro každý materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané energie se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná spotřeba energie v jednotkách MJ/(m<sup>2</sup>.a). [5]

Roční ekvivalentní svázaná energie: 96 589,470 MJ/rok (viz. Příloha č. 7)  
 Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 878,120 m<sup>2</sup>  
**Měrná roční svázaná spotřeba energie: 109,996 MJ/(m<sup>2</sup>.a)**

Do výpočtu se dále zahrnuje spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů při provozu objektu. Vstupem jsou hodnoty dodaných energií na vytápění, ohřev teplé vody, větrání a osvětlení. K vyhodnocení je potřeba znát hodnotu měrné roční spotřeby primární energie v jednotkách MJ/(m<sup>2</sup>.a). [5]

Následující hodnoty byly stanoveny v programu Energie 2017 (viz. protokol v Příloze č. 10):

- dodaná energie na vytápění: 28,339 GJ/rok  
 - dodaná energie na ohřev teplé vody: 56,889 GJ/rok  
 - dodaná energie na nucené větrání: 12,672 GJ/rok  
 - dodaná energie na osvětlení: 69,120 GJ/rok

Výpočet měrné roční spotřeby primární energie je proveden v tabulce Tab. 4.2.2.1. Výše uvedené hodnoty jsou přepočítány na měrnou roční dodanou energii v MJ/(m<sup>2</sup>.a), tedy vyděleny čistou podlahovou plochou budovy (878,120 m<sup>2</sup>). Ke každé oblasti spotřeby energie jsou doplněny energonositele a procento, jakou částí se na krytí spotřeby energie podílí. Každému energonositeli je přiřazen konverzní faktor podle přílohy P.02 Metodiky SBToolCZ [5], který vyjadřuje nárůst primární energie oproti energii dodané.

Tab. 4.2.2.1 Měrná roční spotřeba primární energie pro variantu Dřevěný sloupkový KS

měrná roční dodaná energie MJ/(m <sup>2</sup> .a)	energonositel	podíl energonositele %	konverzní faktor MJ/MJ	měrná roční spotřeba primární energie MJ/(m <sup>2</sup> .a)	
vytápění	32,272	elektřina (mix ČR)	25%	3,16	25,495
		elektřina (FVE)	75%	0,52	12,586
ohřev teplé vody	64,785	elektřina (mix ČR)	10%	3,16	20,472
		elektřina (FVE)	90%	0,52	30,319
nucené větrání	14,431	elektřina (mix ČR)	0%	3,16	0,000
		elektřina (FVE)	100%	0,52	7,504
osvětlení	78,714	elektřina (mix ČR)	30%	3,16	74,621
		elektřina (FVE)	70%	0,52	28,652
celkem	190,202	<b>měrná roční spotřeba primární energie</b>			<b>199,649</b>

Sečtením hodnoty měrné roční svázané spotřeby energie 109,996 MJ/(m<sup>2</sup>.a) a hodnoty měrné roční spotřeby energie 199,649 MJ/(m<sup>2</sup>.a) lze získat hodnotu celkové měrné roční spotřeby primární energie, která je vstupem do kritériálních mezí v kapitole E.09 Metodiky SBToolCZ. [5]

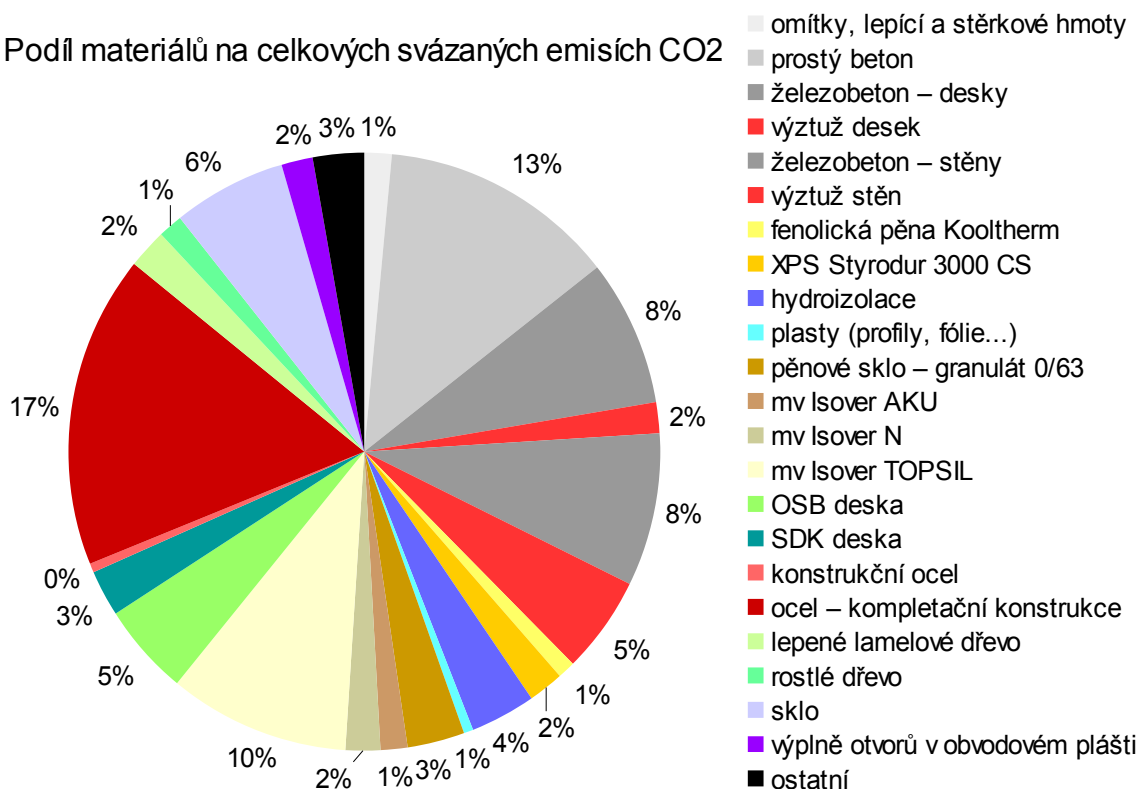
**Celková měrná roční spotřeba primární energie: 310 MJ/(m<sup>2</sup>.a)**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.09 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkové měrné roční spotřeby primární energie. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

**Normalizované body kritéria E.09 pro variantu Dřevěný sloupkový KS: 9,9**

Poměrné hodnoty svázané produkce emisí CO<sub>2</sub> z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.2.2. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkových svázaných emisích CO<sub>2</sub>. Pro lepší přehlednost jsou některé materiály stejného charakteru sloučené do skupin (např. omítky) a materiály s velmi malým podílem na celkových svázaných emisích jsou zahrnuty do skupiny „ostatní“.

Podíl materiálů na celkových svázaných emisích CO<sub>2</sub>



Graf 4.2.2.2 Svázaná produkce emisí CO<sub>2</sub> pro variantu Dřevěný sloupkový KS

Postup vyhodnocení potenciálu globálního oteplování (GWP) podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané produkce emisí CO<sub>2</sub> v kg na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit.

To je provedeno pro každý materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané emise CO<sub>2</sub> se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná produkce emisí CO<sub>2</sub> v jednotkách kg CO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a). [5]

Roční ekvivalentní svázané emise CO<sub>2</sub>: 6 210,207 kg CO<sub>2</sub> ekv./rok (viz. Příloha č. 7)

Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 878,120 m<sup>2</sup>

**Měrná roční svázaná produkce emisí CO<sub>2</sub>: 7,072 kg CO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a)**

Do výpočtu se dále zahrnují provozní emise CO<sub>2</sub>. Vstupem jsou hodnoty dodaných energií na vytápění, ohřev teplé vody, větrání a osvětlení. K vyhodnocení je potřeba znát hodnotu měrné roční produkce emisí v jednotkách kg CO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a). [5]

Výpočet měrné roční produkce emisí CO<sub>2</sub> je proveden v tabulce Tab. 4.2.2.2. Využívá výše uvedené hodnoty dodaných energií stanovené v programu Energie 2017, ty jsou přeočteny na měrnou roční dodanou energii v MJ/(m<sup>2</sup>.a), tedy vyděleny čistou podlahovou plochou budovy (878,120 m<sup>2</sup>). Ke každé oblasti spotřeby energie jsou doplněny energonositele a procento, jakou částí se na krytí spotřeby energie podílí. Tyto údaje jsou shodné s údaji pro výpočet spotřeby primární energie, který je proveden výše v tabulce Tab. 4.2.2.1. Každému energonositeli je přiřazen emisní faktor podle přílohy P.02 Metodiky SBToolCZ [5], který vyjadřuje produkci emisí CO<sub>2</sub> pocházející z dílčích dodaných energií do budovy.

Tab. 4.2.2.2 Měrná roční produkce emisí CO<sub>2</sub> pro variantu Dřevěný sloupkový KS

měrná roční dodaná energie MJ/(m <sup>2</sup> .a)	energonositel	podíl energonositele %	emisní faktor g CO <sub>2</sub> ekv./MJ	měrná roční produkce emisí CO <sub>2</sub> kg CO <sub>2</sub> ekv./(m <sup>2</sup> .a)
vytápění	elektřina (mix ČR)	25%	207,4	1,673
	elektřina (FVE)	75%	37,5	0,908
ohřev teplé vody	elektřina (mix ČR)	10%	207,4	1,344
	elektřina (FVE)	90%	37,5	2,186
nucené větrání	elektřina (mix ČR)	0%	207,4	0,000
	elektřina (FVE)	100%	37,5	0,541
osvětlení	elektřina (mix ČR)	30%	207,4	4,898
	elektřina (FVE)	70%	37,5	2,066
celkem	190,202	<b>měrná roční produkce emisí CO<sub>2</sub></b>		<b>13,616</b>

Sečtením hodnoty měrné roční svázané produkce emisí CO<sub>2</sub> 7,072 kg CO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a) a hodnoty měrné roční produkce emisí CO<sub>2</sub> 13,616 kg CO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a) lze získat hodnotu celkové měrné roční produkce emisí CO<sub>2</sub>, která je vstupem do kritériálních mezí v kapitole E.01 Metodiky SBToolCZ. [5]

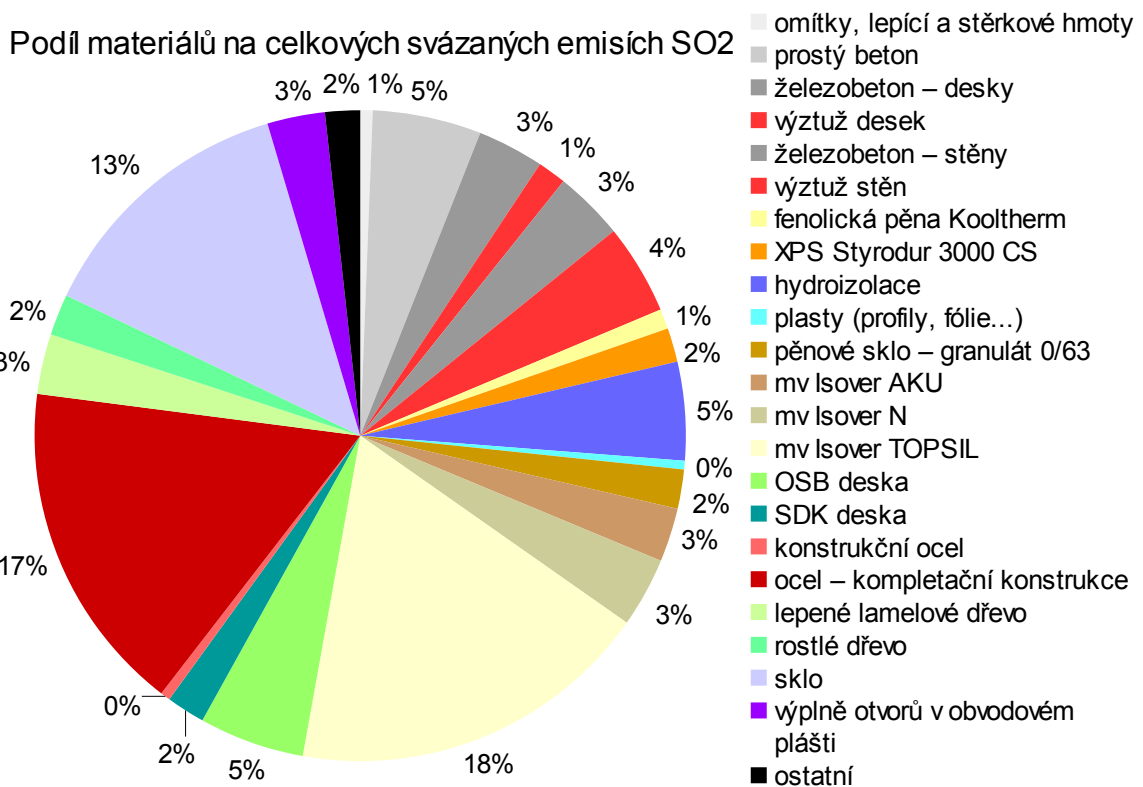
**Celkové měrné roční emise CO<sub>2</sub>: 21 kg CO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a)**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.01 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkových měrných ročních emisí CO<sub>2</sub>. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

**Normalizované body kritéria E.01 pro variantu Dřevěný sloupkový KS: 8,9**

Poměrné hodnoty svázané produkce emisí SO<sub>2</sub> z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.2.3. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkových svázaných emisích SO<sub>2</sub>. Pro lepší přehlednost jsou některé materiály stejného charakteru sloučené do skupin (např. omítky) a materiály s velmi malým podílem na celkových svázaných emisích jsou zahrnuty do skupiny „ostatní“.





Graf 4.2.2.3 Svázaná produkce emisí SO<sub>2</sub> pro variantu Dřevěný sloupkový KS

Postup vyhodnocení potenciálu okyselování prostředí (AP) podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané produkce emisí SO<sub>2</sub> v kg na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit. To je provedeno pro každý materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané emise SO<sub>2</sub> se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná produkce emisí SO<sub>2</sub> v jednotkách kg SO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a). [5]

Roční ekvivalentní svázané emise SO<sub>2</sub>: 26,576 kg SO<sub>2</sub> ekv./rok (viz. Příloha č. 7)

Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 878,120 m<sup>2</sup>

**Měrná roční svázaná produkce emisí SO<sub>2</sub>: 0,030 kg SO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a)**

Do výpočtu se dále zahrnují provozní emise SO<sub>2</sub>. Vstupem jsou hodnoty dodaných energií na vytápění, ohřev teplé vody, větrání a osvětlení. K vyhodnocení je potřeba znát hodnotu měrné roční produkce emisí v jednotkách kg SO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a). [5]

Výpočet měrné roční produkce emisí SO<sub>2</sub> je proveden v tabulce Tab. 4.2.2.3. Využívá výše uvedené hodnoty dodaných energií stanovené v programu Energie 2017, ty jsou přepočteny na měrnou roční dodanou energii v MJ/(m<sup>2</sup>.a), tedy vyděleny čistou podlahovou plochou budovy (878,120 m<sup>2</sup>). Ke každé oblasti spotřeby energie jsou doplněny energonositele a procento, jakou částí se na krytí spotřeby energie podílí. Tyto údaje jsou shodné s údaji pro výpočet spotřeby primární energie, který je proveden výše v tabulce Tab. 4.2.2.1. Každému energonositeli je přiřazen emisní faktor podle přílohy P.02 Metodiky SBToolCZ [5], který vyjadřuje produkci emisí SO<sub>2</sub> pocházející z dílčích dodaných energií do budovy.

Tab. 4.2.2.3 Měrná roční produkce emisí SO<sub>2</sub> pro variantu Dřevěný sloupkový KS

měrná roční dodaná energie MJ/(m <sup>2</sup> .a)		energonositel	podíl energonositele %	emisní faktor g SO <sub>2</sub> ekv./MJ	měrná roční produkce emisí SO <sub>2</sub> kg SO <sub>2</sub> ekv./(m <sup>2</sup> .a)
vytápění	32,272	elektřina (mix ČR)	25%	0,464	0,004
		elektřina (FVE)	75%	0,08	0,002
ohřev teplé vody	64,785	elektřina (mix ČR)	10%	0,464	0,003
		elektřina (FVE)	90%	0,08	0,005
nucené větrání	14,431	elektřina (mix ČR)	0%	0,464	0,000
		elektřina (FVE)	100%	0,08	0,001
osvětlení	78,714	elektřina (mix ČR)	30%	0,464	0,011
		elektřina (FVE)	70%	0,08	0,004
celkem	190,202	<b>měrná roční produkce emisí SO<sub>2</sub></b>			<b>0,030</b>

Sečtením hodnoty měrné roční svázané produkce emisí SO<sub>2</sub> 0,030 kg SO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a) a hodnoty měrné roční produkce emisí SO<sub>2</sub> 0,030 kg SO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a) lze získat hodnotu celkové měrné roční produkce emisí SO<sub>2</sub>, která je vstupem do kritériálních mezí v kapitole E.02 Metodiky SBToolCZ. [5]

**Celkové měrné roční emise SO<sub>2</sub>: 0,060 kg SO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a)**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.02 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkových měrných ročních emisí SO<sub>2</sub>. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

**Normalizované body kritéria E.02 pro variantu Dřevěný sloupkový KS: 7,5**

Následující část kapitoly se věnuje analýze vlivu nosných konstrukcí budovy na životní prostředí. Tabulka Tab. 4.2.2.4 uvádí výkaz výměr nosných konstrukcí pro variantu budovy s dřevěným sloupkovým konstrukčním systémem. Hodnoty celkového objemu a celkové hmotnosti nosných konstrukcí jsou porovnány s celkovými hodnotami z Přílohy č. 7 a v posledním řádku tabulky je uveden procentuální podíl nosných konstrukcí na celkovém objemu a celkové hmotnosti budovy.

Tab. 4.2.2.4 Tabulka materiálů nosných konstrukcí pro variantu Dřevěný sloupkový KS

materiál	popis	objem m <sup>3</sup>	objemová hmotnost kg/m <sup>3</sup>	hmotnost kg
prostý beton	prostý beton C30/37	81,365	2300	187140
železobeton – desky	železobeton C30/37, stupeň vyztužení 0,5%	75,822	2500	189555
výztuž desek	betonářská výztuž B500B	0,379	7850	2976
železobeton – stěny	železobeton C30/37, stupeň vyztužení 1,5%	79,360	2500	198400
výztuž stěn	betonářská výztuž B500B	1,190	7850	9345
konstrukční ocel	konstrukční ocel S355 J2 QL +AR	0,079	7850	620
lepené lamelové dřevo	lepené lamelové smrkové dřevo, GL24h	33,664	400	13466
rostlé dřevo	rostlé smrkové dřevo, C24, hoblované	30,272	400	12109
	<b>celkem</b>	<b>302,132</b>		<b>613610</b>
<b>podíl nosných konstrukcí</b>		<b>26,28%</b>		<b>60,65%</b>

V návaznosti na tabulku materiálů nosných konstrukcí byly pro jednotlivé materiály stanoveny hodnoty svázané spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů, svázané produkce emisí CO<sub>2</sub> a svázané produkce emisí SO<sub>2</sub>. Výpočet je proveden v tabulce Tab. 4.2.2.5. Hodnoty celkové svázané energie a celkových svázaných emisí byly stejně jako u objemu a hmotnosti porovnány s celkovými hodnotami pro celou budovu (uvedenými v Příloze č. 7). Poslední řádek tabulky Tab. 4.2.2.5 ukazuje procentuální podíl nosných konstrukcí na svázané energii a svázaných emisích celé budovy.

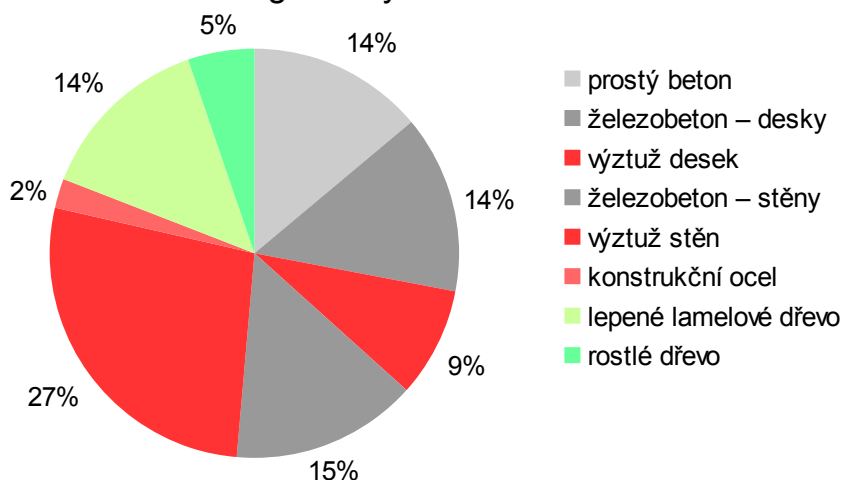
Procentuální podíl jednotlivých materiálů nosných konstrukcí na celkových hodnotách svázané energie, svázaných emisí CO<sub>2</sub> a svázaných emisí SO<sub>2</sub> (hodnoty z třetího sloupce každého oddílu Tab. 4.2.2.5) je zobrazen v následujících grafech: Graf 4.2.2.4 pro svázanou spotřebu

primární energie, Graf 4.2.2.5 pro svázanou produkci emisí CO<sub>2</sub> a Graf 4.2.2.6 pro svázanou produkci emisí SO<sub>2</sub>.

Tab. 4.2.2.5 Svázaná energie, svázané emise CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný sloupkový KS

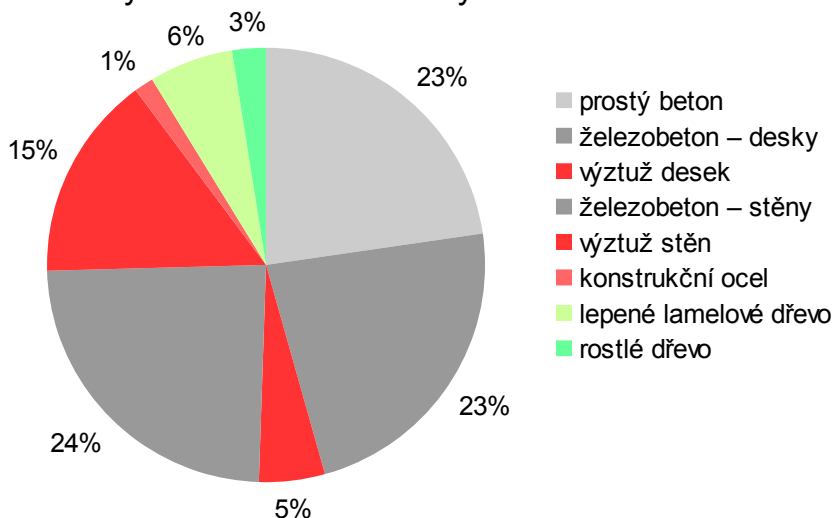
materiál	svázaná energie			svázané emise CO <sub>2</sub>			svázané emise SO <sub>2</sub>		
	MJ/kg	MJ	%	kg CO <sub>2</sub> ekv./kg	kg CO <sub>2</sub> ekv.	%	g SO <sub>2</sub> ekv./kg	kg SO <sub>2</sub> ekv.	%
prostý beton	0,574926	107591,364	13,90%	0,109891	20564,947	22,69%	0,184889	34,600	15,72%
železobeton – desky	0,574926	108980,098	14,08%	0,109891	20830,389	22,98%	0,184889	35,047	15,92%
výztuž desek	22,527900	67043,335	8,66%	1,482000	4410,452	4,87%	5,094800	15,162	6,89%
železobeton – stěny	0,574926	114065,318	14,74%	0,109891	21802,374	24,05%	0,184889	36,682	16,67%
výztuž stěn	22,527900	210515,115	27,20%	1,482000	13848,756	15,28%	5,094800	47,609	21,63%
konstrukční ocel	29,066800	18025,776	2,33%	2,092400	1297,602	1,43%	8,273800	5,131	2,33%
lepené lamelové dřevo	7,954300	107109,422	13,84%	0,417879	5626,991	6,21%	2,35717	31,741	14,42%
rostlé dřevo	3,352640	40596,447	5,25%	0,187358	2268,681	2,50%	1,16793	14,142	6,42%
<b>celkem</b>		<b>773926,876</b>	<b>100,00%</b>		<b>90650,192</b>	<b>100,00%</b>		<b>220,114</b>	<b>100,00%</b>
<b>podíl nosných kcí</b>		<b>20,39%</b>			<b>34,42%</b>			<b>20,71%</b>	

Podíl materiálů nosných konstrukcí na celkové svázané energii nosných konstrukcí



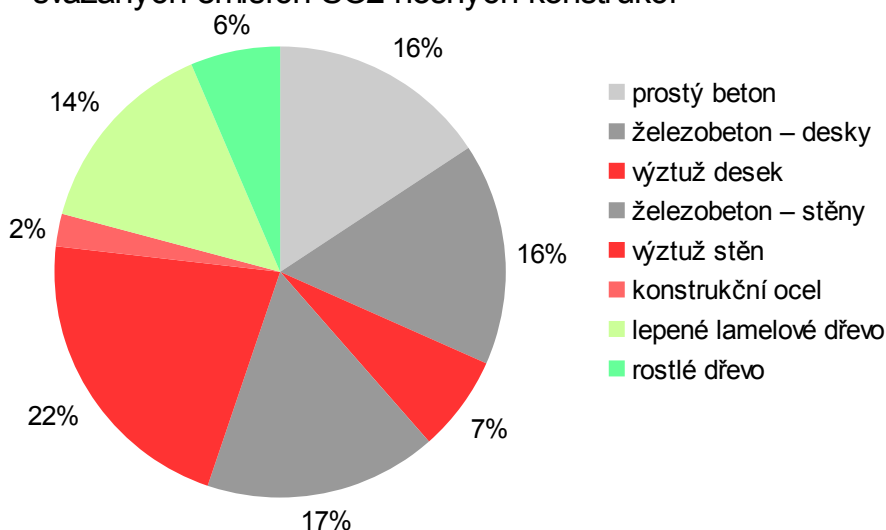
Graf 4.2.2.4 Svázaná spotřeba primární energie pro nosné konstrukce varianty Dřevěný sloupkový KS

Podíl materiálů nosných konstrukcí na celkových svázaných emisích CO<sub>2</sub> nosných konstrukcí



Graf 4.2.2.5 Svázaná produkce emisí CO<sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný sloupkový KS

### Podíl materiálů nosných konstrukcí na celkových svázaných emisích SO<sub>2</sub> nosných konstrukcí

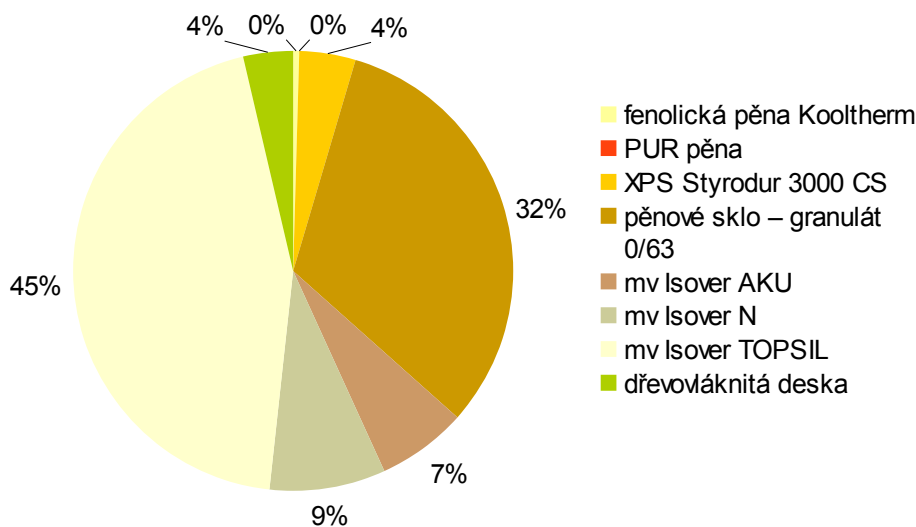


Graf 4.2.2.6 Svázaná produkce emisí SO<sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný sloupkový KS

Dále jsou analyzovány svázané emise R-11 a C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, jejichž hodnocení se týká pouze tepelných a akustických izolací. [5]

Poměrné hodnoty svázané produkce emisí R-11 z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.2.7. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkových svázaných emisích R-11 všech tepelných a akustických izolací.

### Podíl materiálů na celkových svázaných emisích R-11



Graf 4.2.2.7 Svázaná produkce emisí R-11 pro variantu Dřevěný sloupkový KS

Postup vyhodnocení potenciálu ničení ozonu (ODP) podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané produkce emisí R-11 v g na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit. To je provedeno pro každý hodnocený materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané emise R-11 se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná produkce emisí R-11 v jednotkách g R-11 ekv./m<sup>2</sup>.a). Hodnocení není ovlivněno provozem budovy, do výpočtu vstupují pouze svázané emise R-11 tepelných a akustických izolací. [5]

Roční ekvivalentní svázané emise R-11: 0,077 172 g R-11 ekv./rok (viz. Příloha č. 7)

Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 878,120 m<sup>2</sup>

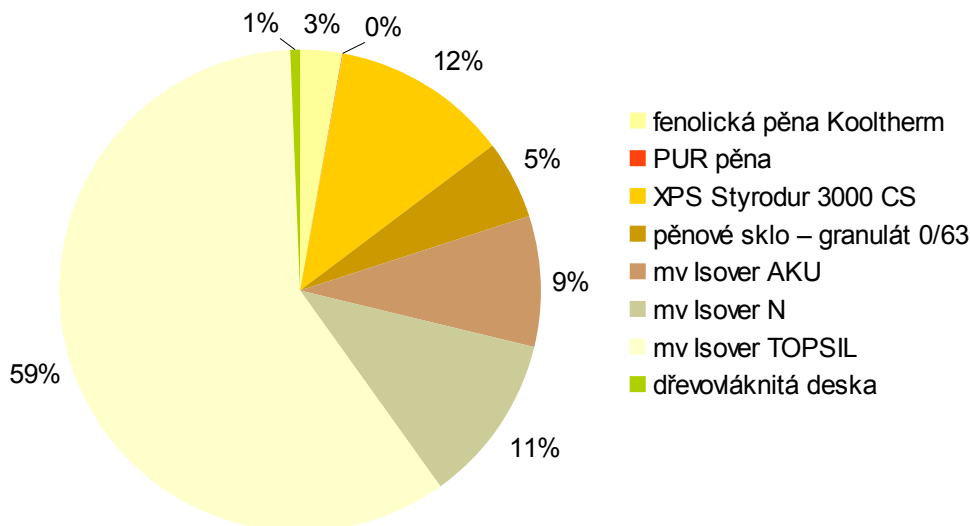
**Měrná roční svázaná produkce emisí R-11: 0,000 088 g R-11 ekv./m<sup>2</sup>.a)**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.04 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkových měrných ročních emisí R-11. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. Nemohou být uděleny body menší než 0 nebo větší než 10. [5]

**Normalizované body kritéria E.04 pro variantu Dřevěný sloupkový KS: 10,0**

Poměrné hodnoty svázané produkce emisí  $C_2H_4$  z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.2.8. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkových svázaných emisích  $C_2H_4$  všech tepelných a akustických izolací.

#### Podíl materiálů na svázaných emisích $C_2H_4$



Graf 4.2.2.8 Svázaná produkce emisí  $C_2H_4$  pro variantu Dřevěný sloupkový KS

Postup vyhodnocení potenciálu tvorby přízemního ozonu (POCP) podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané produkce emisí  $C_2H_4$  v g na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit. To je provedeno pro každý hodnocený materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané emise  $C_2H_4$  se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná produkce emisí  $C_2H_4$  v jednotkách  $g C_2H_4 \text{ ekv.}/(m^2.a)$ . Hodnocení není ovlivněno provozem budovy, do výpočtu vstupují pouze svázané emise  $C_2H_4$  tepelných a akustických izolací. [5]

Roční ekvivalentní svázané emise  $C_2H_4$ : 517,559  $g C_2H_4 \text{ ekv.}/\text{rok}$  (viz. Příloha č. 7)

Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 878,120  $m^2$

**Měrná roční svázaná produkce emisí  $C_2H_4$ : 0,589  $g C_2H_4 \text{ ekv.}/(m^2.a)$**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.05 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkových měrných ročních emisí  $C_2H_4$ . Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

**Normalizované body kritéria E.05 pro variantu Dřevěný sloupkový KS: 9,0**

Budova je dále hodnocena podle kapitoly E.10 Metodiky SBToolCZ [5], která řeší konstrukční materiály použité při výstavbě z pohledu jejich vzniku a z pohledu nakládání s materiálem po dožití a demolici.

Z pohledu vzniku materiálů je posuzovaná stavba ve variantě Dřevěný sloupkový KS navržena z následujících materiálů:

- obnovitelné materiály: dřevovláknitá deska,  
OSB deska,  
lepené lamelové dřevo,  
rostlé dřevo,
- recyklované materiály: betonářská výztuž,  
pěnové sklo – granulát 0/63,  
FeZn plech,

konstrukční ocel,  
 ocel – kompletační konstrukce,  
 ocelové UW a CW profily,  
 sklo,

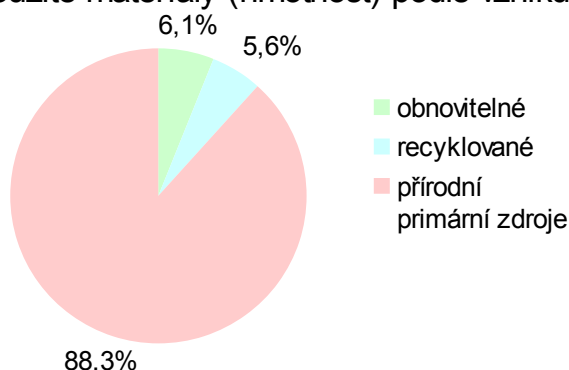
- ostatní materiály uvedené v Příloze č. 7 (v tomto hodnocení považované za přírodní primární zdroje).

Tabulka Tab. 4.2.2.6 uvádí celkové hmotnosti materiálů ve výše uvedených třech kategoriích. Dílčí hmotnosti jednotlivých materiálů jsou uvedeny v Příloze č. 7. Dále je ke každé kategorii uveden procentuální podíl hmotnosti materiálů v dané kategorii k celkové hmotnosti stavby. Údaje z tohoto sloupce jsou zobrazeny v Grafu 4.2.2.9.

Tab. 4.2.2.6 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku pro variantu Dřevěný sloupkový KS

	celková hmotnost (kg)	%
obnovitelné materiály	61448	6,1%
recyklované materiály	57217	5,6%
přírodní primární zdroje	892980	88,3%

### Použité materiály (hmotnost) podle vzniku



Graf 4.2.2.9 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku pro variantu Dřevěný sloupkový KS

Z pohledu nakládání s materiály po dožití a demolici je posuzovaná stavba ve variantě Dřevěný sloupkový KS navržena z následujících materiálů:

- plnohodnotně recyklovatelné materiály: betonová dlažba,  
 PVC profily,  
 teflon,  
 separace – igelit,  
 kačírek 8/16,  
 pěnové sklo – granulát 0/63,  
 štěrkopísek 4/32,  
 FeZn plech,  
 konstrukční ocel,  
 ocel – kompletační konstrukce,  
 ocelové UW a CW profily,  
 sklo,
- částečně recyklovatelné materiály: prostý beton,  
 železobeton,  
 betonářská výztuž,  
 fenolická pěna Kooltherm,  
 XPS Styrodur 3000 CS,  
 parozábrana Isocell Airstop 1500,  
 dřevovláknitá deska,  
 OSB deska,  
 lepené lamelové dřevo,  
 rostlé dřevo,

- ostatní materiály uvedené v Příloze č. 7 (v tomto hodnocení považované za nerecyklovatelné).

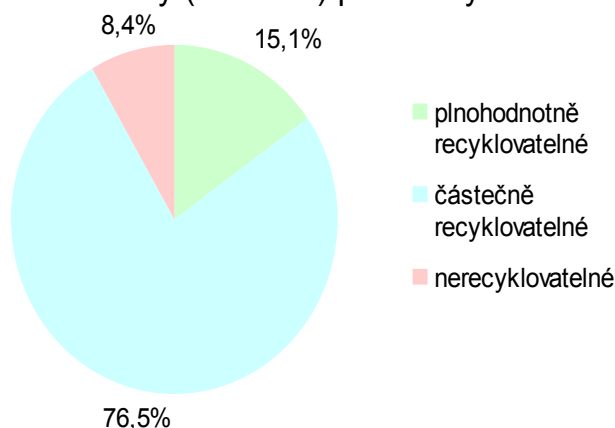
Tabulka Tab. 4.2.2.7 uvádí celkové hmotnosti materiálů ve výše uvedených třech kategoriích. Dílčí hmotnosti jednotlivých materiálů jsou uvedeny v Příloze č. 7. Dále je ke každé

kategorii uveden procentuální podíl hmotnosti materiálů v dané kategorii k celkové hmotnosti stavby. Údaje z tohoto sloupce jsou zobrazeny v *Grafu 4.2.2.10*.

Tab. 4.2.2.7 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti pro variantu *Dřevěný sloupkový KS*

	celková hmotnost (kg)	%
plnohodnotně recyklovatelné materiály	153257	15,1%
částečně recyklovatelné materiály	773603	76,5%
nerecyklovatelné materiály	84785	8,4%

Použité materiály (hmotnost) podle recyklovatelnosti



Graf 4.2.2.10 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti pro variantu *Dřevěný sloupkový KS*

Metodika SBToolCZ [5] přiřazuje v kapitole E.10 celkem 3 dílčí indikátory, podle kterých se následně uděluje dílčí kreditové hodnocení a dále normalizované body kritéria E.10. Přidělení dílčích kreditů i výsledných bodů se opět provádí podle tabulek na konci kapitoly E.10. Tabulka obsahuje body od 0 do 10. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

Indikátor P1 je podílem hmotnosti obnovitelných a recyklovaných materiálů na celkové hmotnosti stavby. Indikátor P2 je podílem hmotnosti plnohodnotně a částečně recyklovatelných materiálů na celkové hmotnosti stavby. Indikátor P3 je měrná hmotnost stavby (hmotnost dělená čistou podlahovou plochou). [5]

$$\text{Indikátor P1: } \frac{61448 + 57217}{1011645} = 0,1173 = 11,73\% \quad \text{odpovídající dílčí kredity: B1 = 5,86}$$

$$\text{Indikátor P2: } \frac{153257 + 773603}{1011645} = 0,9162 = 91,62\% \quad \text{odpovídající dílčí kredity: B2 = 7,90}$$

$$\text{Indikátor P3: } \frac{1011645}{878,120} = 1152,06 \text{ kg/m}^2 \quad \text{odpovídající dílčí kredity: B3 = 7,90}$$

$$\text{Výsledné kreditové hodnocení: } \frac{B1 + B2 + B3}{3} = \frac{5,86 + 7,90 + 7,90}{3} = 7,22$$

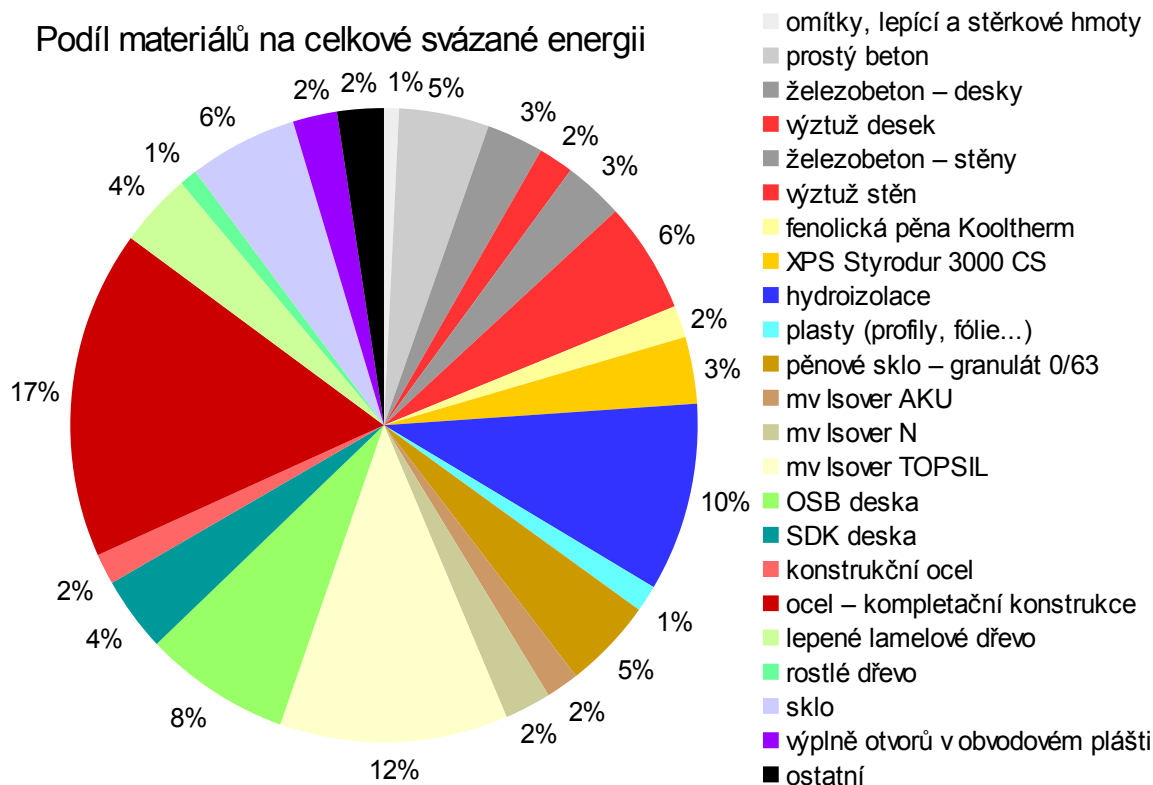
**Normalizované body kritéria E.10 pro variantu *Dřevěný sloupkový KS*: 9,0**

#### 4.2.3 Dřevěný masivní skeletový konstrukční systém

Výpočet environmentálních parametrů celé stavby týkajících se svázané spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů a svázané produkce emisí látek CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, R-11 a C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> je uveden v Příloze č. 7. Vychází se z výkazu výměr převzatého z BIM modelu.

Poměrné hodnoty svázané energie z Přílohy č. 7 ukazuje *Graf 4.2.3.1*. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkové svázané spotřebě energie. Pro lepší přehlednost jsou některé materiály stejného charakteru sloučené do skupin (např. omítky) a materiály s velmi malým podílem na celkové svázané energii jsou zahrnuty do skupiny „ostatní“.

### Podíl materiálů na celkové svázané energii



Graf 4.2.3.1 Svázaná spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů pro variantu Dřevěný masivní skelet

Postup vyhodnocení svázané spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané spotřeby energie v MJ na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit. To je provedeno pro každý materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané energie se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná spotřeba energie v jednotkách MJ/(m<sup>2</sup>.a). [5]

Roční ekvivalentní svázaná energie: 92 202,458 MJ/rok (viz. Příloha č. 7)  
 Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 873,090 m<sup>2</sup>  
**Měrná roční svázaná spotřeba energie: 105,605 MJ/(m<sup>2</sup>.a)**

Do výpočtu se dále zahrnuje spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů při provozu objektu. Vstupem jsou hodnoty dodaných energií na vytápění, ohřev teplé vody, větrání a osvětlení. K vyhodnocení je potřeba znát hodnotu měrné roční spotřeby primární energie v jednotkách MJ/(m<sup>2</sup>.a). [5]

Následující hodnoty byly stanoveny v programu Energie 2017 (viz. protokol v Příloze č. 10):

- dodaná energie na vytápění: 28,339 GJ/rok  
 - dodaná energie na ohřev teplé vody: 56,889 GJ/rok  
 - dodaná energie na nucené větrání: 12,672 GJ/rok  
 - dodaná energie na osvětlení: 69,120 GJ/rok

Výpočet měrné roční spotřeby primární energie je proveden v tabulce Tab. 4.2.3.1. Výše uvedené hodnoty jsou přepočítány na měrnou roční dodanou energii v MJ/(m<sup>2</sup>.a), tedy vyděleny čistou podlahovou plochou budovy (873,090 m<sup>2</sup>). Ke každé oblasti spotřeby energie jsou doplněny energonositele a procento, jakou částí se na krytí spotřeby energie podílí. Každému energonositeli je přiřazen konverzní faktor podle přílohy P.02 Metodiky SBToolCZ [5], který vyjadřuje nárůst primární energie oproti energii dodané.



Tab. 4.2.3.1 Měrná roční spotřeba primární energie pro variantu Dřevěný masivní skelet

měrná roční dodaná energie MJ/(m <sup>2</sup> .a)		energonositel	podíl energonositele %	konverzní faktor MJ/MJ	měrná roční spotřeba primární energie MJ/(m <sup>2</sup> .a)
vytápění	32,458	elektřina (mix ČR)	25%	3,16	25,642
		elektřina (FVE)	75%	0,52	12,659
ohřev teplé vody	65,158	elektřina (mix ČR)	10%	3,16	20,590
		elektřina (FVE)	90%	0,52	30,494
nucené větrání	14,514	elektřina (mix ČR)	0%	3,16	0,000
		elektřina (FVE)	100%	0,52	7,547
osvětlení	79,167	elektřina (mix ČR)	30%	3,16	75,050
		elektřina (FVE)	70%	0,52	28,817
celkem		<b>měrná roční spotřeba primární energie</b>			<b>200,799</b>

Sečtením hodnoty měrné roční svázané spotřeby energie 105,605 MJ/(m<sup>2</sup>.a) a hodnoty měrné roční spotřeby energie 200,799 MJ/(m<sup>2</sup>.a) lze získat hodnotu celkové měrné roční spotřeby primární energie, která je vstupem do kriteriálních mezí v kapitole E.09 Metodiky SBToolCZ. [5]

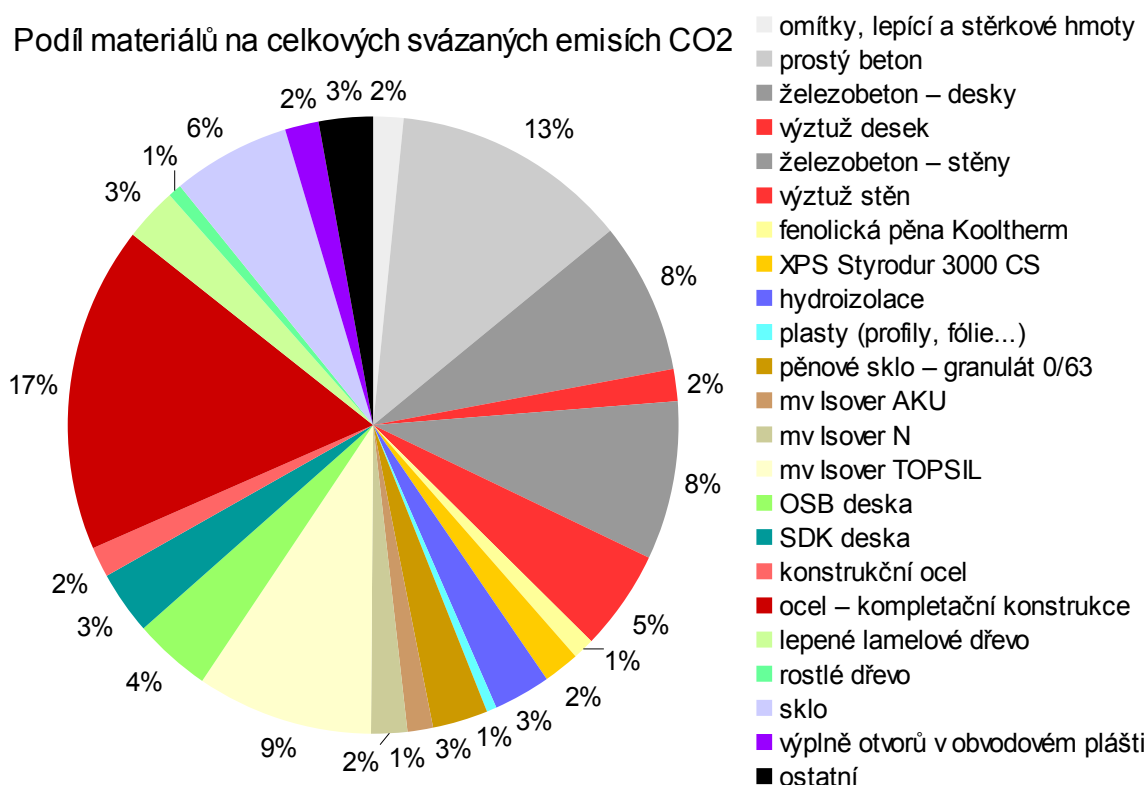
**Celková měrná roční spotřeba primární energie: 306 MJ/(m<sup>2</sup>.a)**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.09 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkové měrné roční spotřeby primární energie. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

**Normalizované body kritéria E.09 pro variantu Dřevěný masivní skelet: 9,9**

Poměrné hodnoty svázané produkce emisí CO<sub>2</sub> z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.3.2. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkových svázaných emisích CO<sub>2</sub>. Pro lepší přehlednost jsou některé materiály stejného charakteru sloučené do skupin (např. omítky) a materiály s velmi malým podílem na celkových svázaných emisích jsou zahrnuty do skupiny „ostatní“.

Podíl materiálů na celkových svázaných emisích CO<sub>2</sub>



Graf 4.2.3.2 Svázaná produkce emisí CO<sub>2</sub> pro variantu Dřevěný masivní skelet

Postup vyhodnocení potenciálu globálního oteplování (GWP) podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané produkce emisí CO<sub>2</sub> v kg na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit.

To je provedeno pro každý materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané emise CO<sub>2</sub> se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná produkce emisí CO<sub>2</sub> v jednotkách kg CO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a). [5]

Roční ekvivalentní svázané emise CO<sub>2</sub>: 6 066,243 kg CO<sub>2</sub> ekv./rok (viz. Příloha č. 7)

Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 873,090 m<sup>2</sup>

**Měrná roční svázaná produkce emisí CO<sub>2</sub>: 6,948 kg CO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a)**

Do výpočtu se dále zahrnují provozní emise CO<sub>2</sub>. Vstupem jsou hodnoty dodaných energií na vytápění, ohřev teplé vody, větrání a osvětlení. K vyhodnocení je potřeba znát hodnotu měrné roční produkce emisí v jednotkách kg CO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a). [5]

Výpočet měrné roční produkce emisí CO<sub>2</sub> je proveden v tabulce Tab. 4.2.3.2. Využívá výše uvedené hodnoty dodaných energií stanovené v programu Energie 2017, ty jsou přeočteny na měrnou roční dodanou energii v MJ/(m<sup>2</sup>.a), tedy vyděleny čistou podlahovou plochou budovy (873,090 m<sup>2</sup>). Ke každé oblasti spotřeby energie jsou doplněny energonositele a procento, jakou částí se na krytí spotřeby energie podílí. Tyto údaje jsou shodné s údaji pro výpočet spotřeby primární energie, který je proveden výše v tabulce Tab. 4.2.3.1. Každému energonositeli je přiřazen emisní faktor podle přílohy P.02 Metodiky SBToolCZ [5], který vyjadřuje produkci emisí CO<sub>2</sub> pocházející z dílčích dodaných energií do budovy.

Tab. 4.2.3.2 Měrná roční produkce emisí CO<sub>2</sub> pro variantu Dřevěný masivní skelet

měrná roční dodaná energie MJ/(m <sup>2</sup> .a)	energonositel	podíl energonositele %	emisní faktor g CO <sub>2</sub> ekv./MJ	měrná roční produkce emisí CO <sub>2</sub> kg CO <sub>2</sub> ekv./(m <sup>2</sup> .a)
vytápění	elektřina (mix ČR)	25%	207,4	1,683
	elektřina (FVE)	75%	37,5	0,913
ohřev teplé vody	elektřina (mix ČR)	10%	207,4	1,351
	elektřina (FVE)	90%	37,5	2,199
nucené větrání	elektřina (mix ČR)	0%	207,4	0,000
	elektřina (FVE)	100%	37,5	0,544
osvětlení	elektřina (mix ČR)	30%	207,4	4,926
	elektřina (FVE)	70%	37,5	2,078
celkem	<b>měrná roční produkce emisí CO<sub>2</sub></b>			<b>13,694</b>

Sečtením hodnoty měrné roční svázané produkce emisí CO<sub>2</sub> 6,948 kg CO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a) a hodnoty měrné roční produkce emisí CO<sub>2</sub> 13,694 kg CO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a) lze získat hodnotu celkové měrné roční produkce emisí CO<sub>2</sub>, která je vstupem do kritériálních mezí v kapitole E.01 Metodiky SBToolCZ. [5]

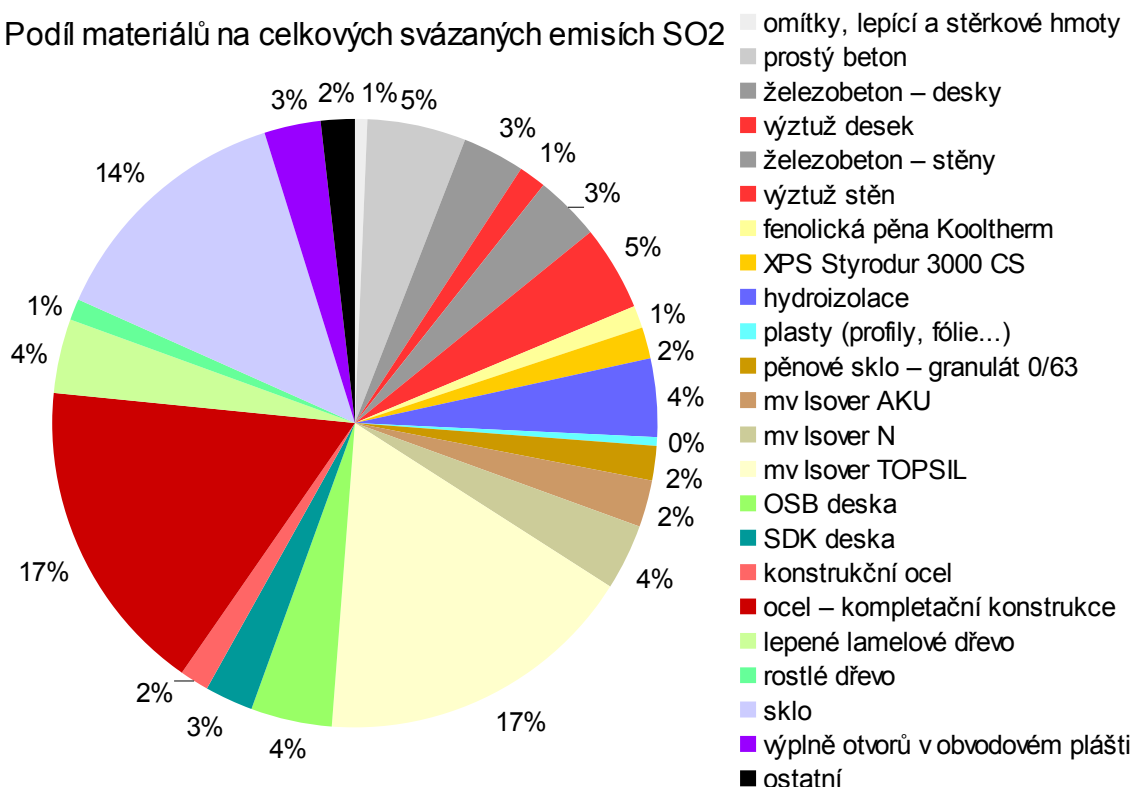
**Celkové měrné roční emise CO<sub>2</sub>: 21 kg CO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a)**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.01 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkových měrných ročních emisí CO<sub>2</sub>. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

**Normalizované body kritéria E.01 pro variantu Dřevěný masivní skelet: 8,9**

Poměrné hodnoty svázané produkce emisí SO<sub>2</sub> z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.3.3. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkových svázaných emisích SO<sub>2</sub>. Pro lepší přehlednost jsou některé materiály stejného charakteru sloučené do skupin (např. omítky) a materiály s velmi malým podílem na celkových svázaných emisích jsou zahrnuty do skupiny „ostatní“.

### Podíl materiálů na celkových svázaných emisích SO<sub>2</sub>



Graf 4.2.3.3 Svázaná produkce emisí SO<sub>2</sub> pro variantu Dřevěný masivní skelet

Postup vyhodnocení potenciálu okyselování prostředí (AP) podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané produkce emisí SO<sub>2</sub> v kg na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit. To je provedeno pro každý materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané emise SO<sub>2</sub> se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná produkce emisí SO<sub>2</sub> v jednotkách kg SO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a). [5]

Roční ekvivalentní svázané emise SO<sub>2</sub>: 25,706 kg SO<sub>2</sub> ekv./rok (viz. Příloha č. 7)

Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 873,090 m<sup>2</sup>

**Měrná roční svázaná produkce emisí SO<sub>2</sub>: 0,029 kg SO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a)**

Do výpočtu se dále zahrnují provozní emise SO<sub>2</sub>. Vstupem jsou hodnoty dodaných energií na vytápění, ohřev teplé vody, větrání a osvětlení. K vyhodnocení je potřeba znát hodnotu měrné roční produkce emisí v jednotkách kg SO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a). [5]

Výpočet měrné roční produkce emisí SO<sub>2</sub> je proveden v tabulce Tab. 4.2.3.3. Využívá výše uvedené hodnoty dodaných energií stanovené v programu Energie 2017, ty jsou přepočteny na měrnou roční dodanou energii v MJ/(m<sup>2</sup>.a), tedy vyděleny čistou podlahovou plochou budovy (873,090 m<sup>2</sup>). Ke každé oblasti spotřeby energie jsou doplněny energonositele a procento, jakou částí se na krytí spotřeby energie podílí. Tyto údaje jsou shodné s údaji pro výpočet spotřeby primární energie, který je proveden výše v tabulce Tab. 4.2.3.1. Každému energonositeli je přiřazen emisní faktor podle přílohy P.02 Metodiky SBToolCZ [5], který vyjadřuje produkci emisí SO<sub>2</sub> pocházející z dílčích dodaných energií do budovy.

Tab. 4.2.3.3 Měrná roční produkce emisí SO<sub>2</sub> pro variantu Dřevěný masivní skelet

měrná roční dodaná energie MJ/(m <sup>2</sup> .a)		energonositel	podíl energonositel %	emisní faktor g SO <sub>2</sub> ekv./MJ	měrná roční produkce emisí SO <sub>2</sub> kg SO <sub>2</sub> ekv./(m <sup>2</sup> .a)
vytápění	32,458	elektřina (mix ČR)	25%	0,464	0,004
		elektřina (FVE)	75%	0,08	0,002
ohřev teplé vody	65,158	elektřina (mix ČR)	10%	0,464	0,003
		elektřina (FVE)	90%	0,08	0,005
nucené větrání	14,514	elektřina (mix ČR)	0%	0,464	0,000
		elektřina (FVE)	100%	0,08	0,001
osvětlení	79,167	elektřina (mix ČR)	30%	0,464	0,011
		elektřina (FVE)	70%	0,08	0,004
celkem	191,297	<b>měrná roční produkce emisí SO<sub>2</sub></b>			<b>0,030</b>

Sečtením hodnoty měrné roční svázané produkce emisí SO<sub>2</sub> 0,029 kg SO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a) a hodnoty měrné roční produkce emisí SO<sub>2</sub> 0,030 kg SO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a) lze získat hodnotu celkové měrné roční produkce emisí SO<sub>2</sub>, která je vstupem do kritériálních mezí v kapitole E.02 Metodiky SBToolCZ. [5]

**Celkové měrné roční emise SO<sub>2</sub>: 0,059 kg SO<sub>2</sub> ekv./(m<sup>2</sup>.a)**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.02 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkových měrných ročních emisí SO<sub>2</sub>. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

**Normalizované body kritéria E.02 pro variantu Dřevěný masivní skelet: 7,6**

Následující část kapitoly se věnuje analýze vlivu nosných konstrukcí budovy na životní prostředí. Tabulka Tab. 4.2.3.4 uvádí výkaz výměr nosných konstrukcí pro variantu budovy s dřevěným masivním skeletovým konstrukčním systémem. Hodnoty celkového objemu a celkové hmotnosti nosných konstrukcí jsou porovnány s celkovými hodnotami z Přílohy č. 7 a v posledním řádku tabulky je uveden procentuální podíl nosných konstrukcí na celkovém objemu a celkové hmotnosti budovy.

Tab. 4.2.3.4 Tabulka materiálů nosných konstrukcí pro variantu Dřevěný masivní skelet

materiál	popis	objem m <sup>3</sup>	objemová hmotnost kg/m <sup>3</sup>	hmotnost kg
prostý beton	prostý beton C30/37	76,543	2300	176049
železobeton – desky	železobeton C30/37, stupeň vyztužení 0,5%	74,923	2500	187308
výztuž desek	betonářská výztuž B500B	0,375	7850	2941
železobeton – stěny	železobeton C30/37, stupeň vyztužení 1,5%	78,582	2500	196455
výztuž stěn	betonářská výztuž B500B	1,179	7850	9253
konstrukční ocel	konstrukční ocel S355 J2 QL +AR	0,252	7850	1978
lepené lamelové dřevo	lepené lamelové smrkové dřevo, GL24h	43,560	400	17424
rostlé dřevo	rostlé smrkové dřevo, C24, hoblované	3,574	400	1430
<b>celkem</b>		<b>278,987</b>		<b>592837</b>
<b>podíl nosných konstrukcí</b>		<b>25,10%</b>		<b>58,29%</b>

V návaznosti na tabulku materiálů nosných konstrukcí byly pro jednotlivé materiály stanoveny hodnoty svázané spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů, svázané produkce emisí CO<sub>2</sub> a svázané produkce emisí SO<sub>2</sub>. Výpočet je proveden v tabulce Tab. 4.2.3.5. Hodnoty celkové svázané energie a celkových svázaných emisí byly stejně jako u objemu a hmotnosti porovnány s celkovými hodnotami pro celou budovu (uvedenými v Příloze č. 7). Poslední řádek tabulky Tab. 4.2.3.5 ukazuje procentuální podíl nosných konstrukcí na svázané energii a svázaných emisích celé budovy.

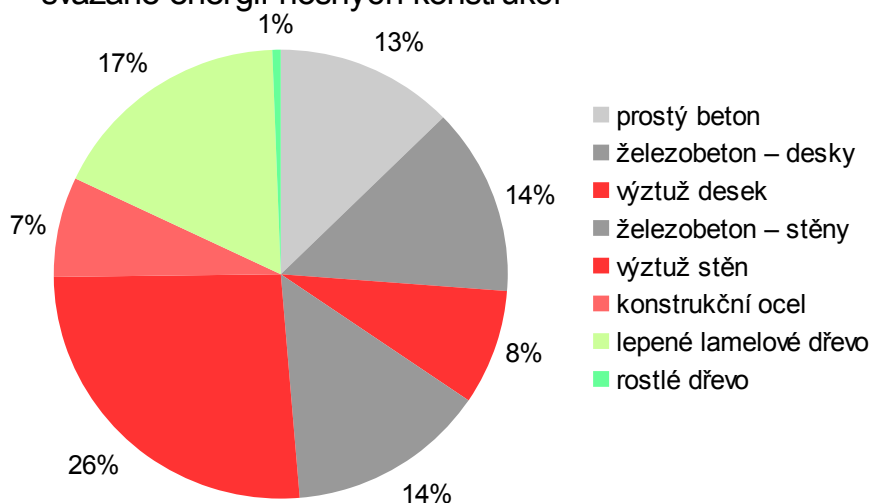
Procentuální podíl jednotlivých materiálů nosných konstrukcí na celkových hodnotách svázané energie, svázaných emisí CO<sub>2</sub> a svázaných emisí SO<sub>2</sub> (hodnoty z třetího sloupce každého oddílu Tab. 4.2.3.5) je zobrazen v následujících grafech: Graf 4.2.3.4 pro svázanou spotřebu

primární energie, Graf 4.2.3.5 pro svázanou produkci emisí CO<sub>2</sub> a Graf 4.2.3.6 pro svázanou produkci emisí SO<sub>2</sub>.

Tab. 4.2.3.5 Svázaná energie, svázané emise CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný masivní skelet

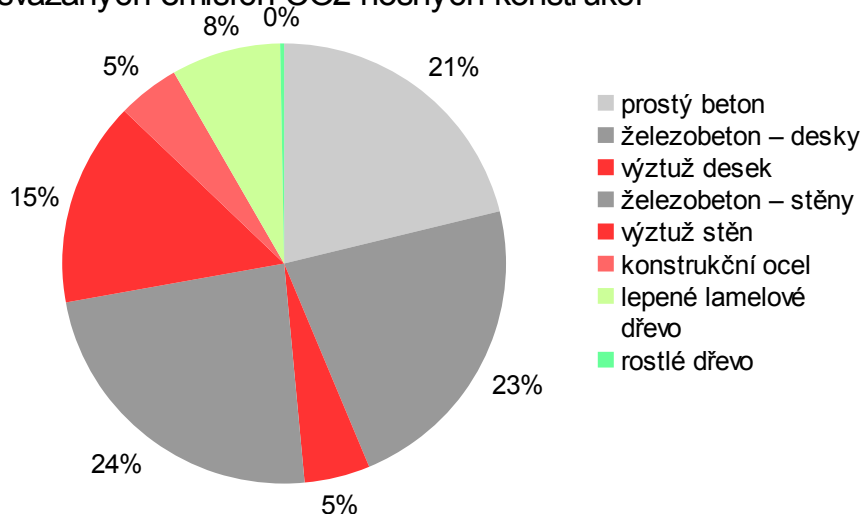
materiál	svázaná energie			svázané emise CO <sub>2</sub>			svázané emise SO <sub>2</sub>		
	MJ/kg	MJ	%	kg CO <sub>2</sub> ekv./kg	kg CO <sub>2</sub> ekv.	%	g SO <sub>2</sub> ekv./kg	kg SO <sub>2</sub> ekv.	%
prostý beton	0,574926	101215,090	12,69%	0,109891	19346,190	21,19%	0,184889	32,550	14,48%
železobeton – desky	0,574926	107687,952	13,50%	0,109891	20583,408	22,55%	0,184889	34,631	15,41%
výztuž desek	22,527900	66248,421	8,31%	1,482000	4358,159	4,77%	5,094800	14,982	6,67%
železobeton – stěny	0,574926	112947,087	14,16%	0,109891	21588,636	23,65%	0,184889	36,322	16,16%
výztuž stěn	22,527900	208451,346	26,14%	1,482000	13712,991	15,02%	5,094800	47,142	20,98%
konstrukční ocel	29,066800	57499,944	7,21%	2,092400	4139,186	4,53%	8,273800	16,367	7,28%
lepené lamelové dřevo	7,954300	138595,723	17,38%	0,417879	7281,124	7,98%	2,35717	41,071	18,28%
rostlé dřevo	3,352640	4792,934	0,60%	0,187358	267,847	0,29%	1,16793	1,670	0,74%
<b>celkem</b>		<b>797438,497</b>	<b>100,00%</b>		<b>91277,541</b>	<b>100,00%</b>		<b>224,735</b>	<b>100,00%</b>
<b>podíl nosných kcí</b>		<b>21,69%</b>			<b>35,14%</b>			<b>21,60%</b>	

Podíl materiálů nosných konstrukcí na celkové svázané energii nosných konstrukcí



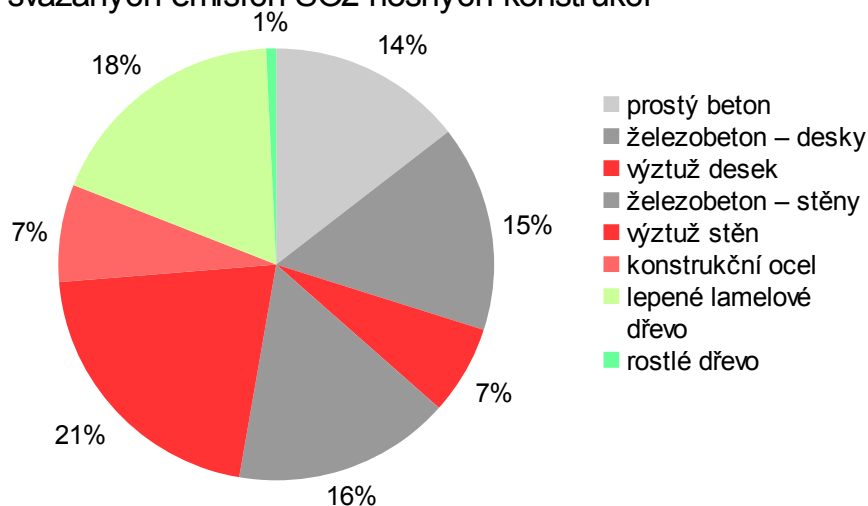
Graf 4.2.3.4 Svázaná spotřeba primární energie pro nosné konstrukce varianty Dřevěný masivní skelet

Podíl materiálů nosných konstrukcí na celkových svázaných emisích CO<sub>2</sub> nosných konstrukcí



Graf 4.2.3.5 Svázaná produkce emisí CO<sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný masivní skelet

### Podíl materiálů nosných konstrukcí na celkových svázaných emisích SO<sub>2</sub> nosných konstrukcí

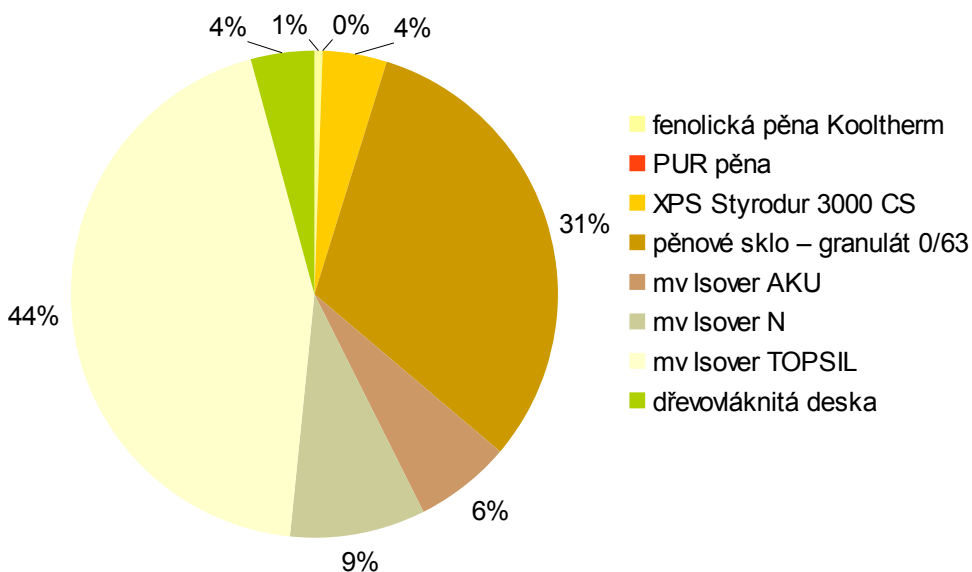


Graf 4.2.3.6 Svázaná produkce emisí SO<sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný masivní skelet

Dále jsou analyzovány svázané emise R-11 a C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, jejichž hodnocení se týká pouze tepelných a akustických izolací. [5]

Poměrné hodnoty svázané produkce emisí R-11 z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.3.7. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkových svázaných emisích R-11 všech tepelných a akustických izolací.

### Podíl materiálů na celkových svázaných emisích R-11



Graf 4.2.3.7 Svázaná produkce emisí R-11 pro variantu Dřevěný masivní skelet

Postup vyhodnocení potenciálu ničení ozonu (ODP) podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané produkce emisí R-11 v g na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit. To je provedeno pro každý hodnocený materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané emise R-11 se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná produkce emisí R-11 v jednotkách g R-11 ekv./m<sup>2</sup>.a). Hodnocení není ovlivněno provozem budovy, do výpočtu vstupují pouze svázané emise R-11 tepelných a akustických izolací. [5]

Roční ekvivalentní svázané emise R-11: 0,072 695 g R-11 ekv./rok (viz. Příloha č. 7)

Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 873,090 m<sup>2</sup>

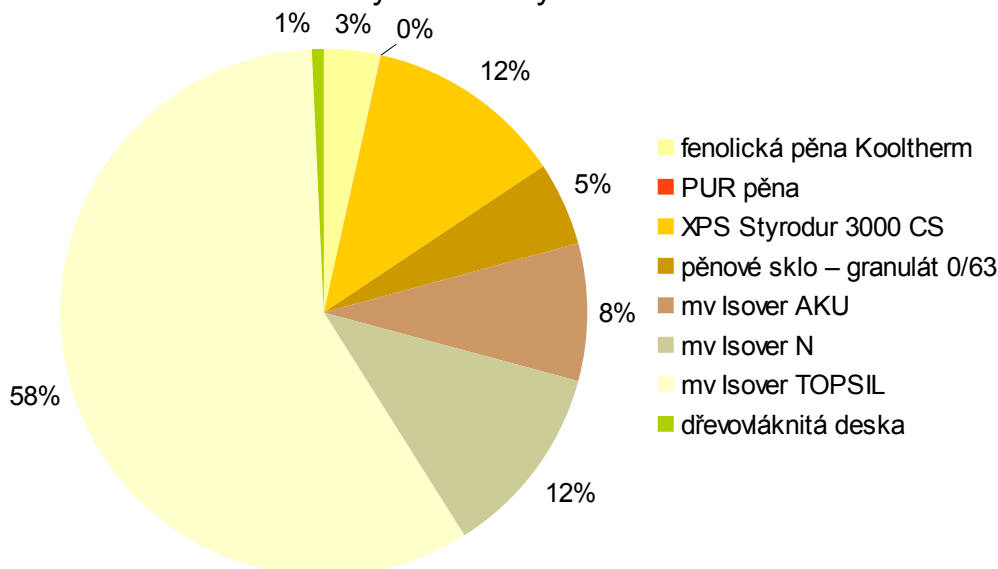
**Měrná roční svázaná produkce emisí R-11: 0,000 083 g R-11 ekv./m<sup>2</sup>.a)**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.04 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkových měrných ročních emisí R-11. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. Nemohou být uděleny body menší než 0 nebo větší než 10. [5]

**Normalizované body kritéria E.04 pro variantu *Dřevěný masivní skelet*: 10,0**

Poměrné hodnoty svázané produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.3.8. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkových svázaných emisích C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> všech tepelných a akustických izolací.

#### Podíl materiálů na celkových svázaných emisích C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>



Graf 4.2.3.8 Svázaná produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> pro variantu *Dřevěný masivní skelet*

Postup vyhodnocení potenciálu tvorby přízemního ozonu (POCP) podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> v g na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit. To je provedeno pro každý hodnocený materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané emise C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> v jednotkách g C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ekv./((m<sup>2</sup>.a)). Hodnocení není ovlivněno provozem budovy, do výpočtu vstupují pouze svázané emise C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> tepelných a akustických izolací. [5]

Roční ekvivalentní svázané emise C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>: 490,755 g C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ekv./rok (viz. Příloha č. 7)

Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 873,090 m<sup>2</sup>

**Měrná roční svázaná produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>: 0,562 g C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ekv./((m<sup>2</sup>.a))**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.05 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkových měrných ročních emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

**Normalizované body kritéria E.05 pro variantu *Dřevěný masivní skelet*: 9,0**

Budova je dále hodnocena podle kapitoly E.10 Metodiky SBToolCZ [5], která řeší konstrukční materiály použité při výstavbě z pohledu jejich vzniku a z pohledu nakládání s materiálem po dožití a demolici.

Z pohledu vzniku materiálů je posuzovaná stavba ve variantě *Dřevěný masivní skelet* navržena z následujících materiálů:

- obnovitelné materiály: dřevovláknitá deska,  
OSB deska,  
lepené lamelové dřevo,  
rostlé dřevo,
- recyklované materiály: betonářská výztuž,  
pěnové sklo – granulát 0/63,

FeZn plech,  
konstrukční ocel,  
ocel – kompletační konstrukce,  
ocelové UW a CW profily,  
sklo,

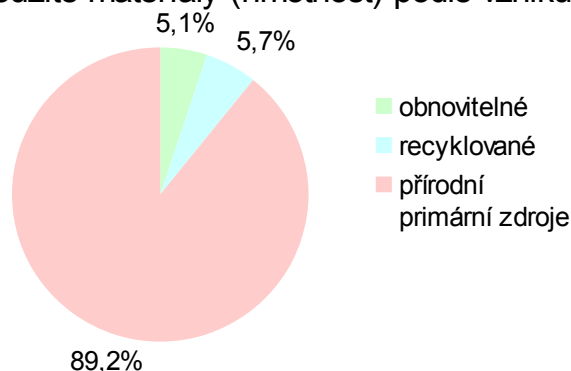
- ostatní materiály uvedené v Příloze č. 7 (v tomto hodnocení považované za přírodní primární zdroje).

Tabulka Tab. 4.2.3.6 uvádí celkové hmotnosti materiálů ve výše uvedených třech kategoriích. Dílčí hmotnosti jednotlivých materiálů jsou uvedeny v Příloze č. 7. Dále je ke každé kategorii uveden procentuální podíl hmotnosti materiálů v dané kategorii k celkové hmotnosti stavby. Údaje z tohoto sloupce jsou zobrazeny v Grafu 4.2.3.9.

Tab. 4.2.3.6 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku pro variantu Dřevěný masivní skelet

	celková hmotnost (kg)	%
obnovitelné materiály	51756	5,1%
recyklované materiály	57835	5,7%
přírodní primární zdroje	907395	89,2%

Použité materiály (hmotnost) podle vzniku



Graf 4.2.3.9 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku pro variantu Dřevěný masivní skelet

Z pohledu nakládání s materiály po dožití a demolici je posuzovaná stavba ve variantě *Dřevěný masivní skelet* navržena z následujících materiálů:

- plnohodnotně recyklovatelné materiály: betonová dlažba,  
PVC profily,  
teflon,  
separace – igelit,  
kačírek 8/16,  
pěnové sklo – granulát 0/63,  
štěrkopísek 4/32,  
FeZn plech,  
konstrukční ocel,  
ocel – kompletační konstrukce,  
ocelové UW a CW profily,  
sklo,
- částečně recyklovatelné materiály: prostý beton,  
železobeton,  
betonářská výztuž,  
fenolická pěna Kooltherm,  
XPS Styrodur 3000 CS,  
parozábrana Isocell Airstop 1500,  
dřevovláknitá deska,  
OSB deska,  
lepené lamelové dřevo,  
rostlé dřevo,

- ostatní materiály uvedené v Příloze č. 7 (v tomto hodnocení považované za nerecyklovatelné).

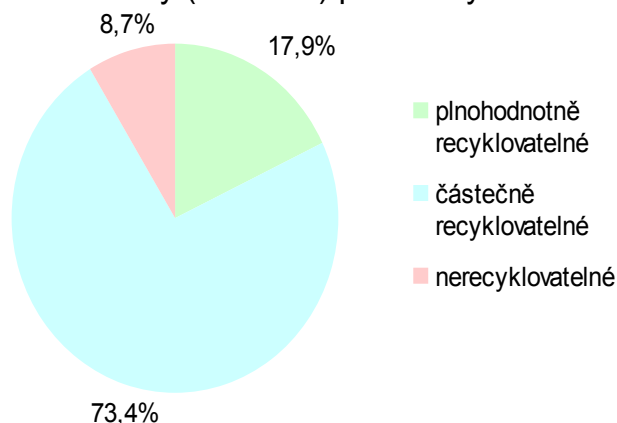


Tabulka Tab. 4.2.3.7 uvádí celkové hmotnosti materiálů ve výše uvedených třech kategoriích. Dílčí hmotnosti jednotlivých materiálů jsou uvedeny v Příloze č. 7. Dále je ke každé kategorii uveden procentuální podíl hmotnosti materiálů v dané kategorii k celkové hmotnosti stavby. Údaje z tohoto sloupce jsou zobrazeny v Grafu 4.2.3.10.

Tab. 4.2.3.7 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti pro variantu Dřevěný masivní skelet

	celková hmotnost (kg)	%
plnohodnotně recyklovatelné materiály	182035	17,9%
částečně recyklovatelné materiály	746486	73,4%
nerecyklovatelné materiály	88482	8,7%

#### Použité materiály (hmotnost) podle recyklovatelnosti



Graf 4.2.3.10 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti pro variantu Dřevěný masivní skelet

Metodika SBToolCZ [5] přiřazuje v kapitole E.10 celkem 3 dílčí indikátory, podle kterých se následně uděluje dílčí kreditové hodnocení a dále normalizované body kritéria E.10. Přidělení dílčích kreditů i výsledných bodů se opět provádí podle tabulek na konci kapitoly E.10. Tabulka obsahuje body od 0 do 10. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

Indikátor P1 je podílem hmotnosti obnovitelných a recyklovaných materiálů na celkové hmotnosti stavby. Indikátor P2 je podílem hmotnosti plnohodnotně a částečně recyklovatelných materiálů na celkové hmotnosti stavby. Indikátor P3 je měrná hmotnost stavby (hmotnost dělená čistou podlahovou plochou). [5]

$$\text{Indikátor P1: } \frac{51756 + 57835}{1016986} = 0,1078 = 10,78\% \quad \text{odpovídající dílčí kredity: B1 = 5,39}$$

$$\text{Indikátor P2: } \frac{182035 + 746486}{1016986} = 0,9130 = 91,30\% \quad \text{odpovídající dílčí kredity: B2 = 7,82}$$

$$\text{Indikátor P3: } \frac{1016986}{873,090} = 1164,81 \text{ kg/m}^2 \quad \text{odpovídající dílčí kredity: B3 = 7,79}$$

$$\text{Výsledné kreditové hodnocení: } \frac{B1 + B2 + B3}{3} = \frac{5,39 + 7,82 + 7,79}{3} = 7,00$$

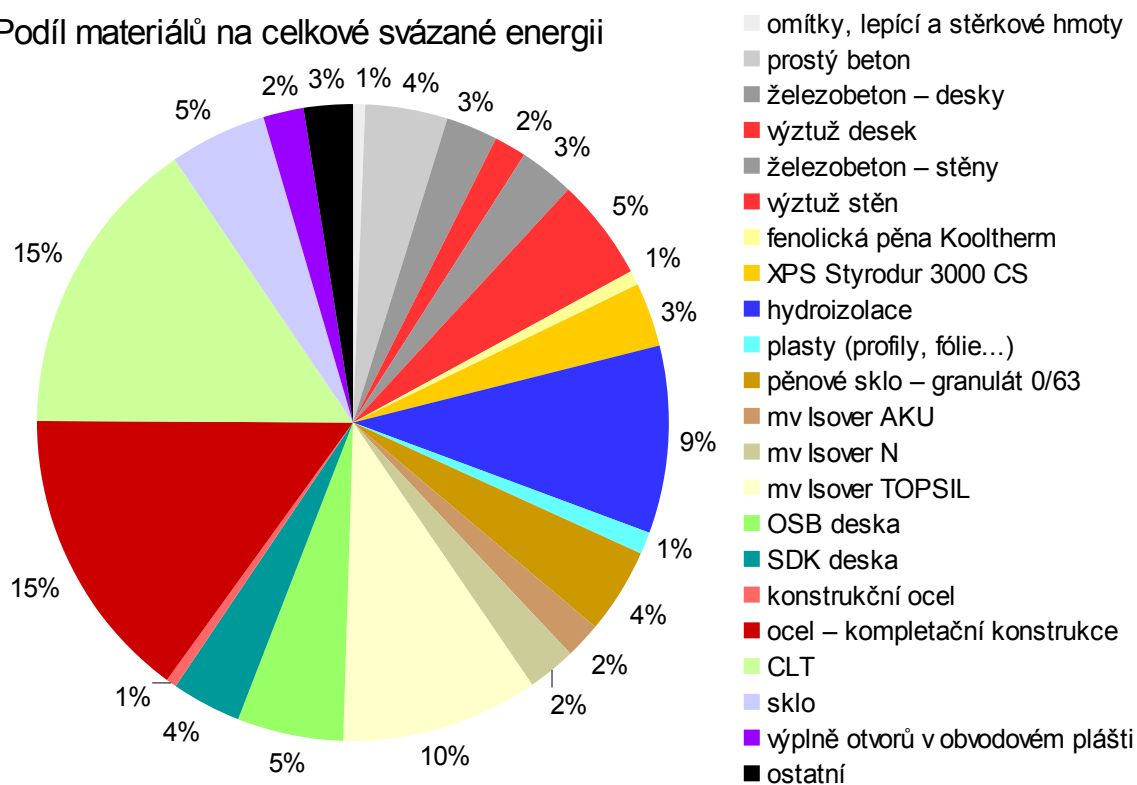
**Normalizované body kritéria E.10 pro variantu Dřevěný masivní skelet: 8,8**

#### 4.2.4 Dřevěný stěnový konstrukční systém

Výpočet environmentálních parametrů celé stavby týkajících se svázané spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů a svázané produkce emisí látek CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, R-11 a C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> je uveden v Příloze č. 7. Vychází se z výkazu výměr převzatého z BIM modelu.

Poměrné hodnoty svázané energie z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.4.1. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkové svázané spotřebě energie. Pro lepší přehlednost jsou některé materiály stejného charakteru sloučené do skupin (např. omítky) a materiály s velmi malým podílem na celkové svázané energii jsou zahrnuty do skupiny „ostatní“.

## Podíl materiálů na celkové svázané energii



Graf 4.2.4.1 Svázaná spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT)

Postup vyhodnocení svázané spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané spotřeby energie v MJ na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit. To je provedeno pro každý materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané energie se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná spotřeba energie v jednotkách MJ/(m<sup>2</sup>.a). [5]

Roční ekvivalentní svázaná energie: 98 390,122 MJ/rok (viz. Příloha č. 7)  
 Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 871,350 m<sup>2</sup>  
**Měrná roční svázaná spotřeba energie: 112,917 MJ/(m<sup>2</sup>.a)**

Do výpočtu se dále zahrnuje spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů při provozu objektu. Vstupem jsou hodnoty dodaných energií na vytápění, ohřev teplé vody, větrání a osvětlení. K vyhodnocení je potřeba znát hodnotu měrné roční spotřeby primární energie v jednotkách MJ/(m<sup>2</sup>.a). [5]

Následující hodnoty byly stanoveny v programu Energie 2017 (viz. protokol v Příloze č. 10):

- dodaná energie na vytápění: 28,339 GJ/rok  
 - dodaná energie na ohřev teplé vody: 56,889 GJ/rok  
 - dodaná energie na nucené větrání: 12,672 GJ/rok  
 - dodaná energie na osvětlení: 69,120 GJ/rok

Výpočet měrné roční spotřeby primární energie je proveden v tabulce Tab. 4.2.4.1. Výše uvedené hodnoty jsou přepočítány na měrnou roční dodanou energii v MJ/(m<sup>2</sup>.a), tedy vyděleny čistou podlahovou plochou budovy (871,350 m<sup>2</sup>). Ke každé oblasti spotřeby energie jsou doplněny energonositele a procento, jakou částí se na krytí spotřeby energie podílí. Každému energonositeli je přiřazen konverzní faktor podle přílohy P.02 Metodiky SBToolCZ [5], který vyjadřuje nárůst primární energie oproti energii dodané.

Tab. 4.2.4.1 Měrná roční spotřeba primární energie pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT)

měrná roční dodaná energie MJ/(m <sup>2</sup> .a)		energonositel	podíl energonositele %	konverzní faktor MJ/MJ	měrná roční spotřeba primární energie MJ/(m <sup>2</sup> .a)
vytápění	32,523	elektřina (mix ČR)	25%	3,16	25,693
		elektřina (FVE)	75%	0,52	12,684
ohřev teplé vody	65,288	elektřina (mix ČR)	10%	3,16	20,631
		elektřina (FVE)	90%	0,52	30,555
nucené větrání	14,543	elektřina (mix ČR)	0%	3,16	0,000
		elektřina (FVE)	100%	0,52	7,562
osvětlení	79,325	elektřina (mix ČR)	30%	3,16	75,200
		elektřina (FVE)	70%	0,52	28,874
celkem	191,680	<b>měrná roční spotřeba primární energie</b>			<b>201,200</b>

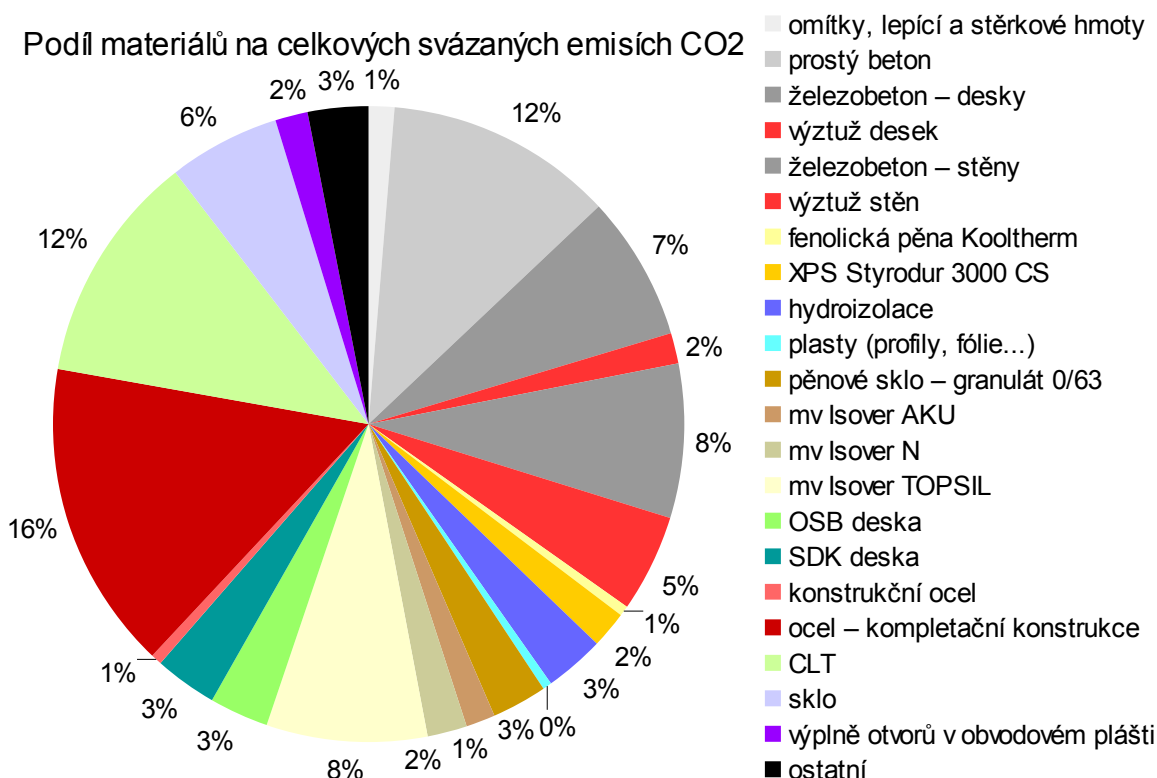
Sečtením hodnoty měrné roční svázané spotřeby energie 112,971 MJ/(m<sup>2</sup>.a) a hodnoty měrné roční spotřeby energie 201,200 MJ/(m<sup>2</sup>.a) lze získat hodnotu celkové měrné roční spotřeby primární energie, která je vstupem do kritériálních mezí v kapitole E.09 Metodiky SBToolCZ. [5]

**Celková měrná roční spotřeba primární energie: 314 MJ/(m<sup>2</sup>.a)**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.09 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkové měrné roční spotřeby primární energie. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

**Normalizované body kritéria E.09 pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT): 9,8**

Poměrné hodnoty svázané produkce emisí CO<sub>2</sub> z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.4.2. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkových svázaných emisích CO<sub>2</sub>. Pro lepší přehlednost jsou některé materiály stejného charakteru sloučené do skupin (např. omítky) a materiály s velmi malým podílem na celkových svázaných emisích jsou zahrnuty do skupiny „ostatní“.



Graf 4.2.4.2 Svázaná produkce emisí CO<sub>2</sub> pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT)

Postup vyhodnocení potenciálu globálního oteplování (GWP) podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané produkce emisí CO<sub>2</sub> v kg na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit.

To je provedeno pro každý materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané emise CO<sub>2</sub> se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná produkce emisí CO<sub>2</sub> v jednotkách kg CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a) [5]

Roční ekvivalentní svázané emise CO<sub>2</sub>: 6 371,059 kg CO<sub>2</sub> ekv./rok (viz. Příloha č. 7)

Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 871,350 m<sup>2</sup>

**Měrná roční svázaná produkce emisí CO<sub>2</sub>: 7,312 kg CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a)**

Do výpočtu se dále zahrnují provozní emise CO<sub>2</sub>. Vstupem jsou hodnoty dodaných energií na vytápění, ohřev teplé vody, větrání a osvětlení. K vyhodnocení je potřeba znát hodnotu měrné roční produkce emisí v jednotkách kg CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a) [5]

Výpočet měrné roční produkce emisí CO<sub>2</sub> je proveden v tabulce Tab. 4.2.4.2. Využívá výše uvedené hodnoty dodaných energií stanovené v programu Energie 2017, ty jsou přepočteny na měrnou roční dodanou energii v MJ/(m<sup>2</sup>.a), tedy vyděleny čistou podlahovou plochou budovy (871,350 m<sup>2</sup>). Ke každé oblasti spotřeby energie jsou doplněny energonositele a procento, jakou částí se na krytí spotřeby energie podílí. Tyto údaje jsou shodné s údaji pro výpočet spotřeby primární energie, který je proveden výše v tabulce Tab. 4.2.4.1. Každému energonositeli je přiřazen emisní faktor podle přílohy P.02 Metodiky SBToolCZ [5], který vyjadřuje produkci emisí CO<sub>2</sub> pocházející z dílčích dodaných energií do budovy.

Tab. 4.2.4.2 Měrná roční produkce emisí CO<sub>2</sub> pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT)

měrná roční dodaná energie MJ/(m <sup>2</sup> .a)	energonositel	podíl energonositele %	emisní faktor g CO <sub>2</sub> ekv./MJ	měrná roční produkce emisí CO <sub>2</sub> kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> .a)	
vytápění	32,523	elektřina (mix ČR)	25%	207,4	1,686
		elektřina (FVE)	75%	37,5	0,915
ohřev teplé vody	65,288	elektřina (mix ČR)	10%	207,4	1,354
		elektřina (FVE)	90%	37,5	2,203
nucené větrání	14,543	elektřina (mix ČR)	0%	207,4	0,000
		elektřina (FVE)	100%	37,5	0,545
osvětlení	79,325	elektřina (mix ČR)	30%	207,4	4,936
		elektřina (FVE)	70%	37,5	2,082
celkem	191,680	<b>měrná roční produkce emisí CO<sub>2</sub></b>		<b>13,722</b>	

Sečtením hodnoty měrné roční svázané produkce emisí CO<sub>2</sub> 7,312 kg CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a) a hodnoty měrné roční produkce emisí CO<sub>2</sub> 13,722 kg CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a) lze získat hodnotu celkové měrné roční produkce emisí CO<sub>2</sub>, která je vstupem do kritériálních mezí v kapitole E.01 Metodiky SBToolCZ. [5]

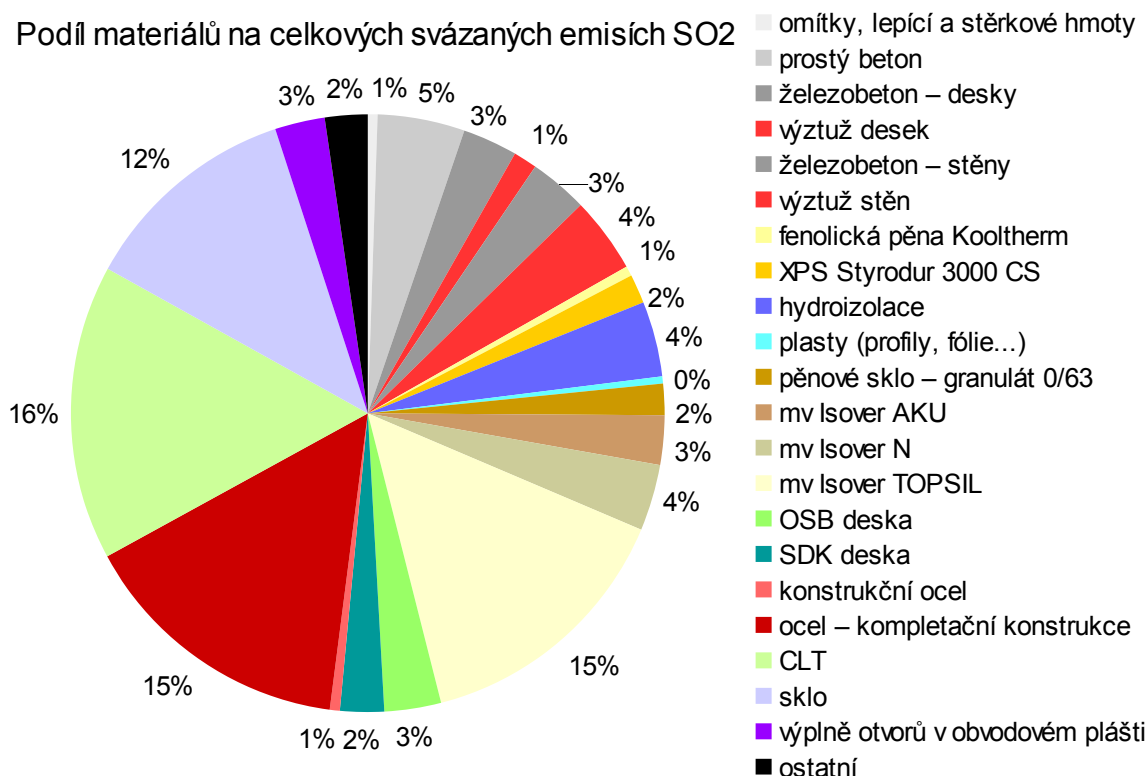
**Celkové měrné roční emise CO<sub>2</sub>: 21 kg CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a)**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.01 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkových měrných ročních emisí CO<sub>2</sub>. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

**Normalizované body kritéria E.01 pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT): 8,8**

Poměrné hodnoty svázané produkce emisí SO<sub>2</sub> z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.4.3. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkových svázaných emisích SO<sub>2</sub>. Pro lepší přehlednost jsou některé materiály stejného charakteru sloučené do skupin (např. omítky) a materiály s velmi malým podílem na celkových svázaných emisích jsou zahrnuty do skupiny „ostatní“.

### Podíl materiálů na celkových svázaných emisích SO<sub>2</sub>



Graf 4.2.4.3 Svázaná produkce emisí SO<sub>2</sub> pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT)

Postup vyhodnocení potenciálu okyselování prostředí (AP) podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané produkce emisí SO<sub>2</sub> v kg na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit. To je provedeno pro každý materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané emise SO<sub>2</sub> se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná produkce emisí SO<sub>2</sub> v jednotkách kg SO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a). [5]

Roční ekvivalentní svázané emise SO<sub>2</sub>: 27,657 kg SO<sub>2</sub> ekv./rok (viz. Příloha č. 7)

Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 871,350 m<sup>2</sup>

**Měrná roční svázaná produkce emisí SO<sub>2</sub>: 0,032 kg SO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a)**

Do výpočtu se dále zahrnují provozní emise SO<sub>2</sub>. Vstupem jsou hodnoty dodaných energií na vytápění, ohřev teplé vody, větrání a osvětlení. K vyhodnocení je potřeba znát hodnotu měrné roční produkce emisí v jednotkách kg SO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a). [5]

Výpočet měrné roční produkce emisí SO<sub>2</sub> je proveden v tabulce Tab. 4.2.4.3. Využívá výše uvedené hodnoty dodaných energií stanovené v programu Energie 2017, ty jsou přepočteny na měrnou roční dodanou energii v MJ/m<sup>2</sup>.a), tedy vyděleny čistou podlahovou plochou budovy (871,350 m<sup>2</sup>). Ke každé oblasti spotřeby energie jsou doplněny energonositele a procento, jakou částí se na krytí spotřeby energie podílí. Tyto údaje jsou shodné s údaji pro výpočet spotřeby primární energie, který je proveden výše v tabulce Tab. 4.2.4.1. Každému energonositeli je přiřazen emisní faktor podle přílohy P.02 Metodiky SBToolCZ [5], který vyjadřuje produkci emisí SO<sub>2</sub> pocházející z dílčích dodaných energií do budovy.

Tab. 4.2.4.3 Měrná roční produkce emisí SO<sub>2</sub> pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT)

měrná roční dodaná energie MJ/(m <sup>2</sup> .a)	energonositel	podíl energonositele %	emisní faktor g SO <sub>2</sub> ekv./MJ	měrná roční produkce emisí SO <sub>2</sub> kg SO <sub>2</sub> ekv./((m <sup>2</sup> .a)	
vytápění	32,523	elektřina (mix ČR)	25%	0,464	0,004
		elektřina (FVE)	75%	0,08	0,002
ohřev teplé vody	65,288	elektřina (mix ČR)	10%	0,464	0,003
		elektřina (FVE)	90%	0,08	0,005
nucené větrání	14,543	elektřina (mix ČR)	0%	0,464	0,000
		elektřina (FVE)	100%	0,08	0,001
osvětlení	79,325	elektřina (mix ČR)	30%	0,464	0,011
		elektřina (FVE)	70%	0,08	0,004
celkem	191,680	<b>měrná roční produkce emisí SO<sub>2</sub></b>			<b>0,030</b>

Sečtením hodnoty měrné roční svázané produkce emisí SO<sub>2</sub> 0,032 kg SO<sub>2</sub> ekv./((m<sup>2</sup>.a) a hodnoty měrné roční produkce emisí SO<sub>2</sub> 0,030 kg SO<sub>2</sub> ekv./((m<sup>2</sup>.a) lze získat hodnotu celkové měrné roční produkce emisí SO<sub>2</sub>, která je vstupem do kritériálních mezí v kapitole E.02 Metodiky SBToolCZ. [5]

**Celkové měrné roční emise SO<sub>2</sub>: 0,062 kg SO<sub>2</sub> ekv./((m<sup>2</sup>.a)**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.02 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkových měrných ročních emisí SO<sub>2</sub>. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

**Normalizované body kritéria E.02 pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT): 7,3**

Následující část kapitoly se věnuje analýze vlivu nosných konstrukcí budovy na životní prostředí. Tabulka Tab. 4.2.4.4 uvádí výkaz výměr nosných konstrukcí pro variantu budovy s dřevěným stěnovým konstrukčním systémem z CLT panelů. Hodnoty celkového objemu a celkové hmotnosti nosných konstrukcí jsou porovnány s celkovými hodnotami z Přílohy č. 7 a v posledním řádku tabulky je uveden procentuální podíl nosných konstrukcí na celkovém objemu a celkové hmotnosti budovy.

Tab. 4.2.4.4 Tabulka materiálů nosných konstrukcí pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT)

materiál	popis	objem m <sup>3</sup>	objemová hmotnost kg/m <sup>3</sup>	hmotnost kg
prostý beton	prostý beton C30/37	76,366	2300	175642
železobeton – desky	železobeton C30/37, stupeň vyztužení 0,5%	74,572	2500	186430
výztuž desek	betonářská výztuž B500B	0,373	7850	2927
železobeton – stěny	železobeton C30/37, stupeň vyztužení 1,5%	79,166	2500	197915
výztuž stěn	betonářská výztuž B500B	1,187	7850	9322
konstrukční ocel	konstrukční ocel S355 J2 QL +AR	0,095	7850	746
CLT	masivní panely z vrstveného dřeva	195,187	400	78075
rostlé dřevo	rostlé smrkové dřevo, C24, hoblované	3,539	400	1416
	<b>celkem</b>	<b>430,485</b>		<b>652472</b>
<b>podíl nosných konstrukcí</b>		<b>35,63%</b>		<b>63,28%</b>

V návaznosti na tabulku materiálů nosných konstrukcí byly pro jednotlivé materiály stanoveny hodnoty svázané spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů, svázané produkce emisí CO<sub>2</sub> a svázané produkce emisí SO<sub>2</sub>. Výpočet je proveden v tabulce Tab. 4.2.4.5. Hodnoty celkové svázané energie a celkových svázaných emisí byly stejné jako u objemu a hmotnosti porovnány s celkovými hodnotami pro celou budovu (uvedenými v Příloze č. 7). Poslední řádek tabulky Tab. 4.2.4.5 ukazuje procentuální podíl nosných konstrukcí na svázané energii a svázaných emisích celé budovy.

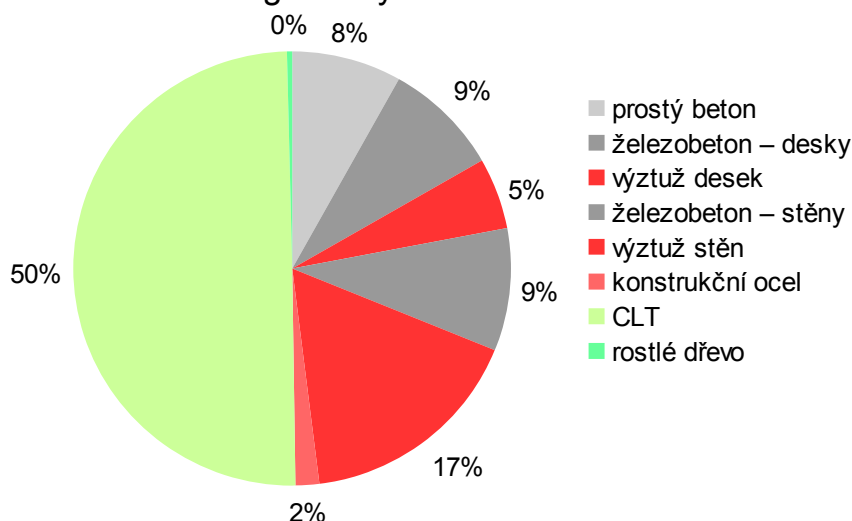
Procentuální podíl jednotlivých materiálů nosných konstrukcí na celkových hodnotách svázané energie, svázaných emisí CO<sub>2</sub> a svázaných emisí SO<sub>2</sub> (hodnoty z třetího sloupce každého oddílu Tab. 4.2.4.5) je zobrazen v následujících grafech: Graf 4.2.4.4 pro svázanou spotřebu

primární energie, Graf 4.2.4.5 pro svázanou produkci emisí CO<sub>2</sub> a Graf 4.2.4.6 pro svázanou produkci emisí SO<sub>2</sub>.

Tab. 4.2.4.5 Svázaná energie, svázané emise CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný stěnový KS (CLT)

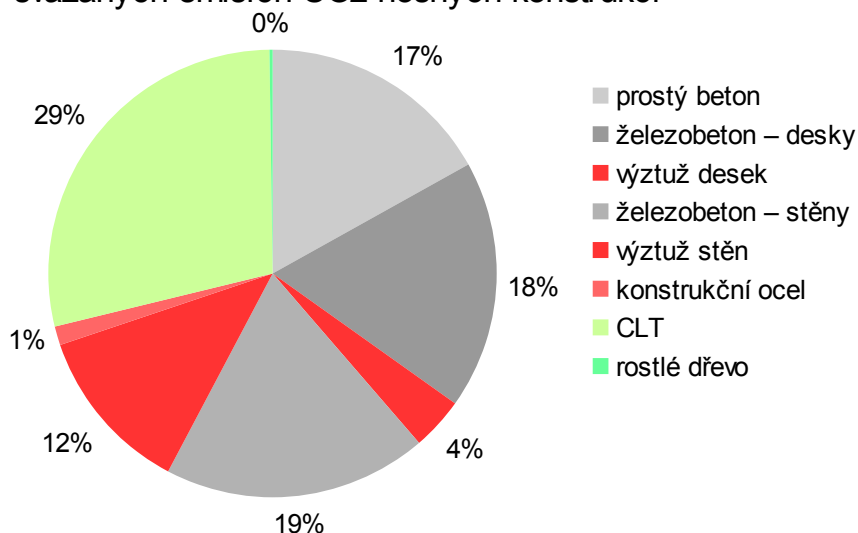
materiál	svázaná energie			svázané emise CO <sub>2</sub>			svázané emise SO <sub>2</sub>		
	MJ/kg	MJ	%	kg CO <sub>2</sub> ekv./kg	kg CO <sub>2</sub> ekv.	%	g SO <sub>2</sub> ekv./kg	kg SO <sub>2</sub> ekv.	%
prostý beton	0,574926	100981,038	8,11%	0,109891	19301,453	16,91%	0,184889	32,474	9,08%
železobeton – desky	0,574926	107183,454	8,61%	0,109891	20486,979	17,95%	0,184889	34,469	9,63%
výztuž desek	22,527900	65938,059	5,29%	1,482000	4337,741	3,80%	5,094800	14,912	4,17%
železobeton – stěny	0,574926	113786,479	9,14%	0,109891	21749,077	19,05%	0,184889	36,592	10,23%
výztuž stěn	22,527900	210000,499	16,86%	1,482000	13814,902	12,10%	5,094800	47,493	13,27%
konstrukční ocel	29,066800	21676,566	1,74%	2,092400	1560,407	1,37%	8,273800	6,170	1,72%
CLT	7,954300	621030,382	49,87%	0,417879	32625,819	28,58%	2,35717	184,036	51,44%
rostlé dřevo	3,352640	4745,997	0,38%	0,187358	265,224	0,23%	1,16793	1,653	0,46%
<b>celkem</b>		<b>1245342,475</b>	<b>100,00%</b>		<b>114141,604</b>	<b>100,00%</b>		<b>357,799</b>	<b>100,00%</b>
<b>podíl nosných kcí</b>		<b>30,82%</b>			<b>41,07%</b>			<b>31,04%</b>	

Podíl materiálů nosných konstrukcí na celkové svázané energii nosných konstrukcí



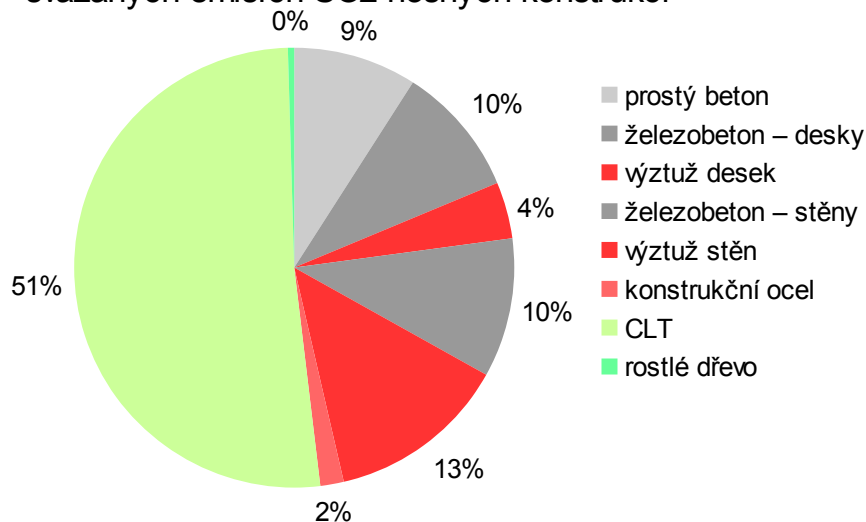
Graf 4.2.4.4 Svázaná spotřeba primární energie pro nosné konstrukce varianty Dřevěný stěnový KS (CLT)

Podíl materiálů nosných konstrukcí na celkových svázaných emisích CO<sub>2</sub> nosných konstrukcí



Graf 4.2.4.5 Svázaná produkce emisí CO<sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný stěnový KS (CLT)

### Podíl materiálů nosných konstrukcí na celkových svázaných emisích SO<sub>2</sub> nosných konstrukcí

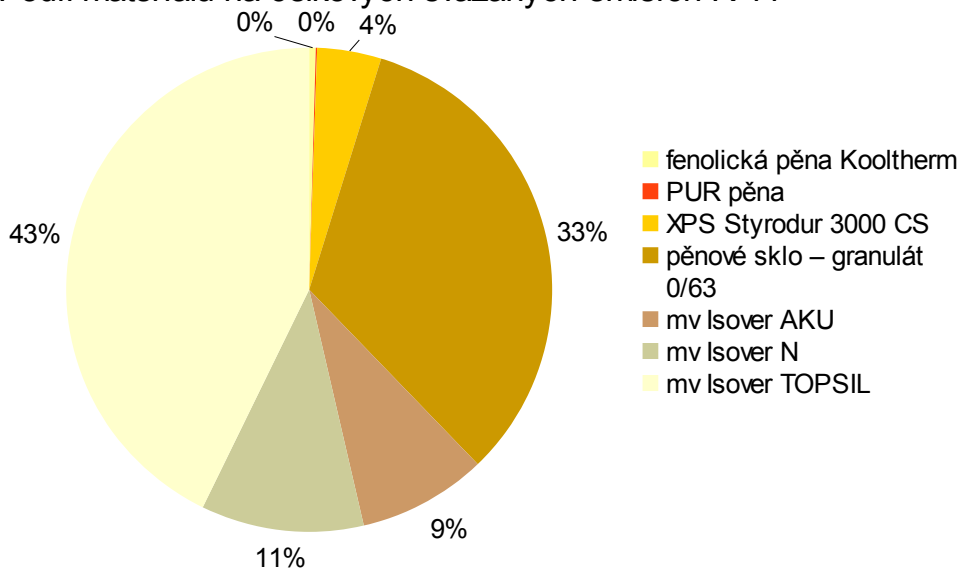


Graf 4.2.4.6 Svázaná produkce emisí SO<sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný stěnový KS (CLT)

Dále jsou analyzovány svázané emise R-11 a C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, jejichž hodnocení se týká pouze tepelných a akustických izolací. [5]

Poměrné hodnoty svázané produkce emisí R-11 z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.4.7. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkových svázaných emisích R-11 všech tepelných a akustických izolací.

### Podíl materiálů na celkových svázaných emisích R-11



Graf 4.2.4.7 Svázaná produkce emisí R-11 pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT)

Postup vyhodnocení potenciálu ničení ozonu (ODP) podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané produkce emisí R-11 v g na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit. To je provedeno pro každý hodnocený materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané emise R-11 se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná produkce emisí R-11 v jednotkách g R-11 ekv./m<sup>2</sup>.a). Hodnocení není ovlivněno provozem budovy, do výpočtu vstupují pouze svázané emise R-11 tepelných a akustických izolací. [5]

Roční ekvivalentní svázané emise R-11: 0,068 536 g R-11 ekv./rok (viz. Příloha č. 7)

Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 871,350 m<sup>2</sup>

**Měrná roční svázaná produkce emisí R-11: 0,000 079 g R-11 ekv./m<sup>2</sup>.a)**

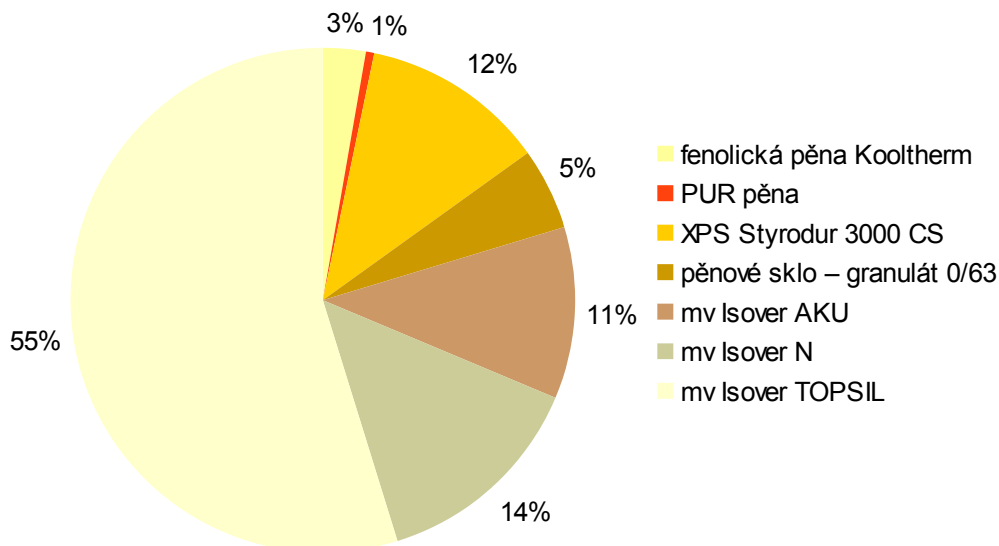


Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.04 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkových měrných ročních emisí R-11. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. Nemohou být uděleny body menší než 0 nebo větší než 10. [5]

**Normalizované body kritéria E.04 pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT): 10,0**

Poměrné hodnoty svázané produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> z Přílohy č. 7 ukazuje Graf 4.2.4.8. Jedná se o podíl jednotlivých materiálů na celkových svázaných emisích C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> všech tepelných a akustických izolací.

Podíl materiálů na celkových svázaných emisích C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>



Graf 4.2.4.8 Svázaná produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT)

Postup vyhodnocení potenciálu tvorby přízemního ozonu (POCP) podle Metodiky SBToolCZ [5] vyžaduje převedení hodnoty svázané produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> v g na jednotku jednoho roku vydělením této hodnoty předpokládanou životností konstrukce, ve které je materiál použit. To je provedeno pro každý hodnocený materiál v tabulce v Příloze č. 7. Roční ekvivalentní svázané emise C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> se dále dělí čistou podlahovou plochou budovy a vzniká měrná roční svázaná produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> v jednotkách g C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a). Hodnocení není ovlivněno provozem budovy, do výpočtu vstupují pouze svázané emise C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> tepelných a akustických izolací. [5]

Roční ekvivalentní svázané emise C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>: 476,043 g C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ekv./rok (viz. Příloha č. 7)

Celková vnitřní užitná podlahová plocha: 871,350 m<sup>2</sup>

**Měrná roční svázaná produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>: 0,546 g C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ekv./m<sup>2</sup>.a)**

Podle této hodnoty se provádí bodové ohodnocení kritéria pomocí tabulky na konci kapitoly E.05 Metodiky SBToolCZ. [5] Tabulka obsahuje body od 0 do 10 a jim přidělené hodnoty celkových měrných ročních emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

**Normalizované body kritéria E.05 pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT): 9,1**

Budova je dále hodnocena podle kapitoly E.10 Metodiky SBToolCZ [5], která řeší konstrukční materiály použité při výstavbě z pohledu jejich vzniku a z pohledu nakládání s materiálem po dožití a demolici.

Z pohledu vzniku materiálů je posuzovaná stavba ve variantě Dřevěný stěnový KS (CLT) navržena z následujících materiálů:

- obnovitelné materiály: OSB deska,  
CLT,  
rostlé dřevo,
- recyklované materiály: betonářská výztuž,  
pěnové sklo – granulát 0/63,  
FeZn plech,

konstrukční ocel,  
 ocel – kompletační konstrukce,  
 ocelové UW a CW profily,  
 sklo,

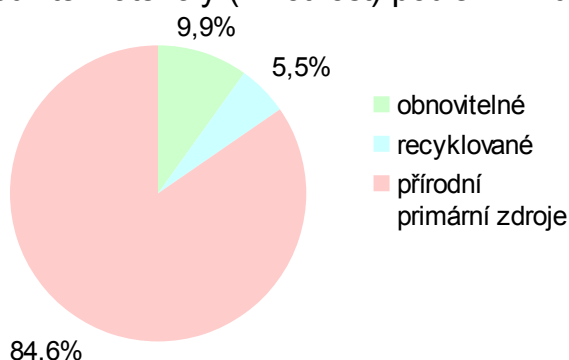
- ostatní materiály uvedené v Příloze č. 7 (v tomto hodnocení považované za přírodní primární zdroje).

Tabulka Tab. 4.2.4.6 uvádí celkové hmotnosti materiálů ve výše uvedených třech kategoriích. Dílčí hmotnosti jednotlivých materiálů jsou uvedeny v Příloze č. 7. Dále je ke každé kategorii uveden procentuální podíl hmotnosti materiálů v dané kategorii k celkové hmotnosti stavby. Údaje z tohoto sloupce jsou zobrazeny v Grafu 4.2.4.9.

Tab. 4.2.4.6 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT)

	celková hmotnost (kg)	%
obnovitelné materiály	102390	9,9%
recyklované materiály	56394	5,5%
přírodní primární zdroje	872229	84,6%

### Použité materiály (hmotnost) podle vzniku



Graf 4.2.4.9 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT)

Z pohledu nakládání s materiály po dožití a demolici je posuzovaná stavba ve variantě Dřevěný stěnový KS (CLT) navržena z následujících materiálů:

- plnohodnotně recyklovatelné materiály: betonová dlažba,  
 PVC profily,  
 teflon,  
 separace – igelit,  
 kačírek 8/16,  
 pěnové sklo – granulát 0/63,  
 štěrkopísek 4/32,  
 FeZn plech,  
 konstrukční ocel,  
 ocel – kompletační konstrukce,  
 ocelové UW a CW profily,  
 sklo,
- částečně recyklovatelné materiály: prostý beton,  
 železobeton,  
 betonářská výztuž,  
 fenolická pěna Kooltherm,  
 XPS Styrodur 3000 CS,  
 OSB deska,  
 CLT,  
 rostlé dřevo,

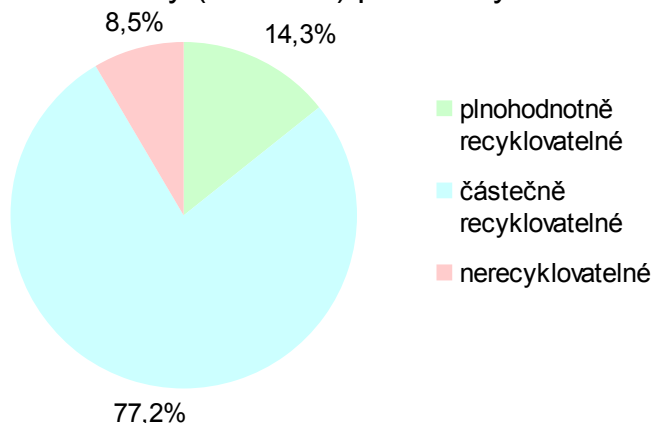
- ostatní materiály uvedené v Příloze č. 7 (v tomto hodnocení považované za nerecyklovatelné).

Tabulka Tab. 4.2.4.7 uvádí celkové hmotnosti materiálů ve výše uvedených třech kategoriích. Dílčí hmotnosti jednotlivých materiálů jsou uvedeny v Příloze č. 7. Dále je ke každé kategorii uveden procentuální podíl hmotnosti materiálů v dané kategorii k celkové hmotnosti stavby. Údaje z tohoto sloupce jsou zobrazeny v Grafu 4.2.4.10.

Tab. 4.2.4.7 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT)

	celková hmotnost (kg)	%
plnohodnotně recyklovatelné materiály	147278	14,3%
částečně recyklovatelné materiály	796317	77,2%
nerecyklovatelné materiály	87418	8,5%

#### Použité materiály (hmotnost) podle recyklovatelnosti



Graf 4.2.4.10 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT)

Metodika SBToolCZ [5] přiřazuje v kapitole E.10 celkem 3 dílčí indikátory, podle kterých se následně uděluje dílčí kreditové hodnocení a dále normalizované body kritéria E.10. Přidělení dílčích kreditů i výsledných bodů se opět provádí podle tabulek na konci kapitoly E.10. Tabulka obsahuje body od 0 do 10. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. [5]

Indikátor P1 je podílem hmotnosti obnovitelných a recyklovaných materiálů na celkové hmotnosti stavby. Indikátor P2 je podílem hmotnosti plnohodnotně a částečně recyklovatelných materiálů na celkové hmotnosti stavby. Indikátor P3 je měrná hmotnost stavby (hmotnost dělená čistou podlahovou plochou). [5]

$$\text{Indikátor P1: } \frac{102390 + 56394}{1031013} = 0,1540 = 15,40\% \quad \text{odpovídající dílčí kredity: B1 = 7,70}$$

$$\text{Indikátor P2: } \frac{147278 + 796317}{1031013} = 0,9152 = 91,52\% \quad \text{odpovídající dílčí kredity: B2 = 7,88}$$

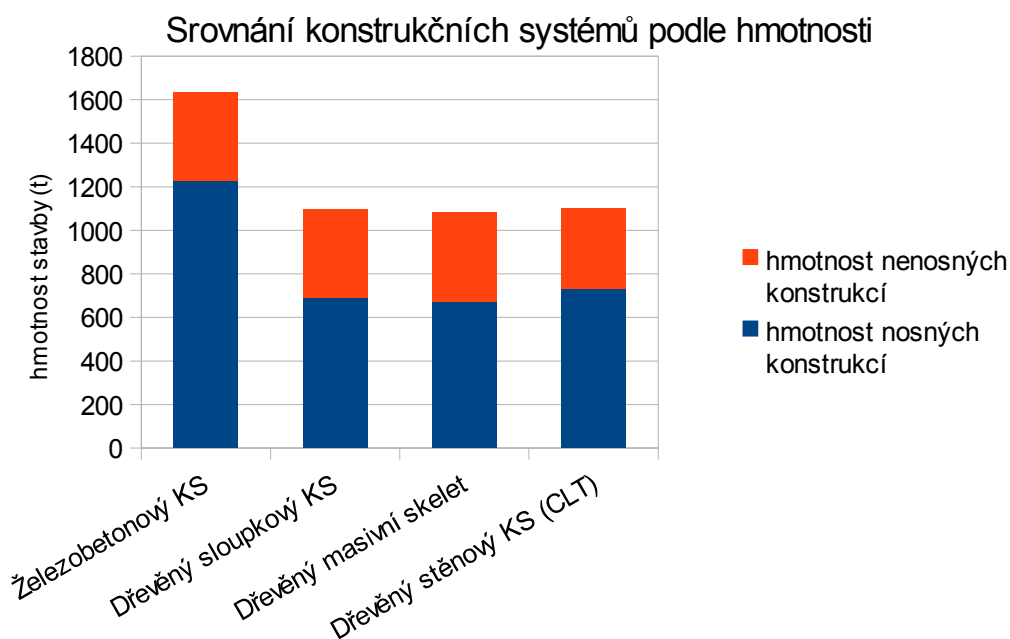
$$\text{Indikátor P3: } \frac{1031013}{871,350} = 1183,24 \text{ kg/m}^2 \quad \text{odpovídající dílčí kredity: B3 = 7,64}$$

$$\text{Výsledné kreditové hodnocení: } \frac{B1 + B2 + B3}{3} = \frac{7,70 + 7,88 + 7,64}{3} = 7,74$$

**Normalizované body kritéria E.10 pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT): 9,7**

#### 4.2.5 Srovnání jednotlivých variant konstrukčních systémů

Výkazy výměr převzaté z BIM modelu umožňují porovnání hmotností nosných a nenosných konstrukcí i hmotností celé stavby v řešených variantách. Toto srovnání ukazuje Graf 4.2.5.1. Hmotnost je výchozí veličinou pro všechny další výpočty vedoucí k environmentálnímu vyhodnocení jednotlivých variant (viz. kapitoly 4.2.1 až 4.2.4), proto výsledky zobrazené v tomto grafu určují charakter dalších porovnání řešených variant již s environmentálními charakteristikami.



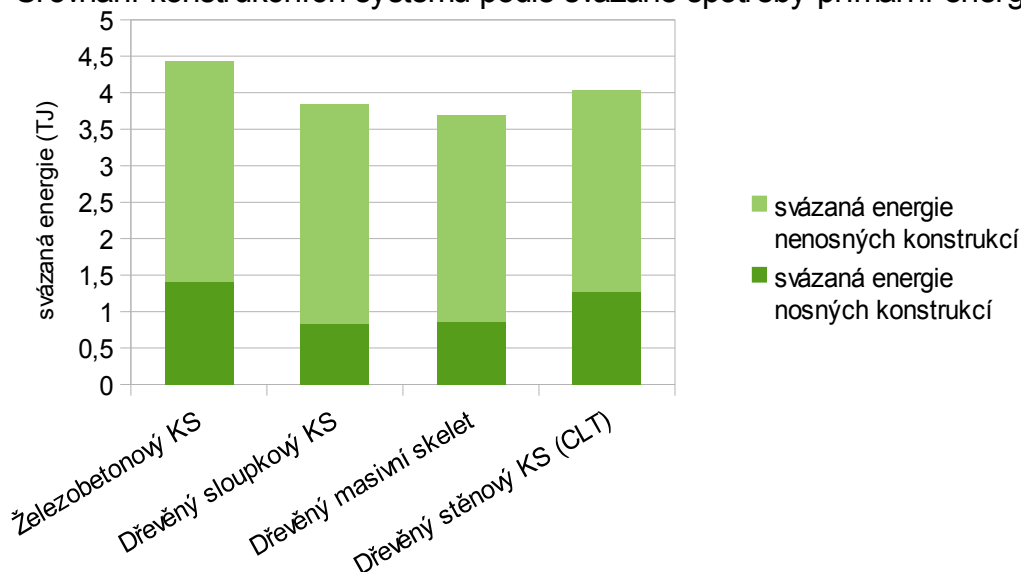
Graf 4.2.5.1 Srovnání konstrukčních systémů podle hmotnosti

Z Grafu 4.2.5.1 je zřejmé, že větší hmotnost varianty *Železobetonový KS* způsobuje hmotnost nosných konstrukcí, zatímco hmotnost nenosných konstrukcí je ve všech variantách přibližně stejná. Hmotnost dřevěných konstrukčních systémů je oproti železobetonovému konstrukčnímu systému cca 70 %. Na tomto místě je nutné připomenout, že všechny tři varianty využívající dřevěné nosné konstrukce mají v prvním podlaží a v komunikačním jádře na celou výšku budovy nosné konstrukce z železobetonu. Pokud by i tyto železobetonové konstrukce byly nahrazeny dřevěnými (požární předpisy to umožňují např. u menších objektů [4]), rozdíly v hmotnosti mezi jednotlivými variantami by byly ještě výraznější. Mezi variantami s dřevěnými konstrukčními systémy se projevuje vyšší hmotnost nosných konstrukcí u *Dřevěného stěnového KS* z toho důvodu, že jsou v něm použity masivní stěnové panely z vrstveného dřeva (CLT), jejichž objem (tzn. i hmotnost) je výrazně větší než objem dřeva použitého na nosné konstrukce skeletů.

Nenosné konstrukce u stěnových konstrukčních systémů (varianty *Železobetonový KS* a *Dřevěný stěnový KS*) mají téměř shodnou hmotnost, jejíž hodnota je nižší než u skeletových konstrukčních systémů (*Dřevěný sloupkový KS* a *Dřevěný masivní skelet*). Hmotnost nenosných konstrukcí u obou skeletů je opět téměř shodná. Shody a rozdíly popsané v tomto odstavci zřejmě způsobuje charakter umístění tepelných izolací vzhledem k nosné konstrukci, resp. skutečnost, že nosné prvky skeletů zasahují do tepelné izolace a způsobují tím liniové tepelné mosty, a z ní plynoucí nutnost větší spotřeby tepelného izolantu na eliminaci negativního účinku těchto tepelných mostů.

Následující Graf 4.2.5.2 ukazuje porovnání svázané spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů celé stavby v řešených variantách. Stejně jako v předchozím grafu jsou zobrazované charakteristiky rozděleny na část způsobenou nosnými a část způsobenou nenosnými konstrukcemi.

### Srovnání konstrukčních systémů podle svázané spotřeby primární energie



Graf 4.2.5.2 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané spotřeby primární energie

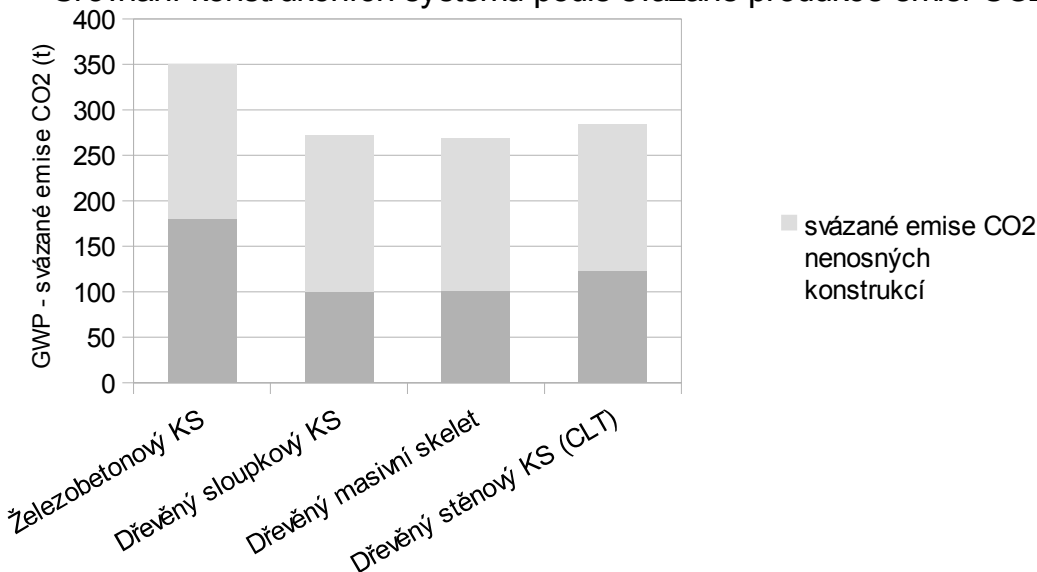
Rozložení výsledků v *Grafu 4.2.5.2* vychází z hmotností jednotlivých variant. Na rozdíl od *Grafu 4.2.5.1* se na svázané energii více podílí nenosné konstrukce. Jejich hmotnost i svázaná energie je ve všech variantách přibližně stejná. Několik změn materiálového složení nenosných konstrukcí (např. tepelná izolace obvodového pláště a střechy) se na svázané energii výrazně neprojevuje.

Rozdíly v celkové svázané energii jednotlivých variant způsobují spíše nosné konstrukce a jejich vliv opět zhruba odpovídá hmotnosti. Varianta *Železobetonový KS* nedosahuje v případě svázané energie tak velkého rozdílu oproti ostatním variantám, jako je rozdíl v hmotnosti.

Varianta *Dřevěný masivní skelet* má nejnižší celkovou hodnotu svázané energie, ale při porovnání nosných konstrukcí má svázanou energii vyšší než *Dřevěný sloupkový KS*. Vyšší celkovou hodnotu u *Dřevěného sloupkového KS* způsobuje větší spotřeba materiálu na nenosné konstrukce a větší vnější rozměry stavby dané konstrukčním řešením, akustickými požadavky a větší tloušťkou obvodové stěny vycházející z tepelně technických požadavků.

Následující *Graf 4.2.5.3* ukazuje porovnání svázané produkce emisí CO<sub>2</sub> celé stavby v řešených variantách. Stejně jako v předchozích grafech jsou zobrazované charakteristiky rozděleny na část způsobenou nosnými a část způsobenou nenosnými konstrukcemi.

### Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí CO<sub>2</sub>

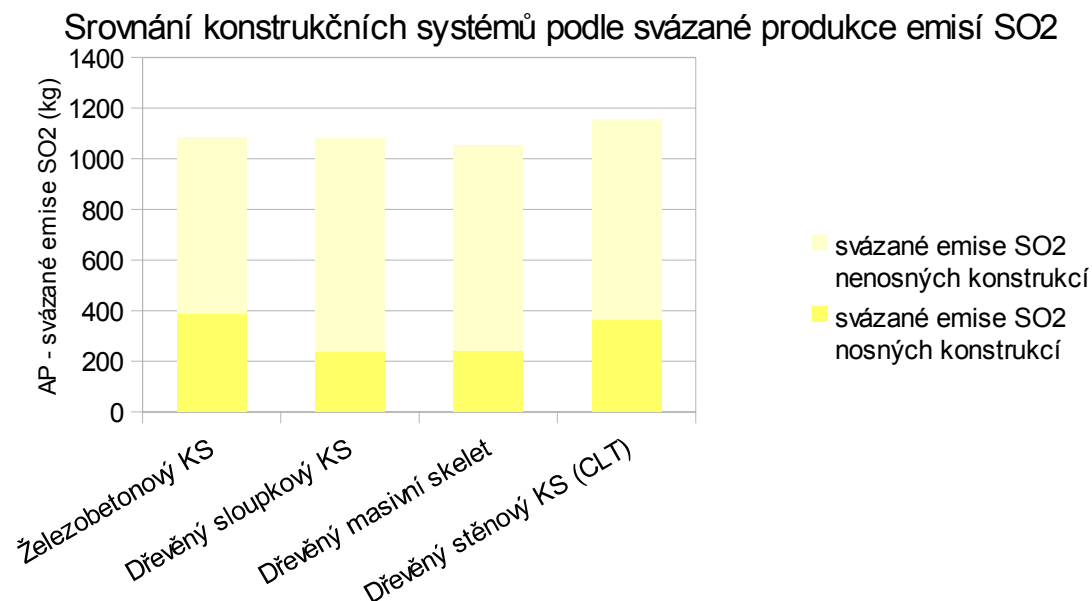


Graf 4.2.5.3 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí CO<sub>2</sub>

Rozložení výsledků v *Grafu 4.2.5.3* opět vychází z hmotností jednotlivých variant. Podíl nosných konstrukcí na celkové svázané produkci emisí CO<sub>2</sub> je oproti svázané energii mnohem větší. Svázané emise CO<sub>2</sub> nenosných konstrukcí jsou, stejně jako u hmotnosti a svázané energie, ve všech variantách přibližně stejné. Několik změn materiálového složení nenosných konstrukcí (např. tepelná izolace obvodového pláště a střechy) se na svázaných emisích CO<sub>2</sub> výrazně neprojevuje.

Rozdíly v celkových svázaných emisích CO<sub>2</sub> jednotlivých variant způsobují spíše nosné konstrukce a jejich vliv opět zhruba odpovídá hmotnosti.

Následující *Graf 4.2.5.4* ukazuje porovnání svázané produkce emisí SO<sub>2</sub> celé stavby v řešených variantách. Stejně jako v předchozích grafech jsou zobrazované charakteristiky rozděleny na část způsobenou nosnými a část způsobenou nenosnými konstrukcemi.



*Graf 4.2.5.4 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí SO<sub>2</sub>*

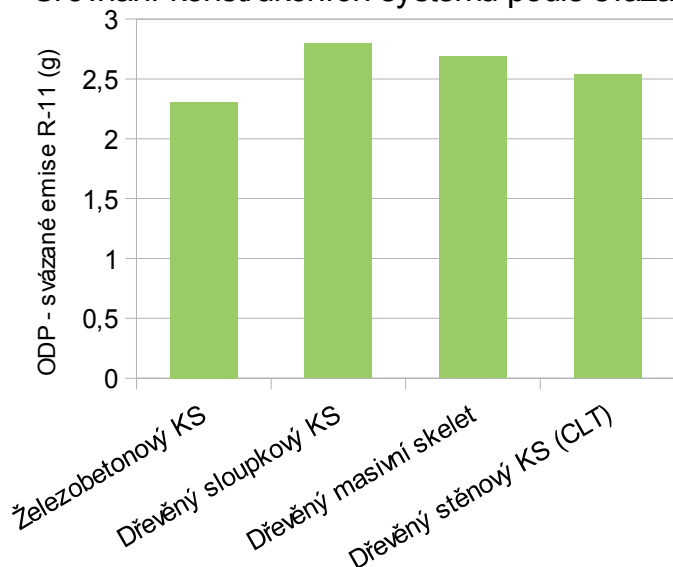
Na rozdíl od předchozích grafů, svázané emise SO<sub>2</sub> neodpovídají hmotnostem jednotlivých variant. Na svázaných emisích SO<sub>2</sub> nosných konstrukcí je možné vysledovat závislost na hmotnosti, ale mezi oběma variantami se stěnovým konstrukčním systémem není tak výrazný rozdíl ve svázaných emisích SO<sub>2</sub> jako u hmotnosti. Z toho vyplývá, že stěnové a stropní konstrukce z vrstveného dřeva jsou srovnatelné s železobetonovými stěnami a deskami, co se týče svázané produkce emisí SO<sub>2</sub>.

Nejmenší svázané emise SO<sub>2</sub> nenosných konstrukcí má varianta *Železobetonový KS*, kde je na rozdíl od ostatních variant použit grafitový expandovaný polystyren jako tepelná izolace obvodových stěn a střechy. Z dosažených výsledků je zřejmé, že konstrukce obálky budovy s polystyrenem mají menší svázanou produkci emisí SO<sub>2</sub>, než konstrukce s minerální vlnou.

Volba minerální vlny jako tepelné izolace ostatních variant způsobuje to, že *Dřevěný sloupkový KS* a *Dřevěný masivní skelet* se celkovými svázanými emisemi SO<sub>2</sub> vyrovnají *Železobetonovému KS* i přesto, že jejich nosná konstrukce má svázané emise SO<sub>2</sub> mnohem menší. U *Dřevěného stěnového KS* je pak důsledkem použití minerální vlny to, že celá stavba má ze všech variant největší svázané emise SO<sub>2</sub>.

Následující *Graf 4.2.5.5* ukazuje porovnání svázané produkce emisí R-11 tepelných a akustických izolací v základních řešených variantách.

### Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí R-11



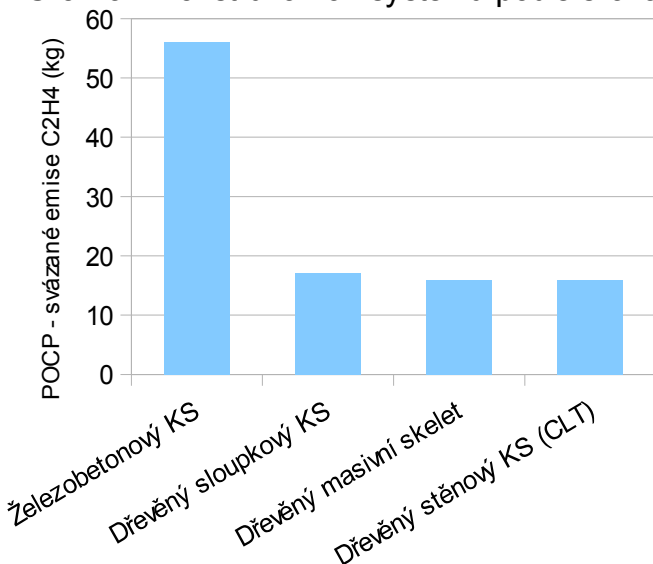
Graf 4.2.5.5 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí R-11

Protože Graf 4.2.5.5 ukazuje výsledky pouze pro tepelné a akustické izolace, je zřejmé, že svázaná produkce emisí R-11 je pro grafitový expandovaný polystyren (navržený ve variantě Železobetonový KS) menší než pro minerální vlnu navrženou v ostatních variantách. Hodnoty svázaných emisí R-11 u variant s dřevěnými nosnými konstrukcemi odpovídají množství použité minerální vlny.

K dosaženým hodnotám svázaných emisí R-11 také výrazně přispívá podsyp z pěnového skla. To je ovšem použito ve všech variantách v přibližně stejném množství, rozdíly mezi jednotlivými variantami tedy neovlivňuje.

Následující Graf 4.2.5.6 ukazuje porovnání svázané produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> tepelných a akustických izolací v základních řešených variantách.

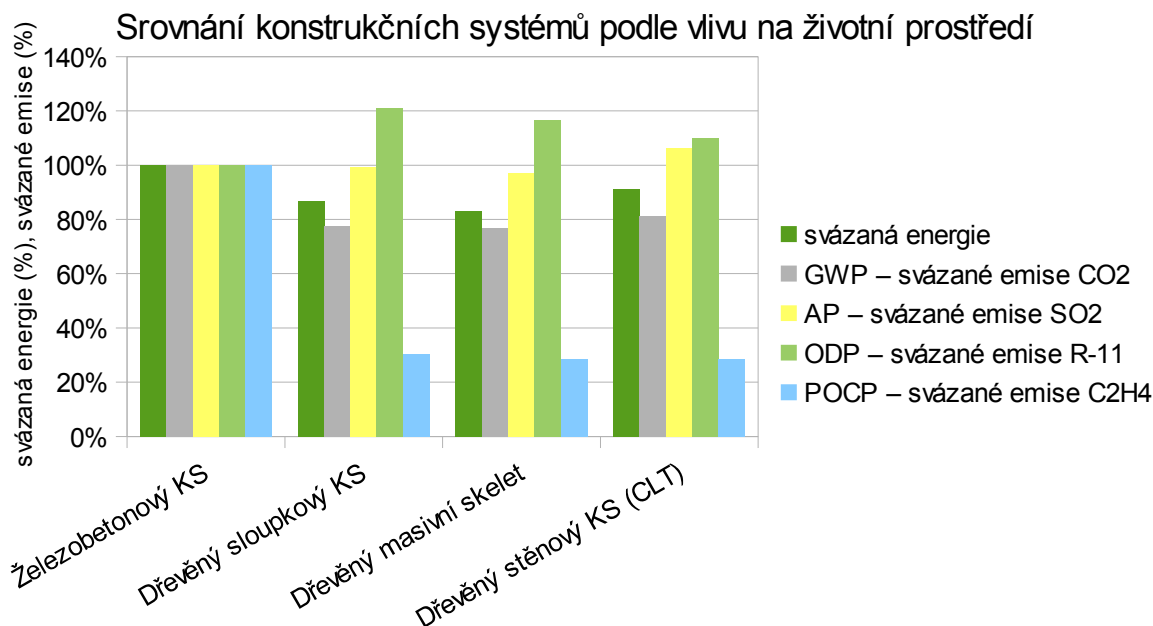
### Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>



Graf 4.2.5.6 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

Hodnoty z Grafu 4.2.5.6 odpovídají, stejně jako v případě svázaných emisí R-11, použitým tepelným izolacím. Zde naopak způsobuje výrazný nárůst svázaných emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> grafitový expandovaný polystyren u varianty Železobetonový KS, a to o přibližně 70 % oproti minerální vlně použité u ostatních variant.

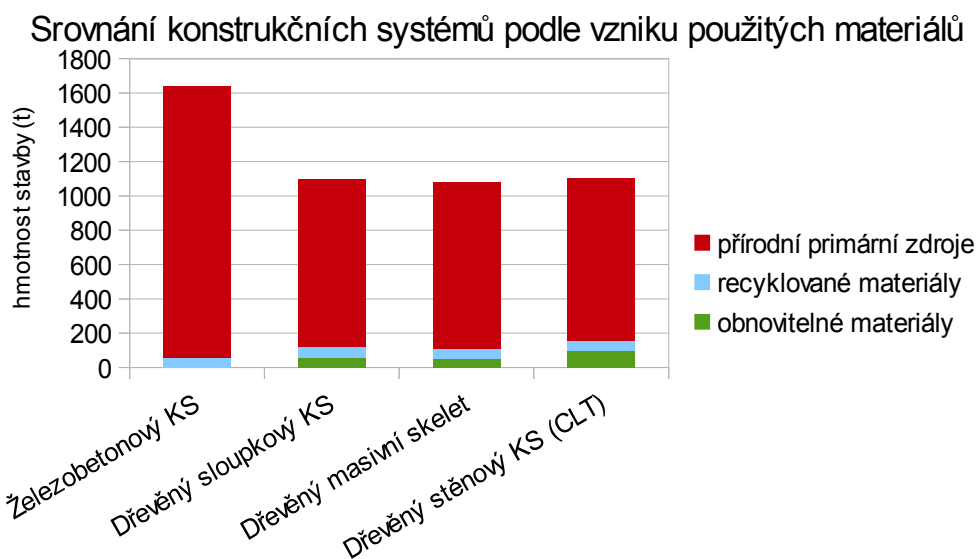
Všechny řešené environmentální parametry jsou dále převedeny na relativní (procentuální) hodnoty, kde je hodnota 100 % přiřazena environmentálním parametrům varianty *Železobetonový KS*. Porovnání jednotlivých variant konstrukčních systémů s relativními hodnotami svázané energie a svázaných emisí CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, R-11 a C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ukazuje *Graf 4.2.5.7*. Účelem tohoto sjednoceného grafu je podání ucelenější představy vlivu stavby ve variantách na životní prostředí.



*Graf 4.2.5.7 Srovnání konstrukčních systémů podle vlivu na životní prostředí (%)*

S přihlédnutím k tomu, že kritérium ODP nemá takovou důležitost jako kritéria ostatní (v Metodice SBToolCZ má ODP váhu 4 % [5]), se jeví varianty *Dřevěný sloupkový KS* a *Dřevěný masivní skelet* jako jednoznačně ekologičtější, co se týče svázané energie a svázaných emisí. Všechny tyto environmentální parametry jsou pak u *Dřevěného masivního skeletu* oproti *Dřevěnému sloupkovému KS* o několik procent příznivější. *Dřevěný stěnový KS* je ze všech tří variant s dřevěným konstrukčním systémem nejméně ekologický, ale s výjimkou kritérií AP a ODP má stále menší dopad na životní prostředí, než varianta *Železobetonový KS*.

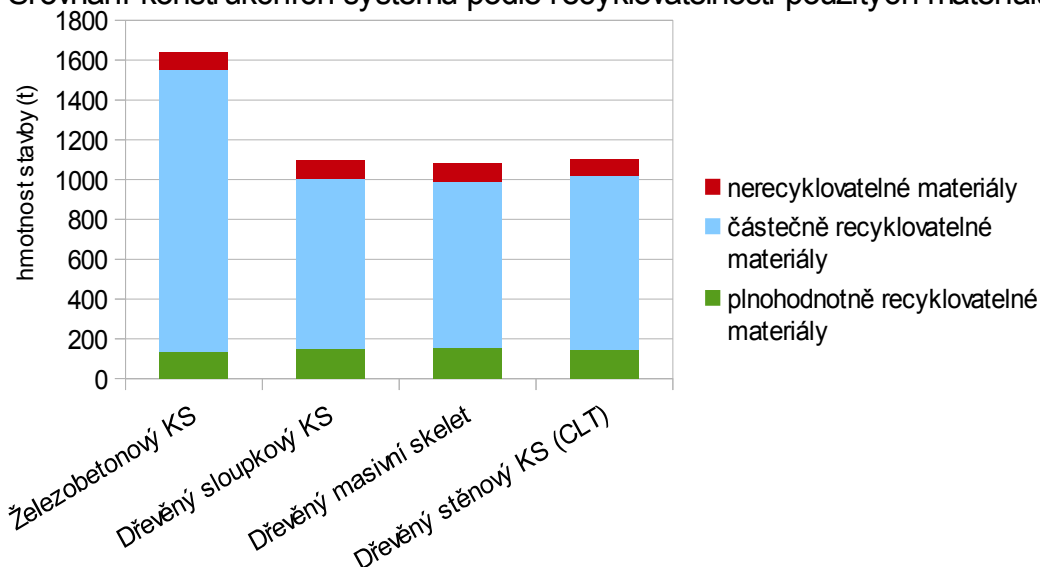
Na dalších dvou grafech jsou srovnávány konstrukční materiály podle kapitoly E.10 Metodiky SBToolCZ [5]. *Graf 4.2.5.8* řeší materiály z pohledu jejich vzniku a *Graf 4.2.5.9* z pohledu nakládání s materiály po dožití a demolici stavby. Jedná se o grafy s celkovými hmotnostmi stavby stejně jako v *Grafu 4.2.5.1*, pouze je použito odlišné členění sloupců.



*Graf 4.2.5.8 Srovnání konstrukčních systémů podle hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku*



## Srovnání konstrukčních systémů podle recyklovatelnosti použitých materiálů



Graf 4.2.5.9 Srovnání konstrukčních systémů podle hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti

Výsledky Grafů 4.2.5.8 a 4.2.5.9 jsou opět ovlivněny rozdíly hmotností mezi jednotlivými variantami. *Dřevěný masivní skelet* má nejnižší celkovou hmotnost a v důsledku toho dosahuje nejpříznivějších výsledků i v tomto hodnocení, protože spotřebovává nejmenší množství materiálů bez ohledu na jejich další členění.

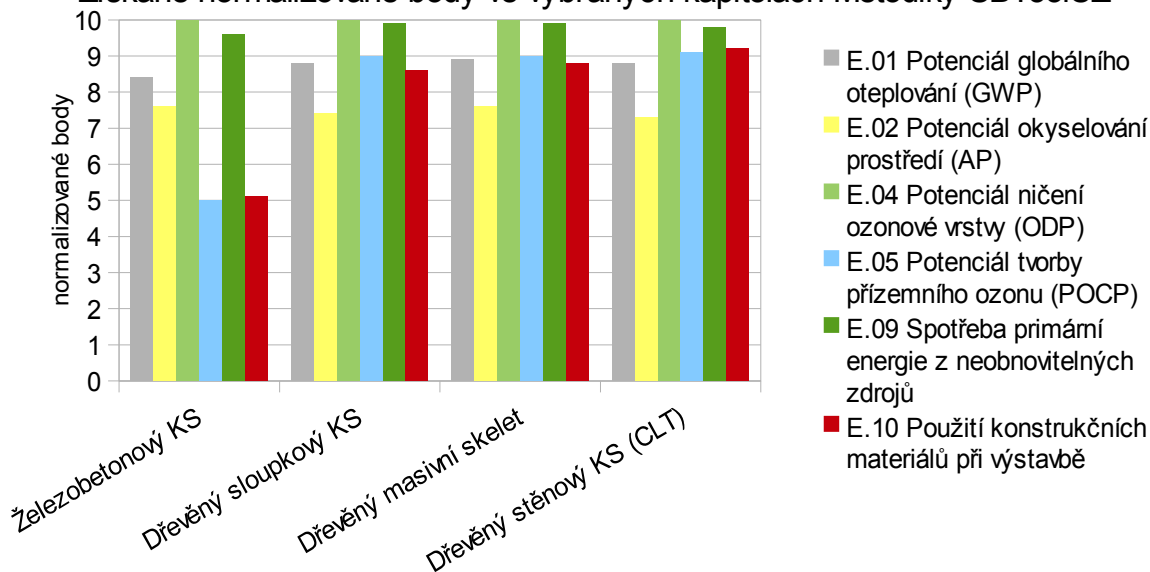
Varianta *Dřevěný stěnový KS* má největší podíl obnovitelných materiálů. To je způsobeno nosnou konstrukcí, která spotřebovává výrazně větší množství dřeva než ostatní konstrukční systémy. I v ostatních variantách odpovídá podíl obnovitelných materiálů množství použitého dřeva.

Hmotnost nerecyklovatelných materiálů je ve všech variantách přibližně stejná. Celkovou hmotnost určuje především hmotnost částečně recyklovatelných materiálů, kam je zařazena většina použitých materiálů, zejména materiály nosných konstrukcí.

Větší podíl plnohodnotně recyklovatelných materiálů je vidět u variant se skeletovým konstrukčním systémem. To je způsobeno výrazně menší tloušťkou atiky oproti stěnovým konstrukčním systémům, kde je atika obalená tepelnou izolací. S menší tloušťkou atiky se zvětšuje plocha stabilizační vrstvy střechy. V tomto konkrétním případě odlišné řešení atiky způsobilo rozdíl v hmotnosti kačírku přibližně o 5 t, který se na rozdíl hmotností plnohodnotně recyklovatelných materiálů se podílí nejvýrazněji.

Varianty konstrukčních systémů byly vyhodnoceny pomocí vybraných kapitol Metodiky SBToolCZ [5]. Graf 4.2.5.10 obsahuje porovnání řešených variant podle získaného počtu normalizovaných bodů v každé z vybraných kapitol. Počet normalizovaných bodů je uveden v kapitole 4.2 u každé varianty a každého z kritérií. Normalizované body byly následně převedeny na vážené body vynásobením vahami kritérií uvedenými v úvodní kapitole Metodiky SBToolCZ [5]. Výpočet a výsledné zisky vážených bodů jsou uvedeny v tabulce Tab.4.2.5.1. Porovnání získaných vážených bodů u jednotlivých variant konstrukčních systémů ukazuje Graf 4.2.5.11.

### Získané normalizované body ve vybraných kapitolách Metodiky SBToolCZ

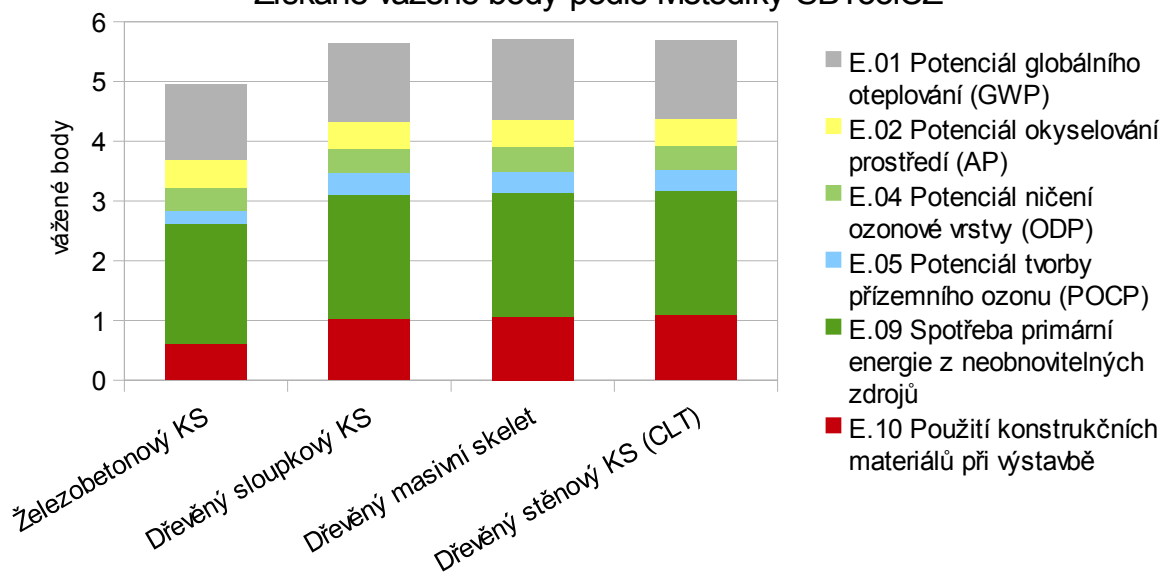


Graf 4.2.5.10 Získané normalizované body ve vybraných kapitolách Metodiky SBToolCZ

Tab.4.2.5.1 Přehled získaných bodů podle Metodiky SBToolCZ

kritérium	normalizované body				váha	vážené body			
	Železobetonový KS	Dřevěný sloupkový KS	Dřevěný masivní skelet	Dřevěný stěnový KS (CLT)		Železobetonový KS	Dřevěný sloupkový KS	Dřevěný masivní skelet	Dřevěný stěnový KS (CLT)
E.01 Potenciál globálního oteplování (GWP)	8,4	8,8	8,9	8,8	15%	1,26	1,32	1,34	1,32
E.02 Potenciál okyselení prostředí (AP)	7,6	7,4	7,6	7,3	6%	0,46	0,44	0,46	0,44
E.04 Potenciál ničení ozonové vrstvy (ODP)	10,0	10,0	10,0	10,0	4%	0,40	0,40	0,40	0,40
E.05 Potenciál tvorby přízemního ozonu (POCP)	5,0	9,0	9,0	9,1	4%	0,20	0,36	0,36	0,36
E.09 Spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů	9,6	9,9	9,9	9,8	21%	2,02	2,08	2,08	2,06
E.10 Použití konstrukčních materiálů při výstavbě	5,1	8,6	8,8	9,2	12%	0,61	1,03	1,06	1,10
<b>celkem</b>						<b>4,94</b>	<b>5,64</b>	<b>5,69</b>	<b>5,68</b>

### Získané vážené body podle Metodiky SBToolCZ



Graf 4.2.5.11 Získané vážené body ve vybraných kapitolách Metodiky SBToolCZ

Podle provedené analýzy vycházející z celkových hodnot hmotností, svázané energie a svázaných emisí látek lze za variantu s nejmenším dopadem na životní prostředí označit *Dřevěný masivní skelet*. Podle hodnocení pomocí nástroje SBToolCZ, která místo celkových hodnot počítá s poměrnými hodnotami, dosahuje nejlepšího výsledku varianta *Dřevěný stěnový KS*.

Tento rozdíl je způsoben především v hodnotícím kritériu E.10, kde Metodika SBToolCZ [5] upřednostňuje využití obnovitelných materiálů podle hmotnosti, respektive poměru hmotnosti obnovitelných a recyklovatelných materiálů k hmotnosti celkové. Při dodržení předepsaného postupu pak *Dřevěný stěnový KS*, který má výrazně větší hmotnost dřeva (CLT panelů), než je hmotnost dřevěných konstrukcí *Dřevěného masivního skeletu*, dosahuje v kritériu E.10 většího počtu bodů. To znamená, že *Dřevěný stěnový KS* s větší spotřebou dřeva je metodikou SBToolCZ hodnocen jako příznivější. Variantu dřevěného stěnového konstrukčního systému z CLT panelů z tohoto důvodu nelze vyhodnotit jako environmentálně nejšetrnější.

Obecně se ale výsledky mezi variantami s dřevěnou nosnou konstrukcí téměř neliší, a to při vyhodnocení celkových hodnot i poměrných hodnot pomocí SBToolCZ. Zásadní rozdíl je vidět u varianty *Železobetonový KS*, která v hodnocení SBToolCZ dosahuje přibližně o 0,7 váženého bodu méně, než ostatní řešené varianty. Na základě těchto výsledků je možné říci, že stavby s dřevěnými konstrukčními systémy mohou mít menší dopad na životní prostředí, než běžné budovy s železobetonovým konstrukčním systémem.

## 4.3 Environmentální optimalizace

### 4.3.1 Metodika environmentální optimalizace

Účelem environmentální optimalizace je snížení dopadu stavby na životní prostředí. Pro optimalizaci byla zvolena varianta *Dřevěný masivní skelet*, která dosáhla v hodnocení (viz kapitola 4.5) nejpříznivějších výsledků. Cílem je snížení hodnot environmentálních parametrů typu svázaná energie nebo svázané emise, resp. zvýšení počtu dosažených bodů dle hodnocení SBToolCZ. Dále je snahou nahradit materiály z přírodních primárních zdrojů obnovitelnými nebo recyklovanými materiály a nerecyklovatelné materiály zastoupit materiály recyklovatelnými.

Cílů optimalizace je dosaženo změnou materiálu nebo změnou konstrukčního řešení, které vede k úspoře materiálu. Prioritně je pozornost zaměřena na materiály a konstrukce výrazně se podílející na hodnotách dosažených v jednotlivých environmentálních kritériích (viz *Graf 4.2.3.1*, *Graf 4.2.3.2*, *Graf 4.2.3.3*, *Graf 4.2.3.7* a *Graf 4.2.3.8*).

Nakonec je vyhodnocena varianta *optimalizovaný Dřevěný masivní skelet* obsahující efektivní navržená řešení změn materiálů nebo konstrukčních řešení. Výsledky jsou porovnány s *Železobetonovým KS* jako referenční a nejméně příznivou variantou a s neoptimalizovaným *Dřevěným masivním skeletem*.

### 4.3.2 Změna řešení vnějšího zábradlí

Zábradlí balkónů a oken s nulovými parapety se v podobě položek „ocel – kompletační konstrukce“ a „sklo“ výrazně projevuje na celkové svázané energii a celkových svázaných emisích CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> (viz *Graf 4.2.3.1*, *Graf 4.2.3.2* a *Graf 4.2.3.3*). Řešení před optimalizací vychází z architektonického návrhu (je odhadnuto na základě architektonického pohledu – viz *Příloha č. 1*).

Jako varianta s výrazně menší spotřebou materiálu je navrženo zábradlí s výplněmi z tahokovu. To vede k úplné eliminaci skla ze zábradlí a k výrazné úspoře ocelových tyčových prvků. Nevýhodou je neúplné naplnění architektonického návrhu, respektován je pouze deskový charakter zábradlí. Vliv této úpravy zábradlí ukazuje tabulka *Tab. 4.3.2.1*.

Tab. 4.3.2.1 Vliv změny řešení vnějšího zábradlí na dopad na životní prostředí

vnější zábradlí z tahokovu		před optimalizací	po optimalizaci
objem oceli	m <sup>3</sup>	2,705	0,582
hmotnost oceli	kg	21234	4569
objem skla	m <sup>3</sup>	6,368	0
hmotnost skla	kg	16557	0
svázaná energie	MJ	822549,132	132797,489
	%	22,37%	5,83%
svázané emise CO <sub>2</sub>	kg CO <sub>2</sub> ekv./kg	60652,235	9559,548
	%	23,35%	6,43%
svázané emise SO <sub>2</sub>	kg SO <sub>2</sub> ekv./kg	316,290	37,801
	%	30,40%	7,64%

#### 4.3.3 Změna materiálu tepelné izolace

V původní variantě je jako tepelná izolace obvodových stěn a střechy navržena běžně používaná minerální vlna. Ta se při tak velkém množství výrazně projevuje ve všech environmentálních kritériích, v případě svázaných emisí R-11 dokonce způsobuje vyšší celkové hodnoty než u referenční varianty *Železobetonový KS*, kde je použit pěnový polystyren. Navíc se jedná o v praxi nerecyklovatelný materiál původem z přírodních primárních zdrojů.

Všechny popsané problémy lze vyřešit použitím přírodní tepelné izolace. Zde je navržena izolace z konopí jako materiální podstatou nejbližší alternativa minerální vlny. Vliv změny tepelné izolace ukazuje tabulka *Tab. 4.3.3.1*.

Tab. 4.3.3.1 Vliv změny materiálu tepelné izolace na dopad na životní prostředí

tepelná izolace z konopí		před optimalizací	po optimalizaci
objem tepelné izolace	m <sup>3</sup>	356,941	433,97
hmotnost tepelné izolace	kg	21416	18227
svázaná energie	MJ	432447,585	20868,888
	%	14,47%	0,92%
svázané emise CO <sub>2</sub>	kg CO <sub>2</sub> ekv./kg	24266,991	1133,685
	%	11,63%	0,76%
svázané emise SO <sub>2</sub>	kg SO <sub>2</sub> ekv./kg	179,005	5,687
	%	23,49%	1,15%
svázané emise R-11	g R-11 ekv./kg	1,186	0,088
	%	44,20%	5,54%
svázané emise C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ekv./kg	9539,105	291,209
	%	58,21%	4,08%

#### 4.3.4 Změna materiálu silikátových nosných konstrukcí

Konstrukce 1.NP a komunikačního jádra z železobetonu se projevují zejména ve svázaných emisích CO<sub>2</sub> a dále samozřejmě v hmotnosti celé stavby.

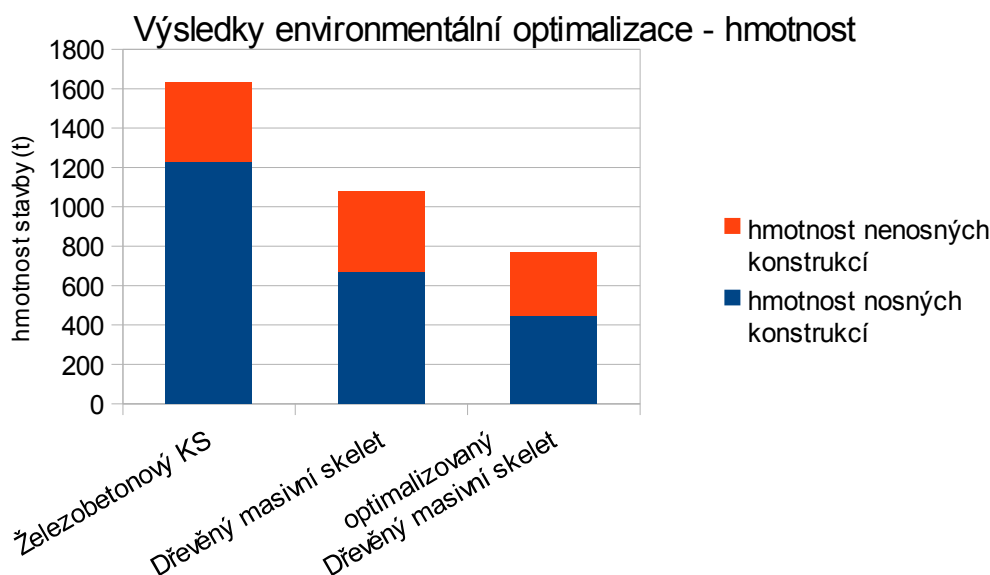
V optimalizovaném řešení jsou stěny navrženy jako zděné z vápenopískových tvárnic a stropy montované z železobetonových předpjatých dutinových panelů (Spiroll). Vliv změny materiálu nosných konstrukcí ukazuje tabulka *Tab. 4.3.4.1*.

Tab. 4.3.4.1 Vliv změny materiálu silikátových nosných konstrukcí na dopad na životní prostředí

vápenopísek + spiroll		před optimalizací	po optimalizaci
objem stěn	m <sup>3</sup>	78,582	78,582
hmotnost stěn	kg	196455	120230
objem stropů	m <sup>3</sup>	74,923	74,923
hmotnost stropů	kg	187308	66416
svázaná energie	MJ	495334,806	196462,110
	%	19,23%	8,63%
svázané emise CO <sub>2</sub>	kg CO <sub>2</sub> ekv./kg	60243,195	23268,251
	%	32,47%	15,66%
svázané emise SO <sub>2</sub>	kg SO <sub>2</sub> ekv./kg	133,078	38,885
	%	22,61%	7,86%

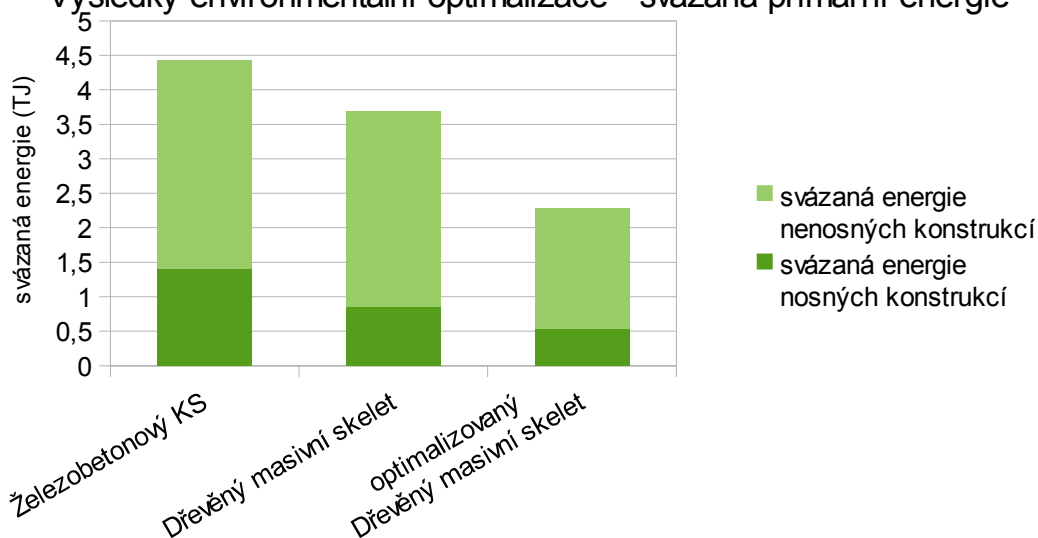
#### 4.3.5 Výsledky environmentální optimalizace

Varianta *Dřevěný masivní skelet*, na kterou byly aplikovány tři zásadní úpravy (viz předchozí části kapitoly), byla vyhodnocena stejným postupem jako základní varianty. Na následujících grafech je provedeno srovnání optimalizované varianty *Dřevěný masivní skelet*, jejího původního stavu a *Železobetonového KS* jako referenční a environmentálně nejméně šetrné varianty. Srovnání je obdobné jako v kapitole 4.2.5. *Graf 4.3.5.1* obsahuje hmotnost, *Graf 4.3.5.2* svázanou energii, *Graf 4.3.5.3* svázané emise CO<sub>2</sub>, *Graf 4.3.5.4* svázané emise SO<sub>2</sub>, *Graf 4.3.5.5* svázané emise R-11, *Graf 4.3.5.6* svázané emise C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, *Graf 4.3.5.7* hmotnosti materiálů podle jejich vzniku a *Graf 4.3.5.8* hmotnosti materiálů podle recyklovatelnosti.



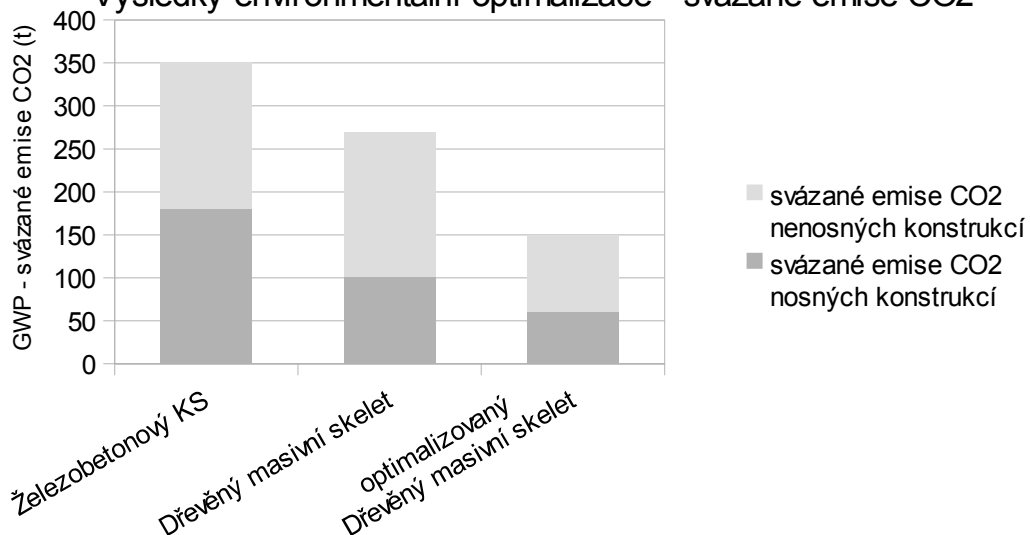
Graf 4.3.5.1 Srovnání konstrukčních systémů podle hmotnosti

### Výsledky environmentální optimalizace - svázaná primární energie



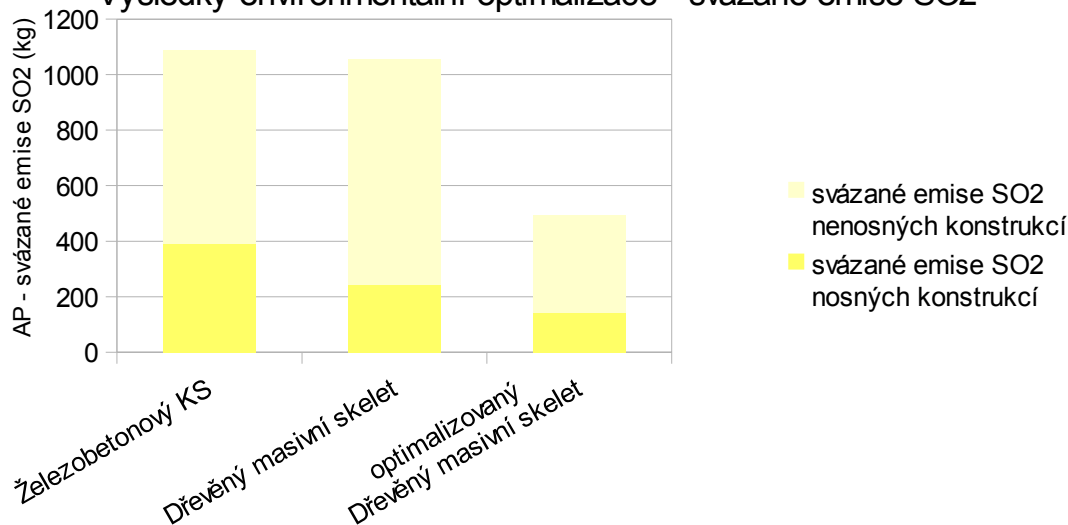
Graf 4.3.5.2 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané spotřeby primární energie

### Výsledky environmentální optimalizace - svázané emise CO2

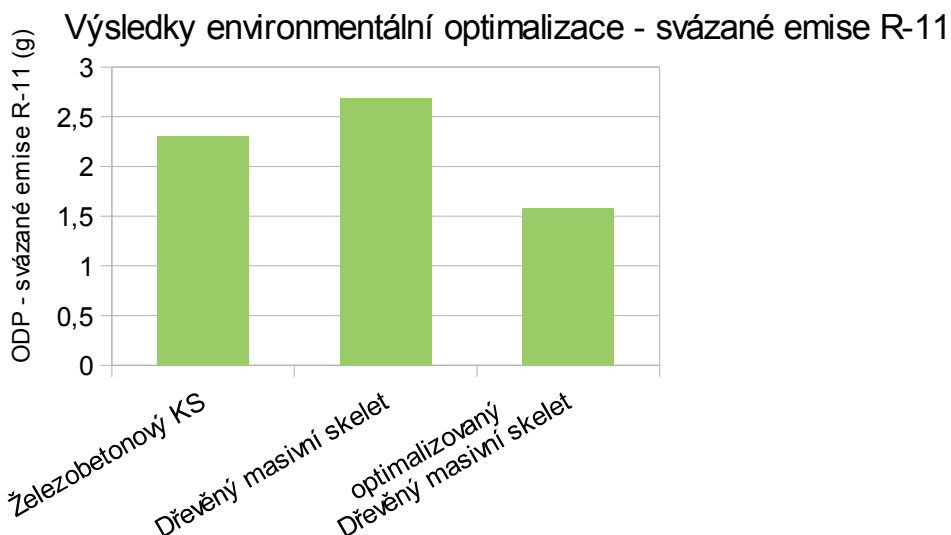


Graf 4.3.5.3 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí CO<sub>2</sub>

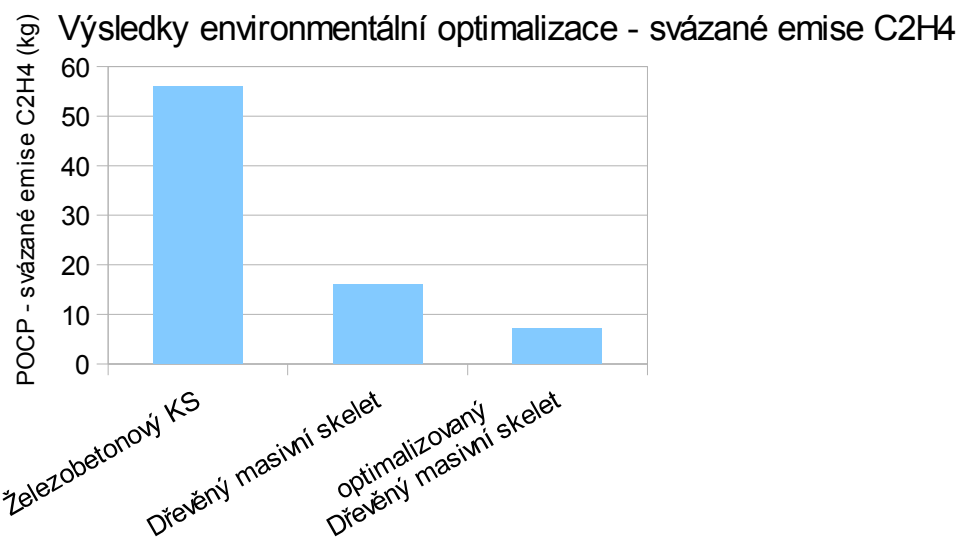
### Výsledky environmentální optimalizace - svázané emise SO2



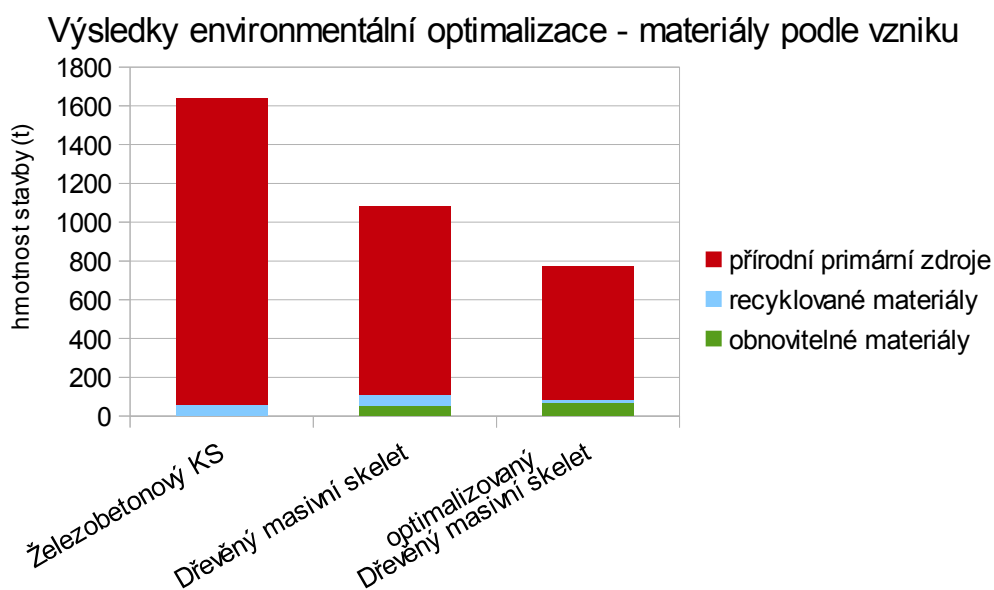
Graf 4.3.5.4 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí SO<sub>2</sub>



Graf 4.3.5.5 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí R-11

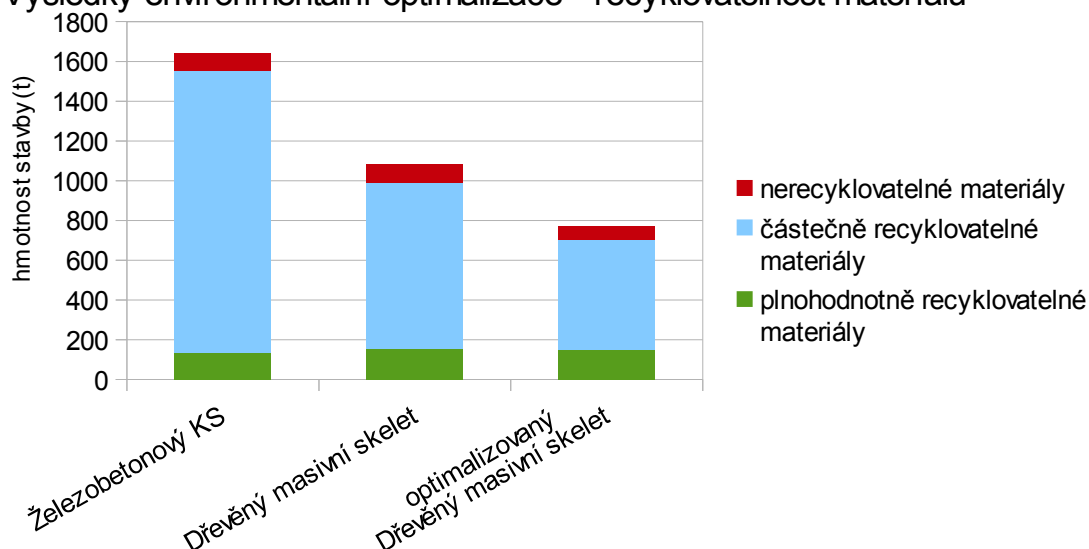


Graf 4.3.5.6 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>



Graf 4.3.5.7 Srovnání konstrukčních systémů podle hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku

## Výsledky environmentální optimalizace - recyklovatelnost materiálů



Graf 4.3.5.8 Srovnání konstrukčních systémů podle hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti

Z uvedených grafů je zřejmé, že pomocí několika úprav materiálů zásadně ovlivňujících dopad stavby na životní prostředí lze tento dopad výrazně snížit. V případě svázaných emisí CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> je to dokonce na méně než polovinu oproti referenční variantě (za první úpravu by se dala považovat změna konstrukčního systému z železobetonového konstrukčního systému na dřevěný masivní skelet). Úpravami je dále docíleno většího využití obnovitelných materiálů. Celková hmotnost materiálů z přírodních primárních zdrojů a částečně recyklovatelných materiálů se výrazně snižuje.

Tabulka Tab. 4.3.5.1 uvádí normalizované body vybraných kritérií nástroje SBToolCZ původní neoptimalizované varianty *Dřevěný masivní skelet* a body dosažené její optimalizací.

Tab. 4.3.5.1 Získané normalizované body ve vybraných kapitolách Metodiky SBToolCZ

kritérium	před optimalizací	po optimalizací
E.01 Potenciál globálního oteplování (GWP)	8,9	9,5
E.02 Potenciál okyselování prostředí (AP)	7,6	9,5
E.04 Potenciál ničení ozonové vrstvy (ODP)	10,0	10,0
E.05 Potenciál tvorby přízemního ozonu (POCP)	9,0	10,0
E.09 Spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů	9,9	10,0
E.10 Použití konstrukčních materiálů při výstavbě	8,8	9,7

Použitými úpravami bylo docíleno navýšení bodů poloviny kritérií na maximum (10,0). Ostatní kritéria se maximu blíží. Dosažení 10 normalizovaných bodů nebo alespoň dalšího zvýšení počtu bodů u těchto kritérií by bylo možné pomocí dalších úprav, které se ovšem neprojeví tak výrazně, jako úpravy již provedené. Může se jednat například o následující úpravy:

- změnu hydroizolace střechy a spodní stavby z asfaltových pásů na hydroizolační fólie,
- použití sádrovláknitých nebo hliněných desek s omítkou místo sádrokartonu,
- změnu akustických izolací přiček a podlah z minerální vlny na přírodní vláknitou izolaci (např. z konopí),
- změnu konstrukčního řešení schodiště z deskového na schodnicové, s železobetonovými stupni bez podstupnic (dojde k úspoře železobetonu).



## 5. Využití BIM

### 5.1 Popis a zhodnocení použití BIM pro účely bakalářské práce

Součástí práce bylo vytvoření BIM modelu pro každou z řešených variant. Modely jsou vytvořeny v programu ArchiCAD 21.

Úroveň detailnosti provedení odpovídá kategorii LOD 350 dle dokumentu Level of Development Specification ze serveru bimforum.org. [20] To znamená, že model obsahuje všechny konstrukční prvky v jejich skutečném tvaru (např. ocelové UW a CW profily v příčkách), hlavní spojovací prvky konstrukcí (např. stýčkové plechy u sloupů a průvlaků *Dřevěného masivního skeletu*) a všechny vrstvy sendvičových konstrukcí (např. lepicí hmotu ETICS). Model neobsahuje drobné spojovací prostředky (např. hřebíky, svorníky, šrouby, svary, kotvy ETICS), výztuž v železobetonu, tmelené spáry v detailech, skladbu deskových materiálů apod. Z důvodu navazujícího environmentálního vyhodnocení nebyly také vymodelovány finální vnitřní povrchové úpravy jako nášlapné vrstvy podlah, malby, tapety nebo keramické obklady. Systémy TZB nejsou součástí vytvořených BIM modelů. Modely obsahují negeometrické databázové informace zejména o použitých stavebních materiálech a konstrukcích.

Projektování s využitím BIM má jednoznačnou výhodu v možnosti modelování v různých prostředích (nejen z půdorysu), přičemž prostředí jsou vzájemně provázaná. Návrh zejména sloupkových a kostrových konstrukcí je tak mnohem efektivnější. Zároveň je zajištěna možnost kontroly návrhu v prostorových souvislostech.

Efektivita 3D modelování klesá v případě potřeby vymodelovat detaily kompletačních konstrukcí a odvozovat z nich 2D výkresy detailů. Tímto způsobem byly získány vstupy do stavebně energetické optimalizace (viz kapitola 3.). Postup je, alespoň v programu ArchiCAD, neefektivní, protože se tyto liniové detaily vytváří pomocí funkce „vlastní profil“. Modelování pak spočívá v nakreslení 2D detailu v rozhraní funkce „vlastní profil“ a následném roztažení tohoto profilu ve směru řídicí křivky pomocí některé z funkcí „zed“, „sloup“ nebo „trám“ do prostoru. Pro potřeby posouzení a optimalizace detailů by plně vyhovovalo projektování ve 2D.

Automatické výstupy z BIM modelu, ať už geometrické (výkresy) či negeometrické (tabulky, výkazy...) jsou velmi užitečné. Tyto výstupy jsou úplně a správně za předpokladu zadání odpovídajících dat přímo při modelování. Pro účely této práce byl konkrétně použit automaticky vygenerovaný výkaz výměr, resp. seznam použitých materiálů s vypočtenými celkovými objemy materiálů. Výstup exportovaný z ArchiCADu do formátu .xls je uveden v *Příloze č. 7* společně s navazujícím environmentálním vyhodnocením (viz kapitola 4.). Zde použité environmentální parametry (jednotkové svázané energie a jednotkové produkce emisí látek) je možné zadat přímo do BIM modelu k odpovídajícím materiálům a součty provést v ArchiCADu. Tvorba grafů (viz kapitola 4.) je však již podmíněna exportováním do formátu .xls a dalšími operacemi provedenými v tabulkovém procesoru.

### 5.2 Práce v dalších programech navazujících na BIM

ArchiCAD umožňuje tvorbu projektové dokumentace odvozením ze 3D modelu a ručním doplněním 2D prvků (kóty, odkazy). Výkazy, tabulky a legendy se tvoří automaticky. Tímto způsobem je možné vytvořit kompletní projektovou dokumentaci na libovolném stupni podrobnosti, bez dalších programů.

Pro posuzování konstrukcí z hlediska tepelné techniky jsou nutné navazující programy, ArchiCAD tepelně technické posouzení skladeb neumožňuje. Stavebně energetická optimalizace detailů, tak jak je provedená v kapitole 3. v ArchiCADu provést nelze. Z BIM modelu je možné pouze převzít 2D detaily a dosadit je do software na výpočet teplotního pole a tepelné propustnosti. V této práci je za účelem výpočtů použit program Area 2017 EDU. Práci v obou programech není možné nijak propojit, ani v programu Area použít 2D podklad z ArchiCADu. To vyvolává nutnost detaily znovu modelovat (vytvářet 2D výpočetní model) v programu Area. Nemožnost navázat práci na BIM model je jednoznačnou nevýhodou, v tomto případě spíše na straně programu Area 2017 EDU.

Pro účely environmentálního vyhodnocení bylo potřeba data zpracovaná v ArchiCADu exportovat do tabulkového procesoru za účelem tvorby grafů. V tomto případě je návaznost práce v dalším programu zajištěná. Export dat je snadný, provádí se funkcí „uložit jako...“ ze zobrazení tabulky nebo výkazu, který je potřeba exportovat.

V průběhu práce byla také zkoumána možnost propojení ArchiCADu s jiným BIM software. Jednalo se konkrétně o převod BIM modelu varianty *Železobetonový KS* do programu Autodesk Revit 2018. Soubor byl převeden pomocí formátu IFC. Program ArchiCAD nabízí pro IFC převod několik přednastavených převodníků, z nichž některé jsou určeny pro program

Revit v různých verzích a s různými profesními doplňky. Postupně byly vyzkoušeny všechny převodníky určené pro Revit a dále převodník nazvaný „obecný export“. IFC soubor z tohoto obecného převodníku následně otevřený v Revitu vykazoval největší množství informací ponechaných ze zdrojového BIM modelu. Na převedeném modelu se projevila nekompatibilita některých nástrojů ArchiCADu a Revitu. Jmenovitě se jedná o automatické spojování vlastních profilů v nároží (do Revitu se přenesly nenapojené) a spojování geometrie v ArchiCADu prováděného funkcí „operace s tělesy“. [3] Podle získaných zkušeností je možné označit práci na jednom projektu v různých BIM programech za málo efektivní.

### **5.3 Možnosti dalšího využití vytvořených BIM modelů**

Pro každou variantu je vytvořen model v detailním provedení LOD 350. To umožňuje snadné vytvoření projektové dokumentace pro stavební povolení a pro provedení stavby. Z 3D modelu je potřeba odvodit potřebné 2D výkresy, případně je zjednodušit do potřebné úrovně, doplnit kóty a popisy.

Modely je možné použít při plánování a řízení realizace stavby, kde se uplatní zejména konstrukční prvky vymodelované v přesném tvaru (společně s množstvím materiálu) a poloze. Podobné využití je možné i po dokončení stavby, například v plánování udržovacích prací.

Použití modelů pro správné účely bytového domu (např. vedení databáze o nájemnících) je v tomto případě méně vhodné. Důvodem je velký datový obsah modelů, které jsou vytvořeny pro účely stavební teorie a praxe. Ve správě by pak docházelo k přidávání dalších dat k nepotřebným podrobným datům týkajícím se stavební podstaty budovy, což by dále zvyšovalo velikost souboru s modelem a nároky na hardware určený k jeho prohlížení.

Na teoretické úrovni lze vytvořené modely používat i k dalším analýzám, vyhodnocením a optimalizacím, pokud to podrobnost a připojená data umožňují.

### **5.4 Zhodnocení využitelnosti BIM v oboru energeticky efektivních a environmentálně šetrných budov**

Projektování pomocí BIM s sebou nese řadu výhod a zjednodušení oproti běžnému projektování ve 2D. Podmínkou pro využívání automatických funkcí BIM je pečlivé modelování se zadáváním dalších, negeometrických, dat. Pro některé konstrukční systémy budov (např. dřevěné skelety) je vytváření 3D modelu téměř nutností pro vytvoření 2D výkresů ve vzájemném prostorovém souladu. Při běžném projektování samozřejmě není nutné vytvářet pro celou budovu model v takové úrovni detailnosti provedení, jako byl vytvořen pro účely této práce.

Využití BIM pro účely stavebně energetického hodnocení a optimalizace není efektivní. Vytváření detailů v podrobnosti pro jejich optimalizaci je ve 2D méně pracné a přináší stejný výsledek. 3D model lze pak použít při hodnocení celé budovy pro zjištění vstupních geometrických údajů (plochy, objemy). Pro tento účel však rozhodně není potřeba detailní BIM model.

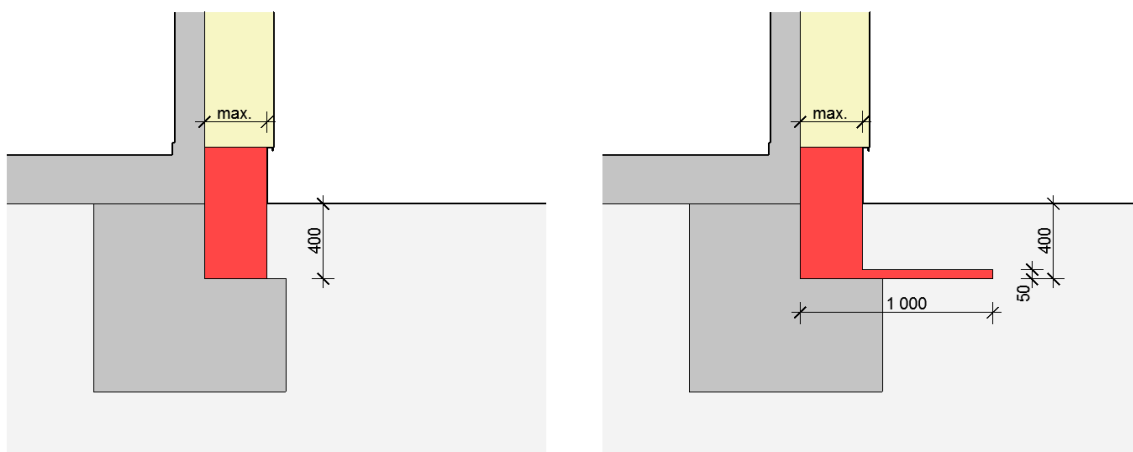
Při vyhodnocení dopadu na životní prostředí a environmentální optimalizaci jsou velmi užitečné automatické funkce BIM, především výkaz výměr. Vzhledem k přesnosti výsledků environmentálního vyhodnocení opět není nutné pracovat s tak přesným modelem, ze kterého se počítají přesné objemy materiálů.

## 6. Shrnutí výsledků

### 6.1 Stavebně energetická optimalizace

Optimalizované detaily:

- atika: - nosná část z železobetonu, obalení tepelnou izolací tloušťky 50 mm,
  - nosná část tvořená dřevěnou kostrou, bez tepelné izolace,
  - nosná část tvořená CLT panelem, bez obalení tepelnou izolací,
- sokl: - svislá část tepelné izolace z XPS o maximální tloušťce (jakou umožňuje navazující tepelná izolace stěny), do hloubky min. 400 mm pod úroveň přilehlého terénu,
  - pro bytový dům Resby (malá délka tepelné vazby) řešení pouze se svislou částí XPS,
  - obecně pro velké délky tepelné vazby (větší část obvodu budovy) řešení se svislou částí XPS a vodorovnou částí XPS o tloušťce 50 mm a délce 1000 mm.



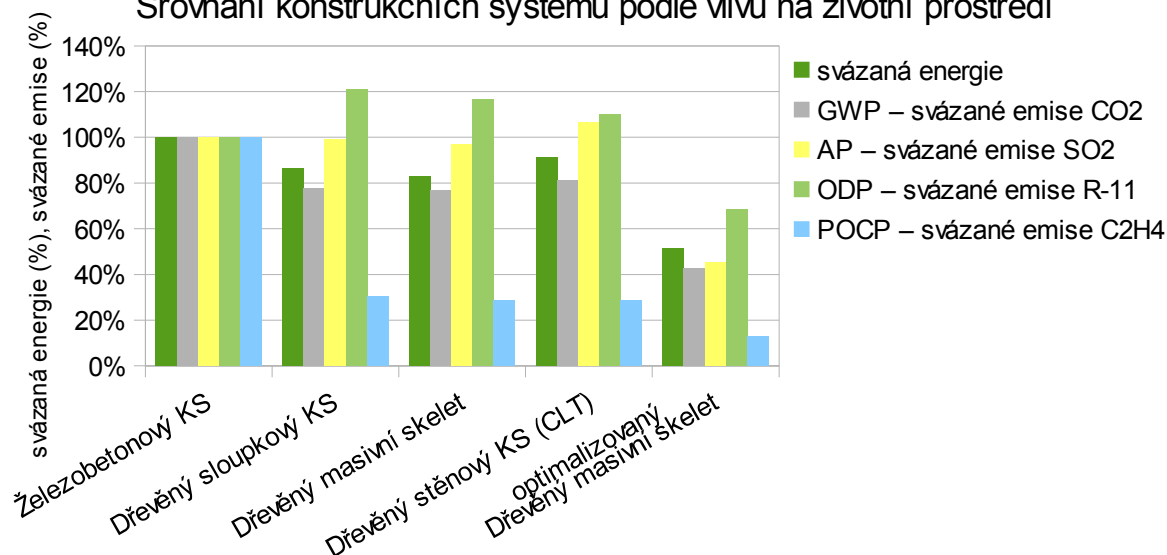
Obr. 6.1.1 Schéma optimalizovaného detailu soklu pro malou (vlevo) a velkou (vpravo) délku tepelné vazby

Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy  
Měrná potřeba tepla na vytápění (všechny varianty)

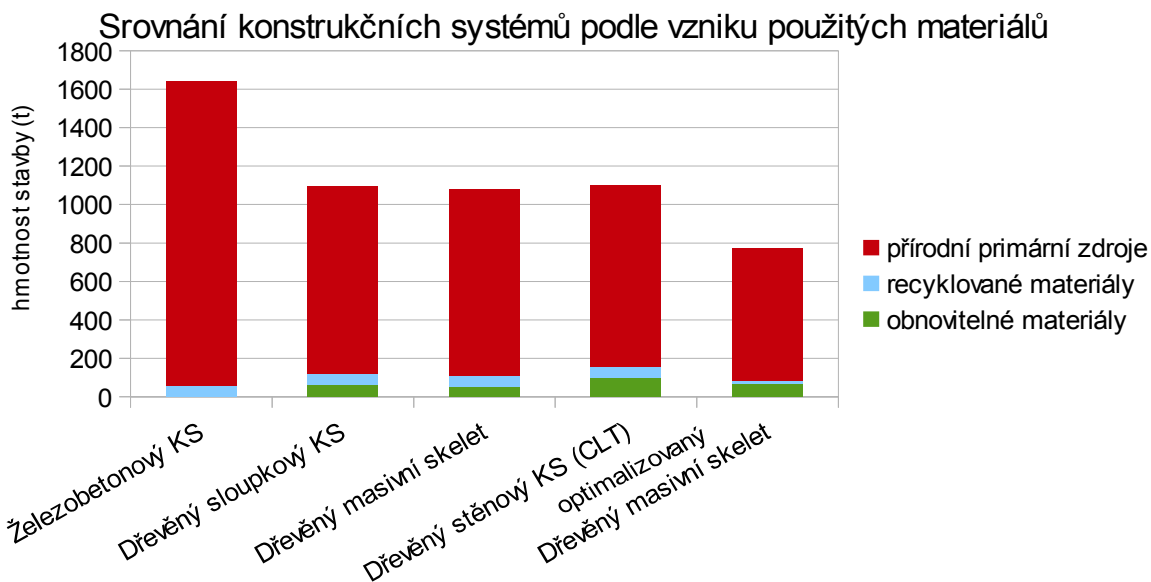
$U_{em} = 0,16$  až  $0,17$   $W/m^2K$   
 $Q_{h,nd} = 6$   $kWh/m^2$

### 6.2 Environmentální vyhodnocení a optimalizace

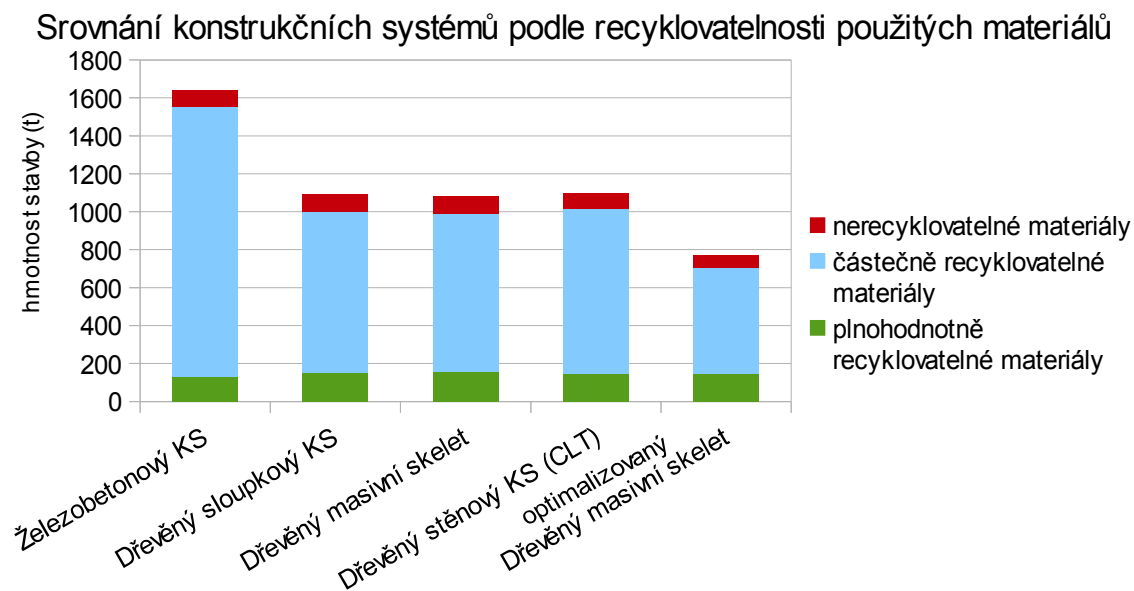
Srovnání konstrukčních systémů podle vlivu na životní prostředí



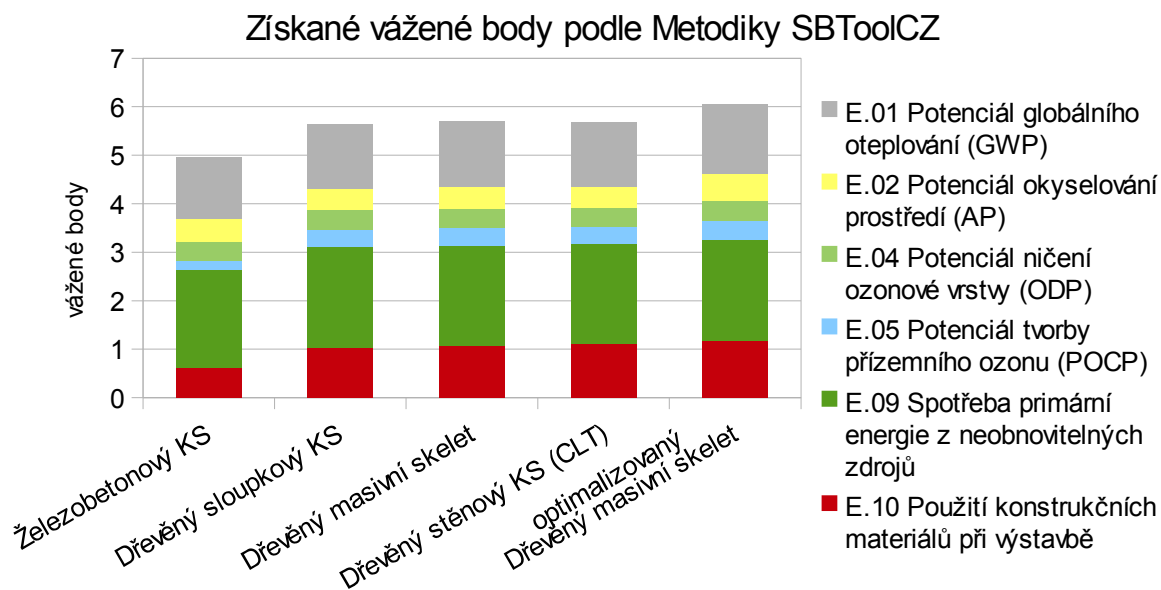
Graf 6.2.1 Srovnání konstrukčních systémů podle vlivu na životní prostředí (%)



Graf 6.2.2 Srovnání konstrukčních systémů podle hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku



Graf 6.2.3 Srovnání konstrukčních systémů podle hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti



Graf 6.2.4 Získané vážené body ve vybraných kapitolách Metodiky SBToolCZ

## 7. Závěr

Pro modelový příklad bytového domu Resby byly navrženy 4 varianty konstrukčního řešení využívající různé konstrukční systémy. Jedná se konkrétně o železobetonový monolitický stěnový konstrukční systém, dřevěný sloupkový konstrukční systém, dřevěný masivní skeletový konstrukční systém a dřevěný stěnový konstrukční systém využívající CLT panely. Každá varianta je zpracována formou BIM modelu, který může sloužit pro další analýzy, hodnocení a optimalizace, nebo pro projektování BD Resby.

Konstrukce obálky budovy byly z tepelně technického hlediska navrženy tak, aby přesně odpovídaly hodnotám součinitele prostupu tepla doporučeným pro pasivní budovy. Následně se práce věnovala návrhu, tepelně technickému posouzení a optimalizaci detailů obálky budovy. Pro detail atiky a soklu je stanoveno optimální využití tepelné izolace a jeho vliv na prostup tepla detailem. I pro ostatní neoptimalizovatelné detaily je stanoven prostup tepla za účelem podrobného výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy a měrné potřeby tepla na vytápění. Výpočtem určené hodnoty odpovídají ve všech variantách požadavkům pro pasivní budovy. Jednotlivé varianty jsou mezi sebou srovnatelné a jejich měrná potřeba tepla na vytápění se téměř neliší.

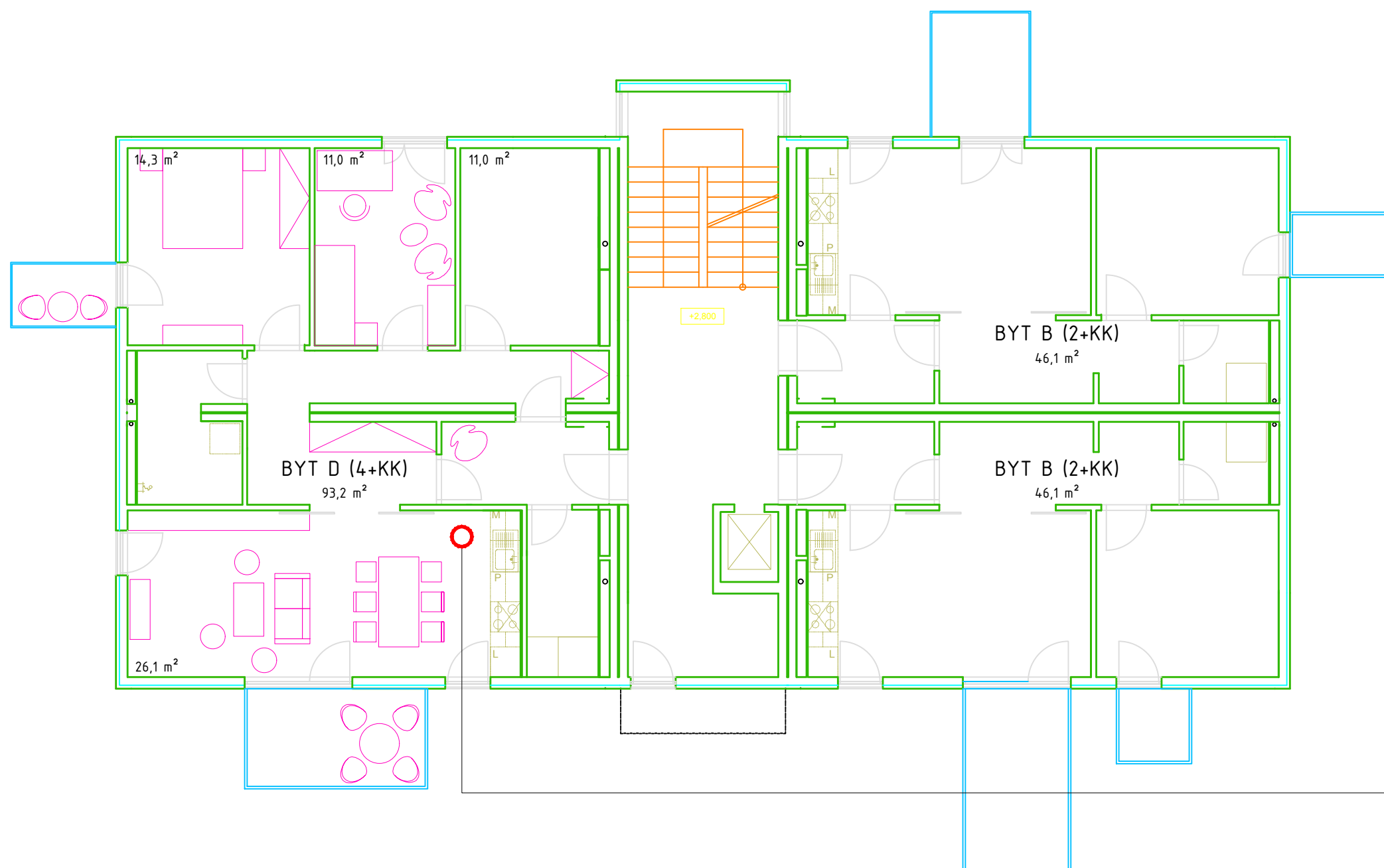
Každá varianta byla vyhodnocena z hlediska dopadu na životní prostředí metodou hodnocení životního cyklu stavby se systémovou hranicí „cradle to gate“. Následně byly každé variantě uděleny body ve vybraných kritériích nástroje SBToolCZ. Ze srovnání celkového i bodového hodnocení vyplývá, že všechny tři varianty s dřevěnými konstrukčními systémy mají téměř shodný dopad na životní prostředí, který je ale znatelně nižší, než dopad varianty s železobetonovým konstrukčním systémem na životní prostředí. K environmentální optimalizaci byla vybrána varianta s dřevěným masivním skeletovým konstrukčním systémem, která se ukázala jako výpočtově nejšetrnější k životnímu prostředí. Konstrukčními a materiálovými úpravami bylo u této varianty docíleno dalšího snížení dopadu na životní prostředí, a to v průměru přibližně na polovinu oproti referenční variantě s železobetonovým konstrukčním systémem.

V poslední části práce je zhodnocen přínos BIM projektování pro účely stavebně energetické a environmentální optimalizace. Obecně pro tuto činnost není nutné vytvářet BIM model ve velké podrobnosti, ale funkce BIM v mnoha případech zefektivňují práci na teoretické i projektové úrovni.

Výsledky práce je za určitých podmínek možné zobecnit i na další bytové domy projektované a realizované v ČR. Na základě toho je možné říci, že velmi často používané konstrukční systémy z monolitického železobetonu nejsou tak efektivní jako dřevěné konstrukční systémy, co se týče jejich stavebně energetické stránky a zejména dopadu na životní prostředí. Energetickou efektivitu budov s železobetonovými konstrukcemi lze zvýšit na úroveň dřevostaveb použitím většího množství tepelné izolace. Jejich dopad na životní prostředí však pravděpodobně snížit na úroveň dřevostaveb nelze.



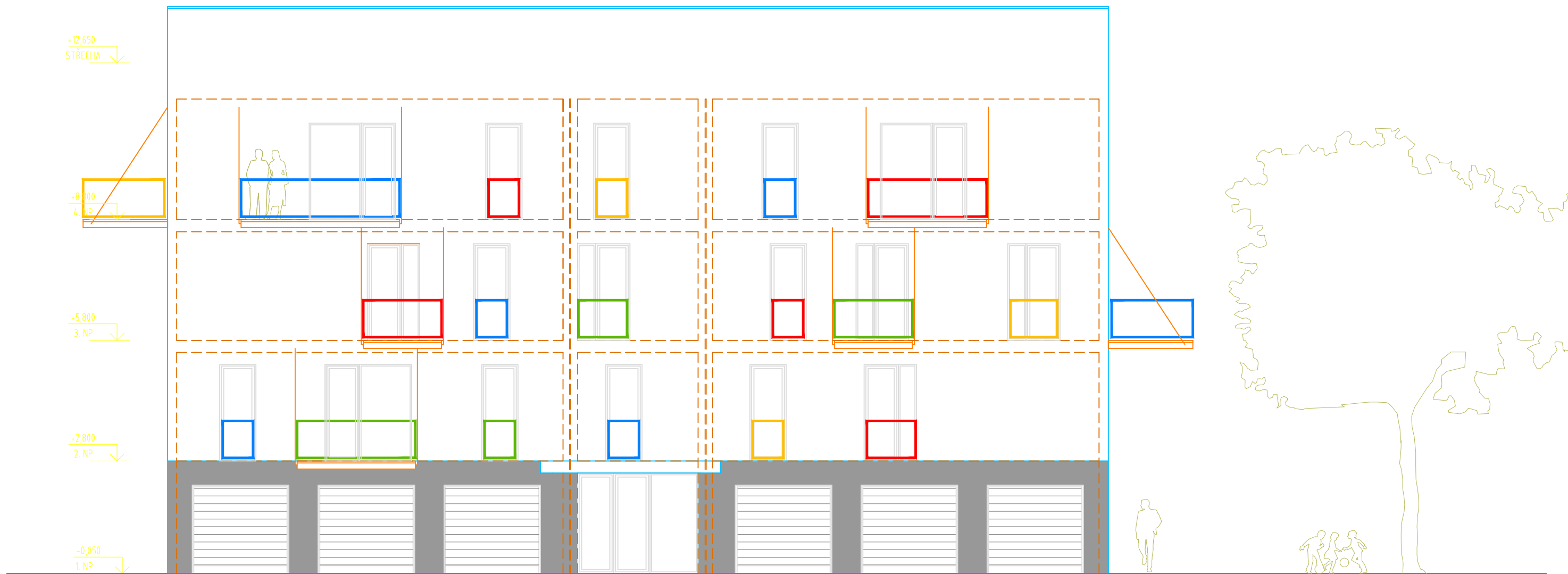




**BYT D (4+KK)**

- PRO 4-5 OSOBY
- SAMOSTATNÉ VSTUPY DO LOŽNIC
- K OBYTNÉ MÍSTNOSTI MOŽNO PŘÍČLÉNIT HALU
- HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ S VANOU + SPRCHA S WC







## Příloha č. 2 - Předběžný statický výpočet

### P2.1 Železobetonový stěnový konstrukční systém

#### Zatížení stropu

vrstva	tloušťka (mm)	objemová tíha g (kN/m <sup>3</sup> )	charakteristické zatížení g <sub>k</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	součinitel spolehlivosti zatížení γ <sub>f</sub> (-)	návrhové zatížení g <sub>d</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
dlažba + lepidlo	10	23	0,230	1,35	0,311
cementový potěr	50	23	1,150		1,553
minerální vlna	30	1,5	0,045		0,061
železobeton	200	25	5,000		6,750
cementová omítka	15	23	0,345		0,466
stálé zatížení celkem			g <sub>k</sub> = 6,770 kN/m <sup>2</sup>		g <sub>d</sub> = 9,140 kN/m <sup>2</sup>
užitné zatížení (kategorie A)			q <sub>k,1</sub> = 2,000 kN/m <sup>2</sup>	1,5	q <sub>d,1</sub> = 3,000 kN/m <sup>2</sup>
zatížení lehkými příčkami			q <sub>k,2</sub> = 0,500 kN/m <sup>2</sup>		q <sub>d,1</sub> = 0,750 kN/m <sup>2</sup>
<b>zatížení stropu celkem</b>			<b>(g+q)<sub>k</sub> = 9,27 kN/m<sup>2</sup></b>		<b>(g+q)<sub>d</sub> = 12,89 kN/m<sup>2</sup></b>

#### Zatížení střechy

vrstva	tloušťka (mm)	objemová tíha g (kN/m <sup>3</sup> )	charakteristické zatížení g <sub>k</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	součinitel spolehlivosti zatížení γ <sub>f</sub> (-)	návrhové zatížení g <sub>d</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
kačírek	100	16	1,600	1,35	2,160
asfaltové pásy	8	-	0,100		0,135
smyčková rohož	6	-	0,009		0,013
EPS	500	0,25	0,125		0,169
asfaltové pásy	4	-	0,050		0,068
železobeton	200	25	5,000		6,750
cementová omítka	15	23	0,345		0,466
stálé zatížení celkem			g <sub>k</sub> = 7,229 kN/m <sup>2</sup>		g <sub>d</sub> = 9,761 kN/m <sup>2</sup>
zatížení sněhem*			q <sub>k</sub> = 1,200 kN/m <sup>2</sup>	1,5	q <sub>d</sub> = 1,800 kN/m <sup>2</sup>
<b>zatížení střechy celkem</b>			<b>(g+q)<sub>k</sub> = 8,43 kN/m<sup>2</sup></b>		<b>(g+q)<sub>d</sub> = 11,56 kN/m<sup>2</sup></b>

\* Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi s<sub>k</sub> je uvažována jako průměrná pro celou ČR 1,5 kN/m<sup>2</sup>.

$$q_k = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

#### Zatížení stěny

Zatížení je stanoveno pro nejvíce namáhanou stěnu – vnitřní nosnou stěnu v podélném směru. Pro předběžný výpočet použijí pouze zatížení ze zatěžovacího stavu s rovnoměrně rozmístěným plným zatížením, které vyvolá největší tlakové napětí ve stěně.

Objekt má 4 nadzemní podlaží, zatížení v patě stěny v přízemí bude součtem zatížení ze střechy, tří stropů a vlastní tíhy stěny. Stropní deska je spojitá přes 2 pole, každé na rozpětí 5,35 m. Konstrukční výška objektu je 3 m.

$$\text{Zatížení ze střechy } (G+Q)_{d,1} = 1,25 \cdot l \cdot (g+q)_d = 1,25 \cdot 5,35 \cdot 11,56 = 77,31 \text{ kN}$$

$$\text{Zatížení ze stropů } (G+Q)_{d,2} = 3 \cdot 1,25 \cdot l \cdot (g+q)_d = 3 \cdot 1,25 \cdot 5,35 \cdot 12,89 = 258,61 \text{ kN}$$

#### Vlastní tíha stěny

vrstva	tloušťka (mm)	objemová tíha g (kN/m <sup>3</sup> )	charakteristické zatížení g <sub>k</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	součinitel spolehlivosti zatížení γ <sub>f</sub> (-)	návrhové zatížení g <sub>d</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
cementová omítka	15	23	0,345	1,35	0,466
železobeton	150	25	3,750		5,063
cementová omítka	15	23	0,345		0,466
plošné zatížení stěny			g <sub>k</sub> = 4,440 kN/m <sup>2</sup>		g <sub>d</sub> = 5,995 kN/m <sup>2</sup>

$$(G+Q)_{d,3} = 4 \cdot h \cdot g_d = 4 \cdot 3 \cdot 5,995 = 71,94 \text{ kN}$$

Celkové zatížení v patě stěny

$$(G+Q)_d = (G+Q)_{d,1} + (G+Q)_{d,2} + (G+Q)_{d,3} = 77,31 + 258,61 + 71,94 = 407,86 \text{ kN}$$

### Ověření tloušťky stropní desky pomocí ohybové štíhlosti

Tloušťka desky	$h = 200 \text{ mm}$
Odhad účinné výšky	$d = 174 \text{ mm}$
Rozpětí stropní desky	$l = 5350 \text{ mm}$
Ohybová štíhlost	$\lambda = \frac{l}{d} = \frac{5350}{174} = 30,7$
Odhad stupně vyztužení	$\rho = 0,5 \%$
Uvažovaná pevnostní třída betonu	C30/37
Tabulková hodnota vymežující ohybové štíhlosti	$\lambda_{d,tab} = 26$
Součinitel tvaru průřezu	$\kappa_{cl} = 1$
Součinitel rozpětí	$\kappa_{c2} = 1$
Odhad součinitele napětí tahové výztuže	$\kappa_{c3} = 1,2$
Vymežující ohybová štíhlost	$\lambda_{d,tab} = \kappa_{cl} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} = 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 26 = 31,2$
Předběžné posouzení ohybové štíhlosti	$\lambda \leq \lambda_d$ $30,7 \leq 31,2$

**Deska tloušťky 200 mm předběžně vyhoví požadavkům 2.MS.**

### Ověření tloušťky stěny pomocí únosnosti v prostém tlaku

Normálová síla v patě stěny	$N_{Ed} = (G+Q)_d = 407,86 \text{ kN}$
Tloušťka stěny	$b = 150 \text{ mm}$
Uvažovaná pevnostní třída betonu	C30/37
Návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_M} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$
Odhad stupně vyztužení	$\rho = 1,5 \%$
Plocha výztuže	$A_s = \rho \cdot A_c = 0,015 \cdot 1 \cdot 0,15 = 0,00225 \text{ m}^2$
Napětí ve výztuži	$\sigma_s = 400 \text{ MPa}$
Únosnost sloupu v prostém tlaku	$N_{Rd} = 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s = 0,8 \cdot 1 \cdot 0,15 \cdot 20 \cdot 10^6 + 0,00225 \cdot 400 \cdot 10^6$ $N_{Rd} = 3,3 \cdot 10^6 \text{ N} = 3300 \text{ kN}$
Předběžné posouzení únosnosti	$N_{Ed} \leq N_{Rd}$ $407,86 \leq 3300 \text{ kN}$

**Stěna tloušťky 150 mm předběžně vyhoví požadavkům 1.MS.**

## P2.2 Dřevěný sloupkový konstrukční systém

### Zatížení stropu

vrstva	tloušťka (mm)	objemová tíha g (kN/m <sup>3</sup> )	charakteristické zatížení g <sub>k</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	součinitel spolehlivosti zatížení γ <sub>f</sub> (-)	návrhové zatížení g <sub>d</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
dlažba + lepidlo	10	23	0,230	1,35	0,311
3x OSB deska	36	8	0,288		0,389
minerální vlna	30	1,5	0,045		0,061
2x OSB deska	24	8	0,192		0,260
SDK podhled	12,5	-	0,300		0,405
stálé plošné zatížení celkem			$g'_k = 1,055 \text{ kN/m}^2$		$g'_d = 1,426 \text{ kN/m}^2$
užitné zatížení (kategorie A)			$q'_{k,1} = 2,000 \text{ kN/m}^2$	1,5	$q'_{d,1} = 3,000 \text{ kN/m}^2$
zatížení lehkými příčkami			$q'_{k,2} = 0,500 \text{ kN/m}^2$		$q'_{d,1} = 0,750 \text{ kN/m}^2$
plošné zatížení celkem			$(g+q)_k = 3,56 \text{ kN/m}^2$		$(g+q)_d = 5,18 \text{ kN/m}^2$
zatížení na 1 nosník (z. š. 625 mm)			$0,625 \cdot 3,56 = 2,23 \text{ kN/m}$		$0,625 \cdot 5,18 = 3,24 \text{ kN/m}$
vlastní tíha nosníků 80 x 300 mm (smrkové dřevo – objemová tíha 5 kN/m <sup>3</sup> )			$0,08 \cdot 0,3 \cdot 5 = 0,120 \text{ kN/m}$	1,35	0,162 kN/m
<b>zatížení na 1 nosník stropu celkem</b>			<b><math>(g+q)_k = 2,35 \text{ kN/m}</math></b>		<b><math>(g+q)_d = 3,41 \text{ kN/m}</math></b>

## Zatížení střechy

vrstva	tloušťka (mm)	objemová tíha g (kN/m <sup>3</sup> )	charakteristické zatížení g <sub>k</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	součinitel spolehlivosti zatížení γ <sub>f</sub> (-)	návrhové zatížení g <sub>d</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
kačírek	100	16	1,600	1,35	2,160
asfaltové pásy	8	-	0,100		0,135
minerální vlna	600	1,5	0,900		1,215
SDK podhled	12,5	-	0,300		0,405
stálé plošné zatížení celkem			g' <sub>k</sub> = 2,900 kN/m <sup>2</sup>		g' <sub>d</sub> = 3,915 kN/m <sup>2</sup>
zatížení sněhem*			q' <sub>k</sub> = 1,200 kN/m <sup>2</sup>	1,5	q' <sub>d</sub> = 1,800 kN/m <sup>2</sup>
plošné zatížení celkem			(g+q) <sub>k</sub> = 4,10 kN/m <sup>2</sup>		(g+q) <sub>d</sub> = 5,72 kN/m <sup>2</sup>
zatížení na 1 nosník (z. š. 625 mm)			0,625 · 4,10 = 2,57 kN/m		0,625 · 5,72 = 3,58 kN/m
vlastní tíha nosníků 80 x 300 mm (smrkové dřevo – objemová tíha 5 kN/m <sup>3</sup> )			0,08 · 0,3 · 5 = 0,120 kN/m	1,35	0,162 kN/m
<b>zatížení na 1 nosník střechy celkem</b>			<b>(g+q)<sub>k</sub> = 2,69 kN/m</b>		<b>(g+q)<sub>d</sub> = 3,75 kN/m</b>

\* Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi s<sub>k</sub> je uvažována jako průměrná pro celou ČR 1,5 kN/m<sup>2</sup>.

$$q_k = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

## Zatížení sloupku

Zatížení je stanoveno pro nejvíce namáhané sloupky – podepírající stropy na rozpětí 5,36 m. Pro předběžný výpočet uvažují pouze tlakové namáhání sloupku, ve výsledku je pak odhadem zohledněno ohybové namáhání od větru (vytvořená dostatečná rezerva).

Všechny stropní nosníky jsou prosté, každý sloupek podepírá jeden nosník. Objekt má 4 nadzemní podlaží, z toho budou mít horní 3 podlaží dřevěný konstrukční systém. Zatížení v patě sloupku ve 2.NP bude součtem zatížení ze střechy, dvou stropů a vlastní tíhy stěny se sloupky. Konstrukční výška objektu je 3 m.

Zatížení ze střechy  $(G+Q)_{d,1} = 0,5 \cdot l \cdot (g+q)_d = 0,5 \cdot 5,36 \cdot 3,75 = 10,05 \text{ kN}$

Zatížení ze stropů  $(G+Q)_{d,2} = 2 \cdot 0,5 \cdot l \cdot (g+q)_d = 2 \cdot 0,5 \cdot 5,36 \cdot 3,41 = 18,28 \text{ kN}$

Vlastní tíha stěny

vrstva	tloušťka (mm)	objemová tíha g (kN/m <sup>3</sup> )	charakteristické zatížení g <sub>k</sub> (kN/m)	součinitel spolehlivosti zatížení γ <sub>f</sub> (-)	návrhové zatížení g <sub>d</sub> (kN/m)
SDK předstěna	12,5	-	0,3 · 0,625 = 0,188	1,35	0,254
sloupek 80 x 160 mm + odhad vodorovných prvků		5	1,5 · 0,08 · 0,16 · 5 = 0,096		0,130
minerální vlna	360	0,5	0,180		0,243
dřevovlákn. deska	30	0,4	0,012		0,017
cementová omítka	8	23	0,184		0,249
liniové zatížení sloupku			g <sub>k</sub> = 0,660 kN/m <sup>2</sup>		

$$(G+Q)_{d,3} = 3,2 \cdot h \cdot g_d = 3,2 \cdot 3 \cdot 0,893 = 8,58 \text{ kN} *$$

\* Zatížení od atiky je započítáno odhadem jako stěna stejné skladby na 20 % konstrukční výšky.

Celkové zatížení v patě stěny

$$(G+Q)_d = (G+Q)_{d,1} + (G+Q)_{d,2} + (G+Q)_{d,3} = 10,05 + 18,28 + 8,58 = 36,91 \text{ kN}$$

## Ověření rozměrů stropních nosníků

Ohybový moment  $M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot (g+q)_d \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 3,75 \cdot 5,36^2 = 13,47 \text{ kNm}$

Normálové napětí  $\sigma_{m,d} = \frac{M_{Ed}}{W_y} = \frac{M_{Ed}}{\frac{1}{6} b h^2} = \frac{13470}{\frac{1}{6} \cdot 0,08 \cdot 0,3^2} = 11,225 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 11,22 \text{ MPa}$

Uvažovaná pevnostní třída dřeva

GL24h

Uvažovaná třída provozu

1

Zatížení podle doby trvání

stálé (vlastní tíha) + střednědobé (užitné zatížení, sních)

Návrhová pevnost dřeva v ohybu  $f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,25} = 15,36 \text{ MPa}$

Ve stropní konstrukci je zabráněno klopení záklopem z OSB desek.

Posouzení únosnosti v ohybu  $\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$   
 $11,22 \leq 15,36 \text{ MPa}$

**Nosník o rozměrech 80 x 300 mm předběžně vyhoví požadavkům 1.MS.**

Okamžitý průhyb od stálého zatížení  $w_{inst,g} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k \cdot l^4}{E_{0,mean} \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k \cdot l^4}{E_{0,mean} \cdot \frac{1}{12} b h^3}$   
 $w_{inst,g} = \frac{5}{384} \cdot \frac{(2,9 \cdot 0,625 + 0,12) \cdot 10^3 \cdot 5,36^4}{11,6 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{12} \cdot 0,08 \cdot 0,3^3} = 0,0100 \text{ m} = 10,0 \text{ mm}$

Okamžitý průhyb od zatížení sněhem  $w_{inst,q} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l^4}{E_{0,mean} \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l^4}{E_{0,mean} \cdot \frac{1}{12} b h^3}$   
 $w_{inst,q} = \frac{5}{384} \cdot \frac{(1,2 \cdot 0,625) \cdot 10^3 \cdot 5,36^4}{11,6 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{12} \cdot 0,08 \cdot 0,3^3} = 0,0039 \text{ m} = 3,9 \text{ mm}$

Posouzení okamžitého průhybu  $w_{inst} = w_{inst,g} + w_{inst,q} \leq w_{lim} = \frac{l}{300}$   
 $10,0 + 3,9 \leq \frac{5250}{300}$   
 $13,9 \leq 17,5 \text{ mm}$

Konečný průhyb  $w_{net,fin} = w_{inst,g} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,q} \cdot (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{def})$   
 $w_{net,fin} = 10,0 \cdot (1 + 0,6) + 3,9 \cdot (1 + 0 \cdot 0,6) = 19,9 \text{ mm}$

Posouzení okamžitého průhybu  $w_{net,fin} \leq w_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{5250}{250}$   
 $19,9 \leq 21,0 \text{ mm}$

**Nosník o rozměrech 80 x 300 mm předběžně vyhoví požadavkům 2.MS.**

**Ověření rozměrů sloupků**

Normálová síla v patě stěny  $N_{Ed} = (G + Q)_d = 36,91 \text{ kN}$

Normálové napětí  $\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{b \cdot h} = \frac{36910}{0,08 \cdot 0,16} = 2,884 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 2,89 \text{ MPa}$

Uvažovaná pevnostní třída dřeva C24

Uvažovaná třída provozu 1

Zatížení podle doby trvání stálé (vlastní tíha) + střednědobé (užitné zatížení, sněh)

Návrhová pevnost dřeva v tlaku  $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = 12,92 \text{ MPa}$

Ve stěně je zabráněno vzpěru sloupků v rovině menší ohybové tuhosti pomocí konstrukčního plášťování OSB deskami. Při posouzení zohledním riziko vybočení sloupku v rovině větší ohybové tuhosti.

Moment setrvačnosti průřezu  $I_y = \frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{12} \cdot 0,08 \cdot 0,16^3 = 2,7307 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 = 27,307 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

Poloměr setrvačnosti průřezu  $i_y = \sqrt{\frac{I_y}{b \cdot h}} = \sqrt{\frac{2,7307 \cdot 10^{-5}}{0,08 \cdot 0,16}} = 0,046188 \text{ m} = 46,188 \text{ mm}$

Vzpěrná délka sloupku  $l_{cr} = 1 \cdot l = 1 \cdot 3 = 3 \text{ m}$

Štíhlost sloupku  $\lambda_y = \frac{l_{cr}}{i_y} = \frac{3}{0,046188} = 64,952$

Poměrná štíhlost sloupku  $\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{64,952}{\pi} \sqrt{\frac{21}{7400}} = 1,101$

Výpočet součinitele vzpěru

$k = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \cdot (1,101 - 0,3) + 1,101^2] = 1,186$

$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,186 + \sqrt{1,186^2 - 1,101^2}} = 0,614$

Posouzení sloupku

$$\sigma_{c,0,d} \leq k_c \cdot f_{c,0,d}$$

$$2,89 \leq 0,614 \cdot 12,92$$

$$2,89 \leq 7,93 \text{ MPa}$$

**Sloupek o rozměrech 80 x 160 mm předběžně vyhoví požadavkům 1.MS.**

## P2.3 Dřevěný masivní skeletový konstrukční systém

### Zatížení stropu a střechy

Výpočet je proveden u dřevěného sloupkového konstrukčního systému.

zatížení na 1 nosník stropu celkem  $(g+q)_k = 2,35 \text{ kN/m}$   $(g+q)_d = 3,41 \text{ kN/m}$

zatížení na 1 nosník střechy celkem  $(g+q)_k = 2,69 \text{ kN/m}$   $(g+q)_d = 3,75 \text{ kN/m}$

### Zatížení průvlaku

Zatížení je stanoveno pro nejvíce namáhaný průvlak – uprostřed dispozice v podélném směru. Na průvlak jsou z obou stran uloženy stropní nosníky na rozpětí 5,37 m. Nosníky působí jako prosté.

zatížení od nosníku stropu  $(G+Q)_{d,1} = 2 \cdot 0,5 \cdot l \cdot (g+q)_d = 2 \cdot 0,5 \cdot 5,37 \cdot 3,41 = 18,32 \text{ kN}$

zatížení od nosníku střechy  $(G+Q)_{d,2} = 2 \cdot 0,5 \cdot l \cdot (g+q)_d = 2 \cdot 0,5 \cdot 5,37 \cdot 3,75 = 20,14 \text{ kN}$

vlastní tíha průvlaku 200 x 320 mm (smrkové dřevo – objemová tíha  $5 \text{ kN/m}^3$ )

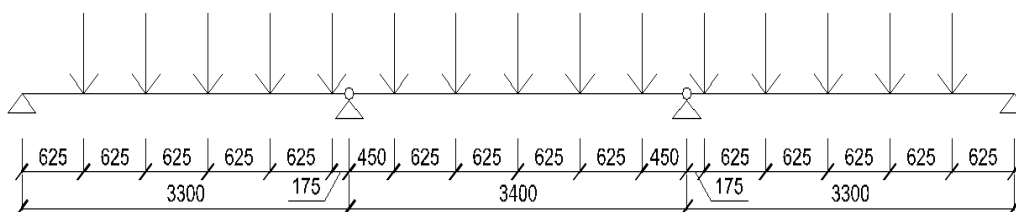
$$g'_k = 0,2 \cdot 0,32 \cdot 5 = 0,32 \text{ kN/m}$$

$$g'_d = \gamma_f \cdot g'_k = 1,35 \cdot 0,32 = 0,44 \text{ kN/m}$$

zatížení od mezibytové příčky na průvlaku

vrstva	tloušťka (mm)	objemová tíha $g$ ( $\text{kN/m}^3$ )	charakteristické zatížení $g_k$ ( $\text{kN/m}^2$ )	součinitel spolehlivosti zatížení $\gamma_f$ (-)	návrhové zatížení $g_d$ ( $\text{kN/m}$ )
SDK předstěna	12,5	-	0,300	1,35	0,405
2x sloupky 40 x 100 mm po vzdálenostech 625 mm		5	$2 \cdot 0,04 \cdot 0,1 \cdot 5 / 0,625 = 0,064$		0,085
minerální vlna	200	0,5	0,100		0,135
SDK předstěna	12,5	-	0,300		0,405
plošné zatížení příčky			$g'_k = 0,764 \text{ kN/m}^2$		$g'_d = 1,030 \text{ kN/m}^2$
liniové zatížení průvlaku (výška 3 m)			$g_k = 0,764 \cdot 3 = 2,30 \text{ kN/m}$	$g_d = 1,03 \cdot 3 = 3,09 \text{ kN/m}$	

statické schéma průvlaku



### Zatížení sloupu

Zatížení je stanoveno pro nejvíce namáhaný sloup, který představuje vnitřní kloubová podpora průvlaku. Objekt má 4 nadzemní podlaží, z toho budou mít horní 3 podlaží dřevěný konstrukční systém. Zatížení v patě sloupu ve 2.NP bude součtem zatížení ze střechy, dvou stropů a vlastní tíhy sloupu. Konstrukční výška objektu je 3 m.

Zatížení ze střechy

- z osamělých břemen  $G_1 = 2 \cdot 2,5 \cdot 20,14 = 100,70 \text{ kN}$

- z liniového zatížení  $G_2 = 2 \cdot 0,5 \cdot 3,4 \cdot 0,44 = 1,50 \text{ kN}$

Zatížení ze stropů

- z osamělých břemen  $G_3 = 2 \cdot 2 \cdot 2,5 \cdot 18,32 = 183,20 \text{ kN}$

- z liniového zatížení  $G_4 = 2 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 3,4 \cdot (0,44 + 3,09) = 24,01 \text{ kN}$

Vlastní tíha sloupu 200 x 200 mm z lepeného smrkového dřeva ( $5 \text{ kN/m}^3$ )

$$G_5 = 3 \cdot 3 \cdot 0,2 \cdot 0,2 \cdot 5 = 1,80 \text{ kN}$$

Celkové zatížení v patě sloupu

$$G_d = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5 = 100,70 + 1,50 + 183,20 + 24,01 + 1,80 = 311,21 \text{ kN}$$

### Ověření rozměrů stropních nosníků

Posouzení je provedeno u dřevěného sloupkového konstrukčního systému (je použita stejná stropní konstrukce). Jsou navrženy stropní nosníky 80 x 300 mm v osových vzdálenostech 625 mm.

### Ověření rozměrů průvlaků

Ohybový moment

$$M_{Ed} = 51,81 \cdot 1,7 - 18,32 \cdot 1,25 - 18,32 \cdot 0,625 - (0,44 + 3,09) \cdot 1,7 \cdot 0,85$$
$$M_{Ed} = 48,63 \text{ kNm}$$

Normálové napětí

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{Ed}}{W_y} = \frac{M_{Ed}}{\frac{1}{6} b h^2} = \frac{48630}{\frac{1}{6} \cdot 0,2 \cdot 0,32^2} = 14,248 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 14,25 \text{ MPa}$$

Uvažovaná pevnostní třída dřeva

GL24h

Uvažovaná třída provozu

1

Zatížení podle doby trvání

stálé (vlastní tíha) + střednědobé (užitné zatížení, sníh)

Návrhová pevnost dřeva v ohybu

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,25} = 15,36 \text{ MPa}$$

Klopení průvlaku je zabráněno připojením kolmých stropních nosníků.

Posouzení únosnosti v ohybu

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$
$$14,25 \leq 15,36 \text{ MPa}$$

**Průvlak o rozměrech 200 x 320 mm předběžně vyhoví požadavkům 1.MS.**

### Ověření rozměrů sloupů

Normálová síla v patě sloupu

$$N_{Ed} = G_d = 311,21 \text{ kN}$$

Normálové napětí

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{b \cdot h} = \frac{311\,210}{0,2 \cdot 0,2} = 7,781 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 7,79 \text{ MPa}$$

Uvažovaná pevnostní třída dřeva

GL24h

Uvažovaná třída provozu

1

Zatížení podle doby trvání

stálé (vlastní tíha) + střednědobé (užitné zatížení, sníh)

Návrhová pevnost dřeva v tlaku

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,25} = 15,36 \text{ MPa}$$

Při výpočtu je uvažováno riziko vybočení sloupu v obou rovinách. Sloup má čtvercový průřez a podmínky jeho ukotvení jsou v obou rovinách stejné, proto je výpočet proveden pouze se štíhlostí v jedné rovině.

Moment setrvačnosti průřezu

$$I = \frac{1}{12} a^4 = \frac{1}{12} \cdot 0,2^4 = 1,33333 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4 = 133,333 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Poloměr setrvačnosti průřezu

$$i = \sqrt{\frac{I}{a^2}} = \sqrt{\frac{1,33333 \cdot 10^{-4}}{0,2^2}} = 0,057734 \text{ m} = 57,734 \text{ mm}$$

Vzpěrná délka sloupu

$$l_{cr} = 1 \cdot l = 1 \cdot 3 = 3 \text{ m}$$

Štíhlost sloupu

$$\lambda = \frac{l_{cr}}{i} = \frac{3}{0,057734} = 51,962$$

Poměrná štíhlost sloupu

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{51,962}{\pi} \sqrt{\frac{24}{9400}} = 0,836$$

Výpočet součinitele vzpěru

$$k = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 [1 + 0,1 \cdot (0,836 - 0,3) + 0,836^2] = 0,876$$

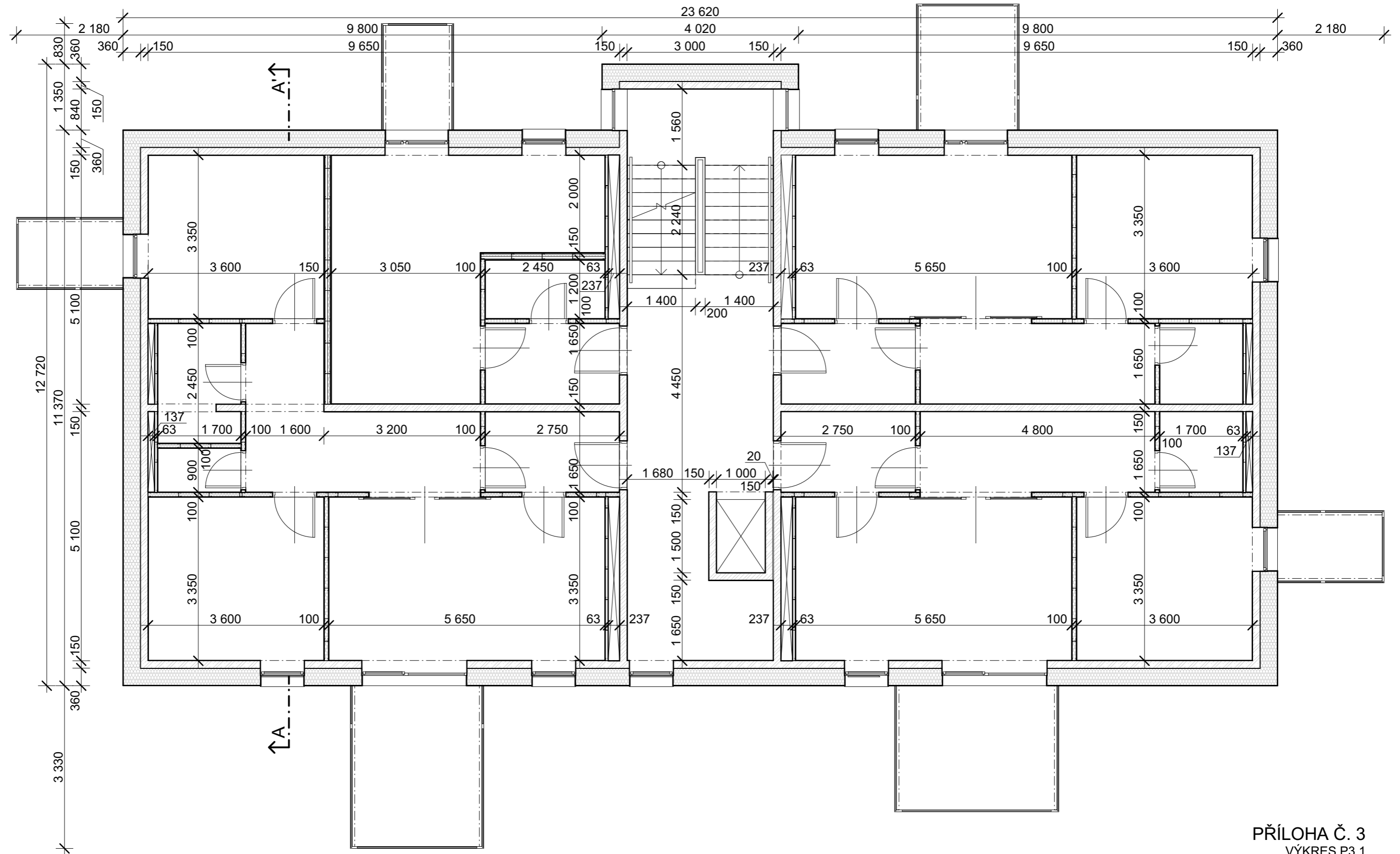
$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{0,876 + \sqrt{0,876^2 - 0,836^2}} = 0,878$$

Posouzení sloupu

$$\sigma_{c,0,d} \leq k_c \cdot f_{c,0,d}$$
$$7,76 \leq 0,878 \cdot 15,36$$
$$7,79 \leq 13,48 \text{ MPa}$$

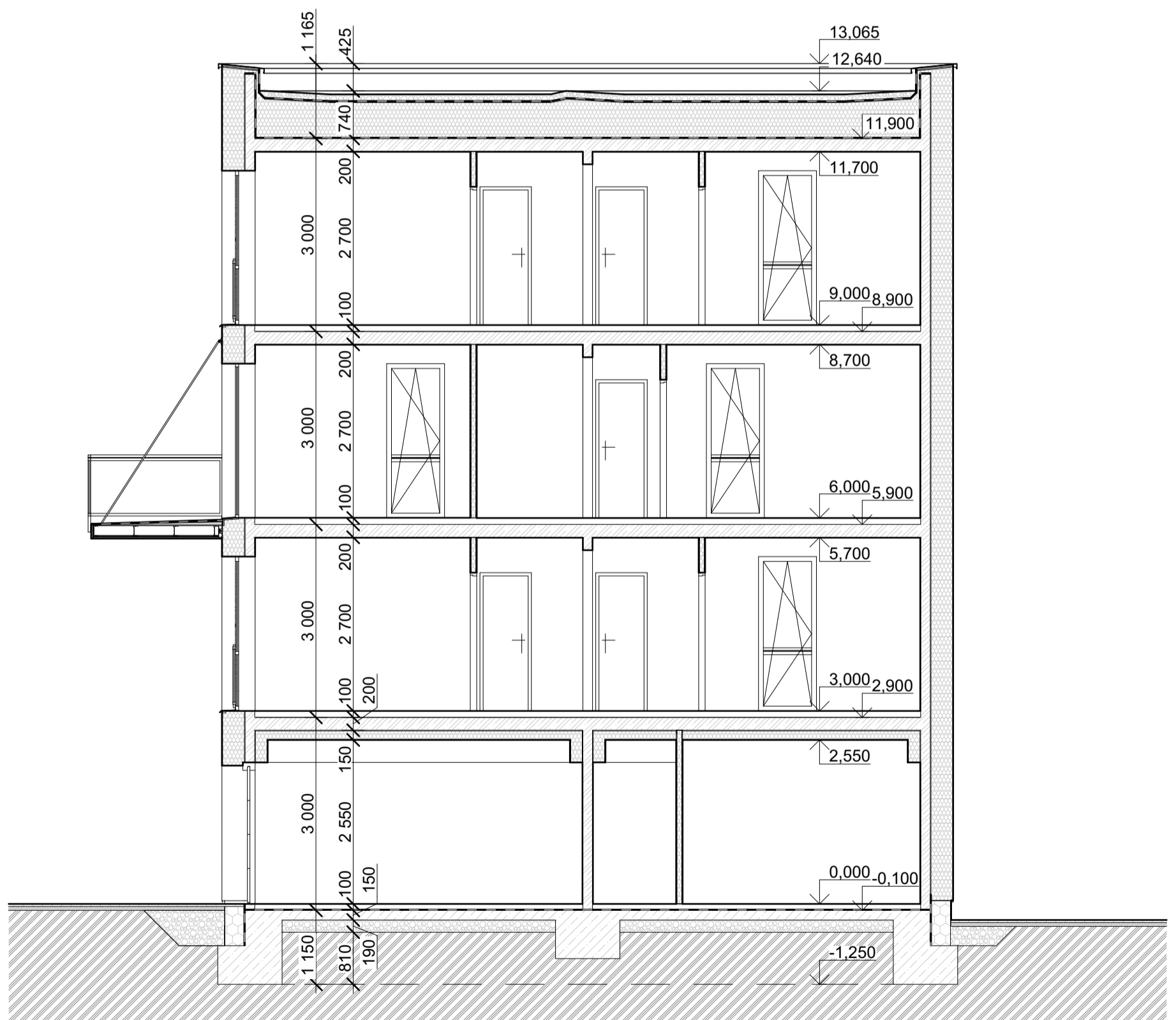
**Sloup o rozměrech 200 x 200 mm předběžně vyhoví požadavkům 1.MS.**





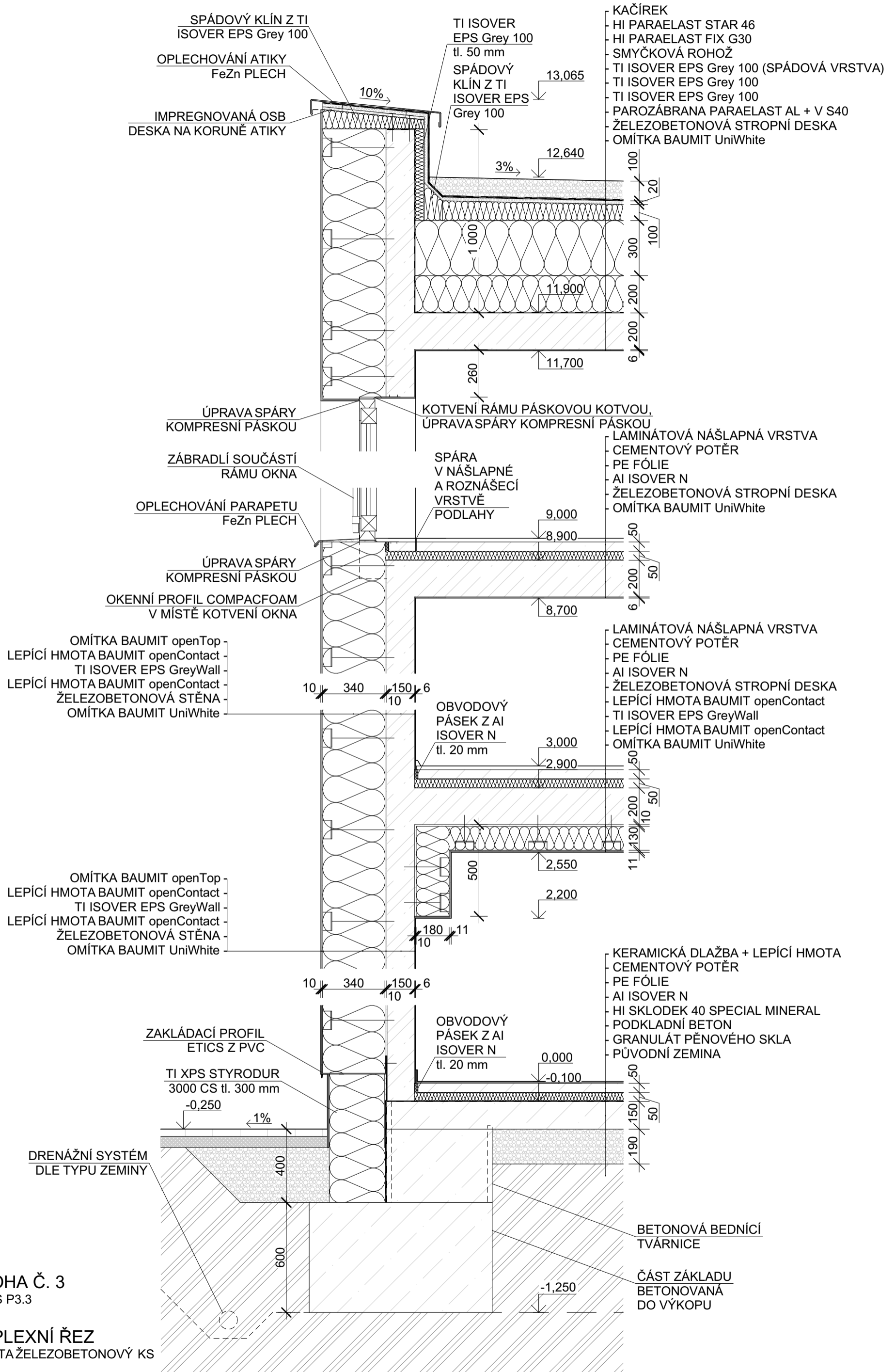
PŘÍLOHA Č. 3  
VÝKRES P3.1

PŮDORYS 2.NP  
VARIANTA ŽELEZOBETONOVÝ KS  
M 1:75



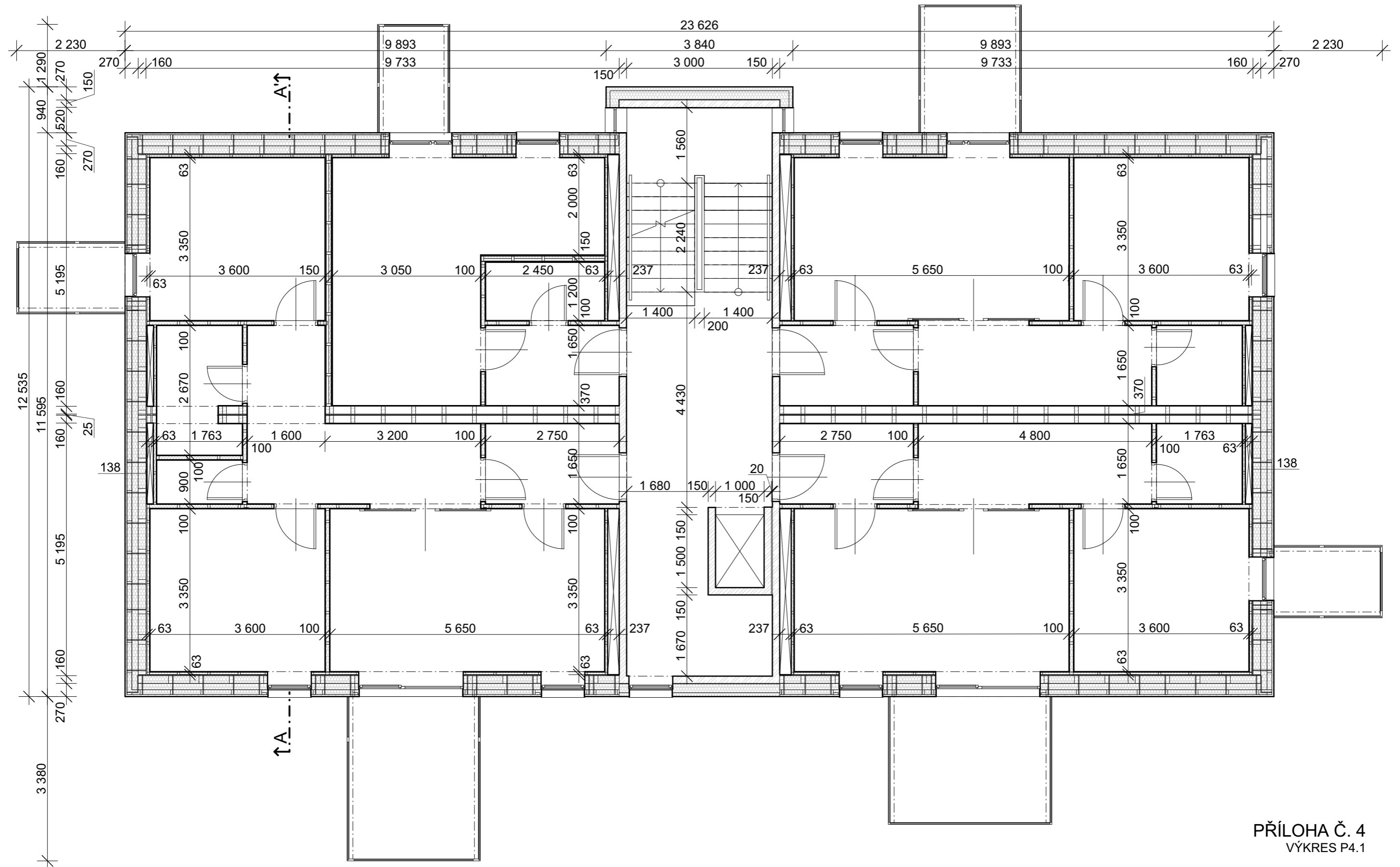
PŘÍLOHA Č. 3  
VÝKRES P3.2

ŘEZ A - A'  
VARIANTA ŽELEZOBETONOVÝ KS  
M 1:75



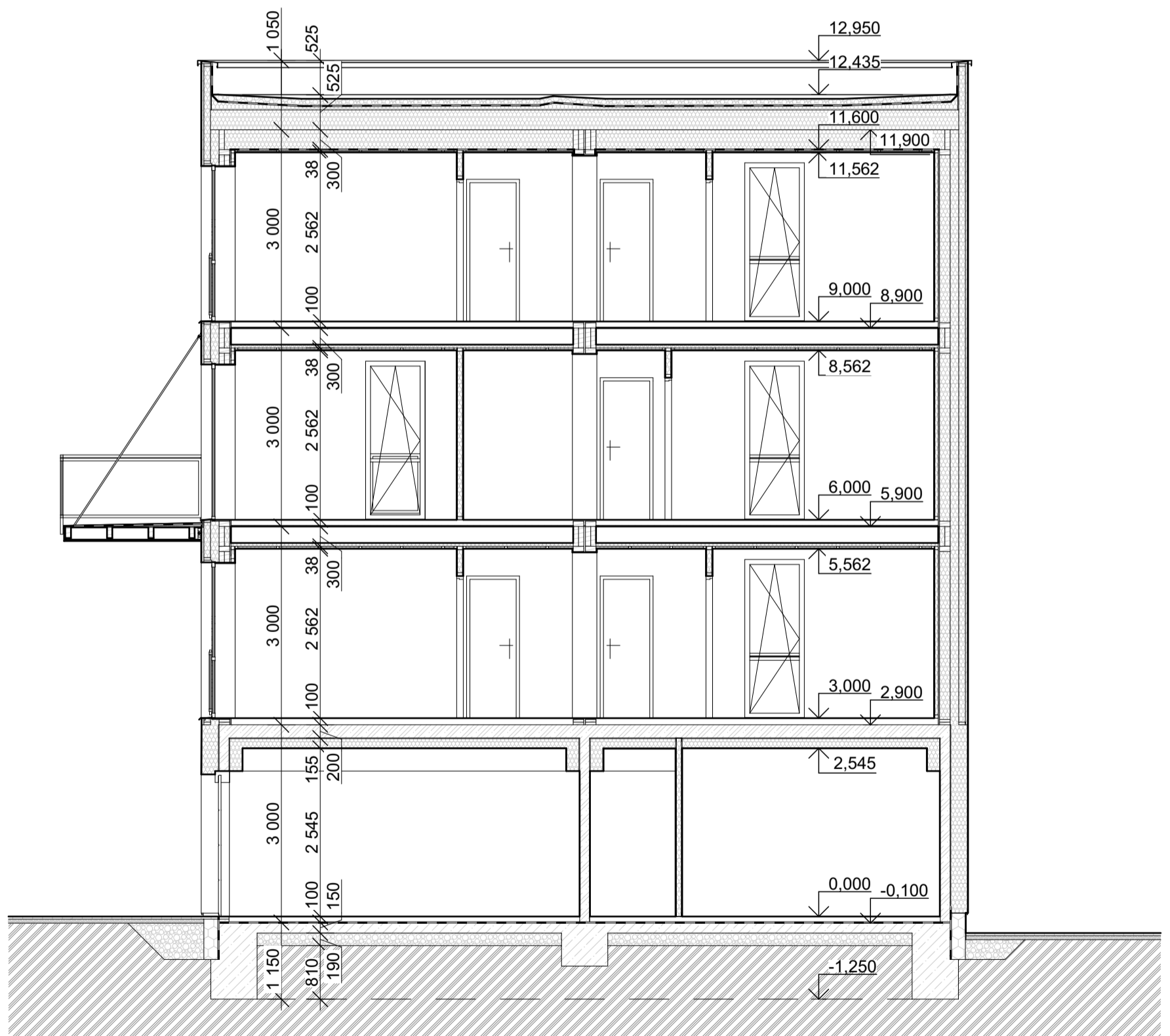
PŘÍLOHA Č. 3  
VÝKRES P3.3

KOMPLEXNÍ ŘEZ  
VARIANTA ŽELEZOBETONOVÝ KS  
M 1:20



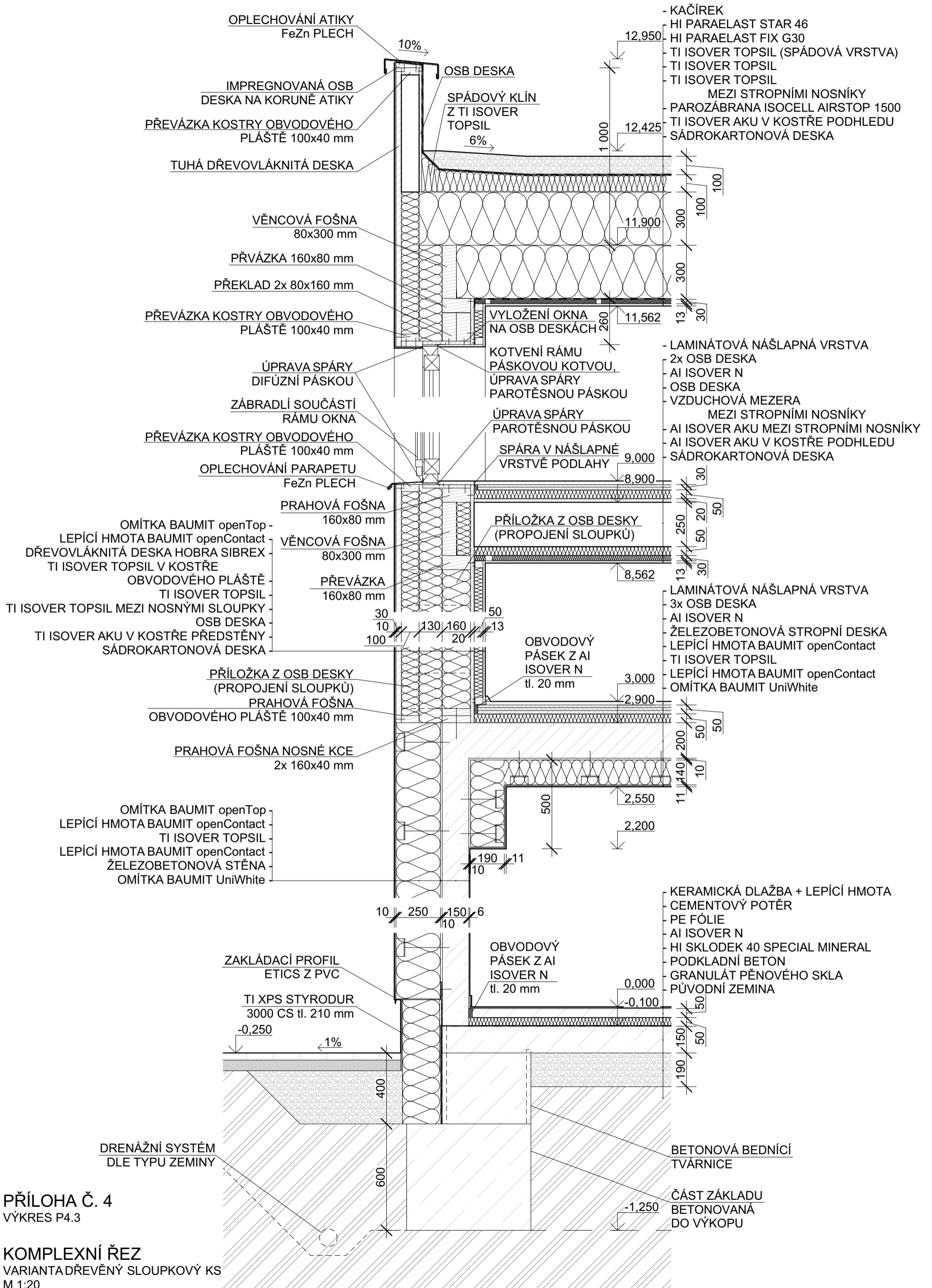
PŘÍLOHA Č. 4  
VÝKRES P4.1

PŮDORYS 2.NP  
VARIANTA DŘEVĚNÝ SLOUPKOVÝ KS  
M 1:75



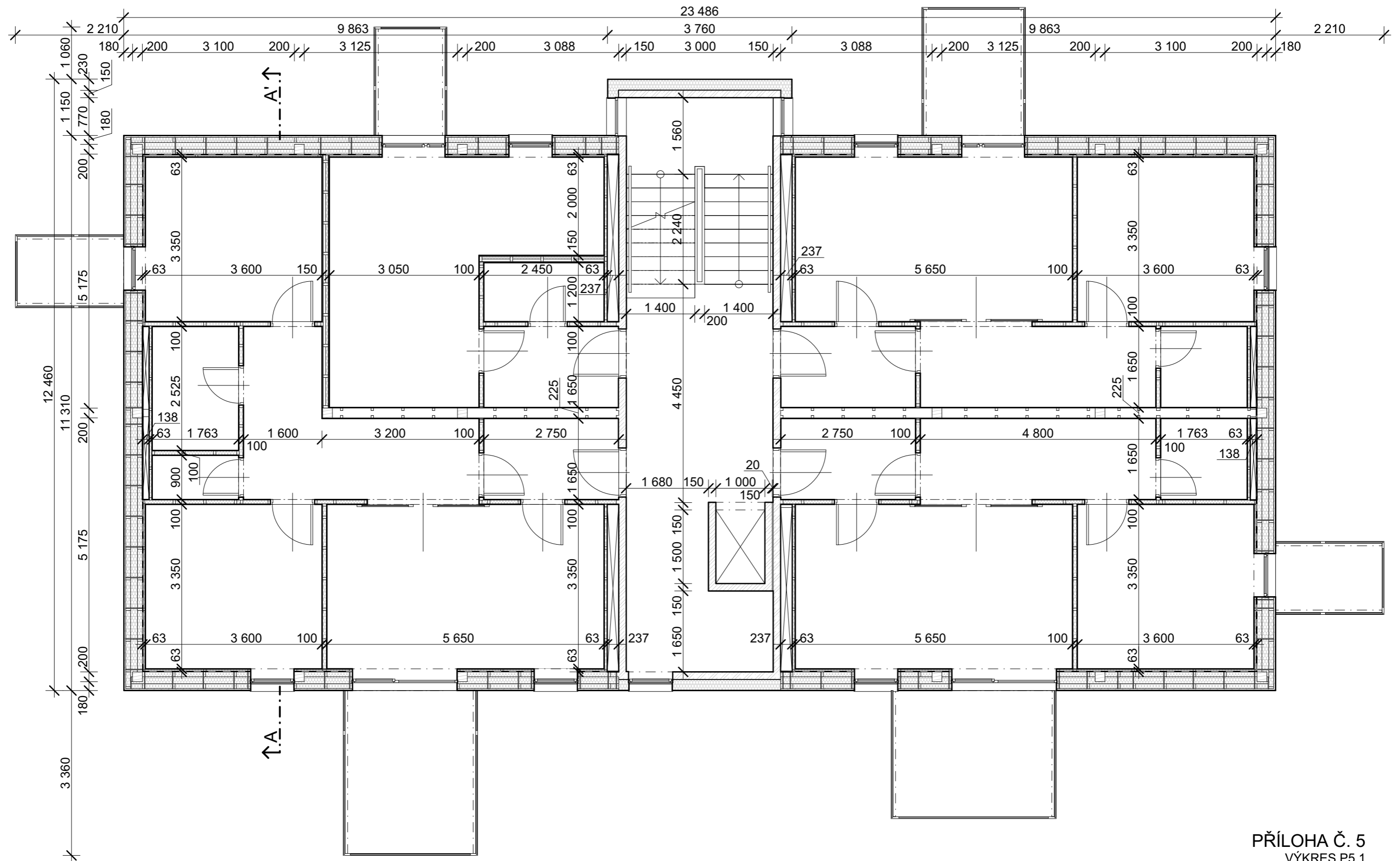
PŘÍLOHA Č. 4  
VÝKRES P4.2

ŘEZ A - A'  
VARIANTA DŘEVĚNÝ SLOUPKOVÝ KS  
M 1:75



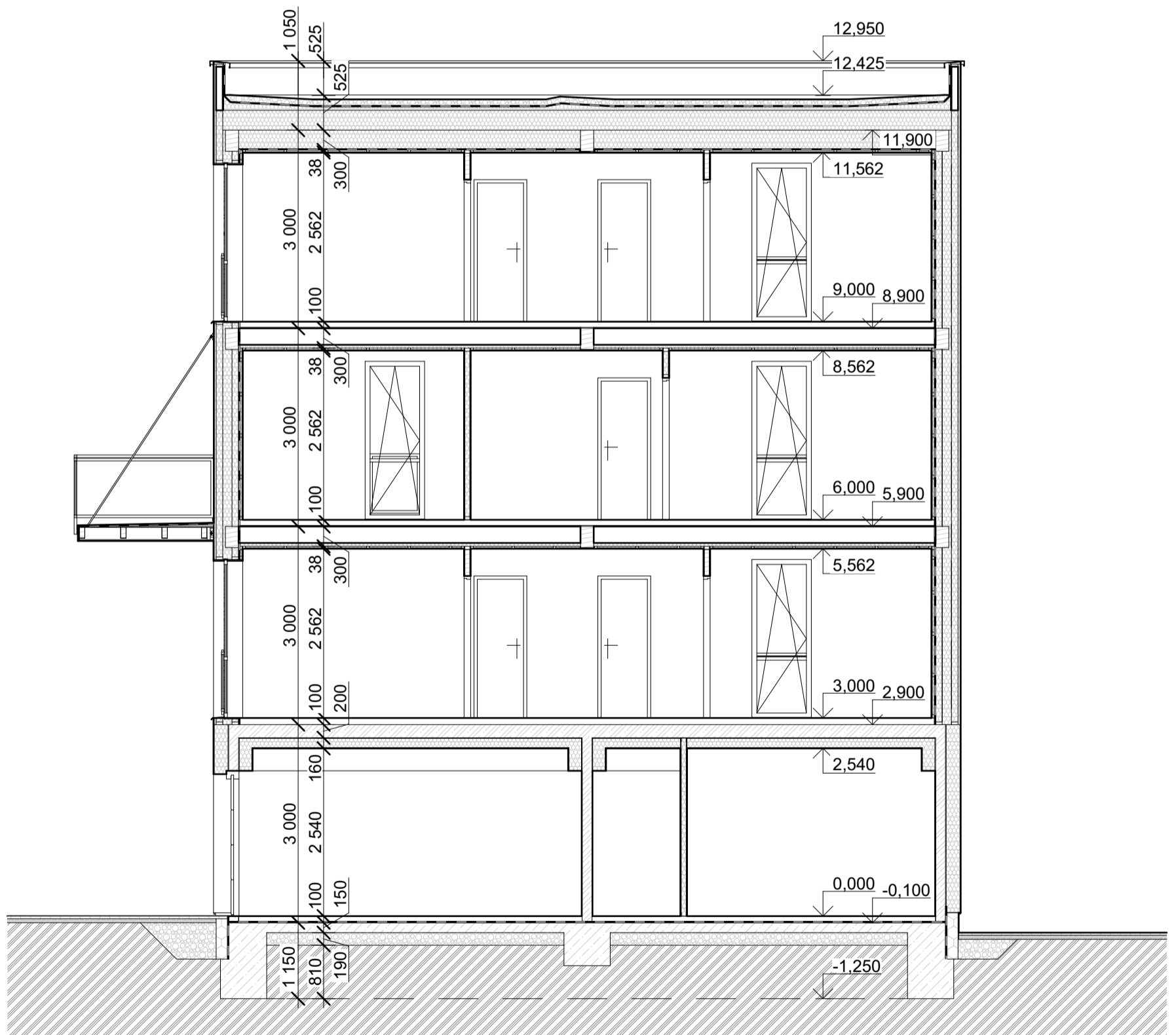
PŘÍLOHA Č. 4  
VÝKRES P4.3

KOMPLEXNÍ ŘEZ  
VARIANTA DŘEVĚNÝ SLOUPKOVÝ KS  
M 1:20



PŘÍLOHA Č. 5  
VÝKRES P5.1

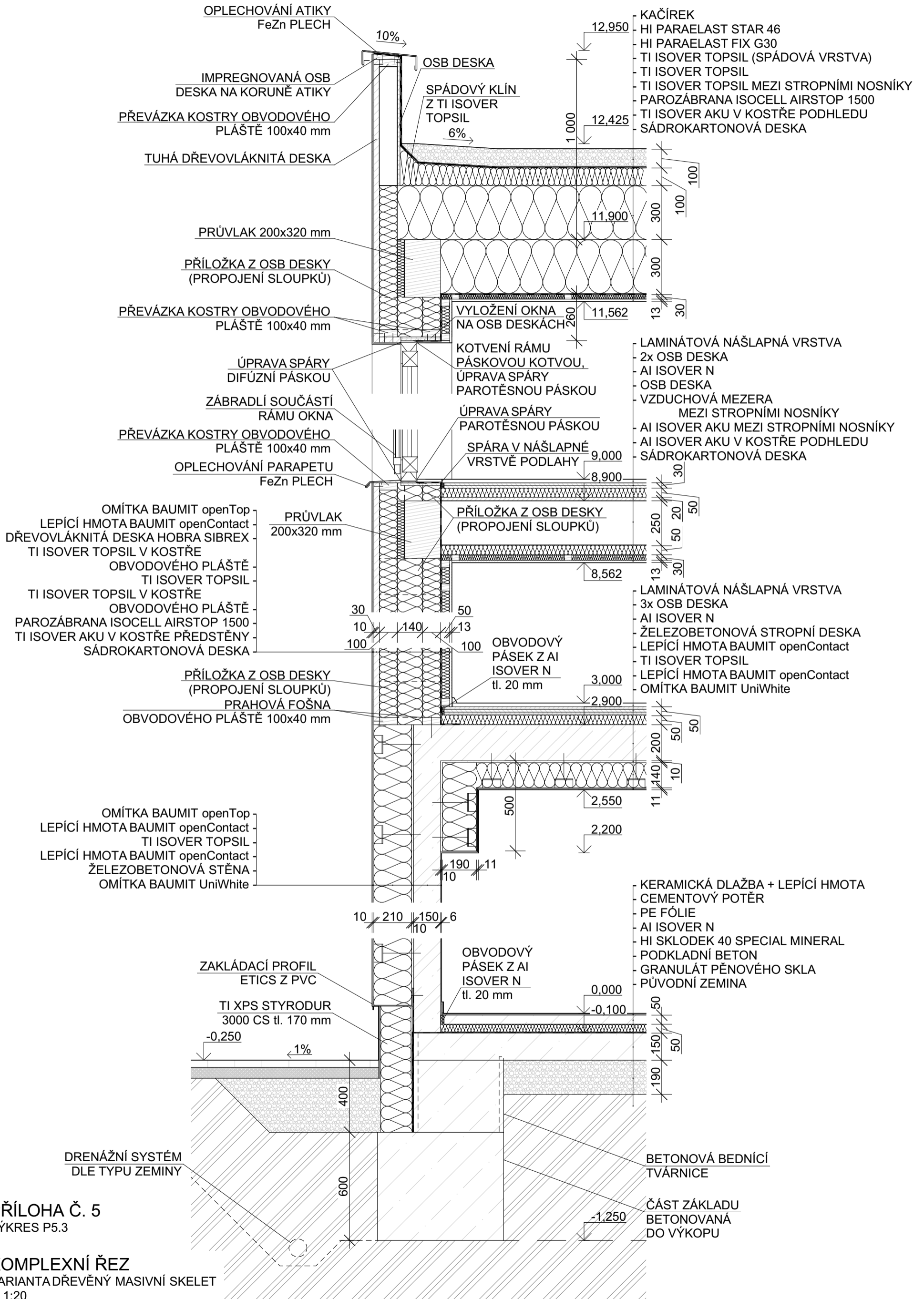
PŮDORYS 2.NP  
VARIANTA DŘEVĚNÝ MASIVNÍ SKELET  
M 1:75



PŘÍLOHA Č. 5  
VÝKRES P5.2

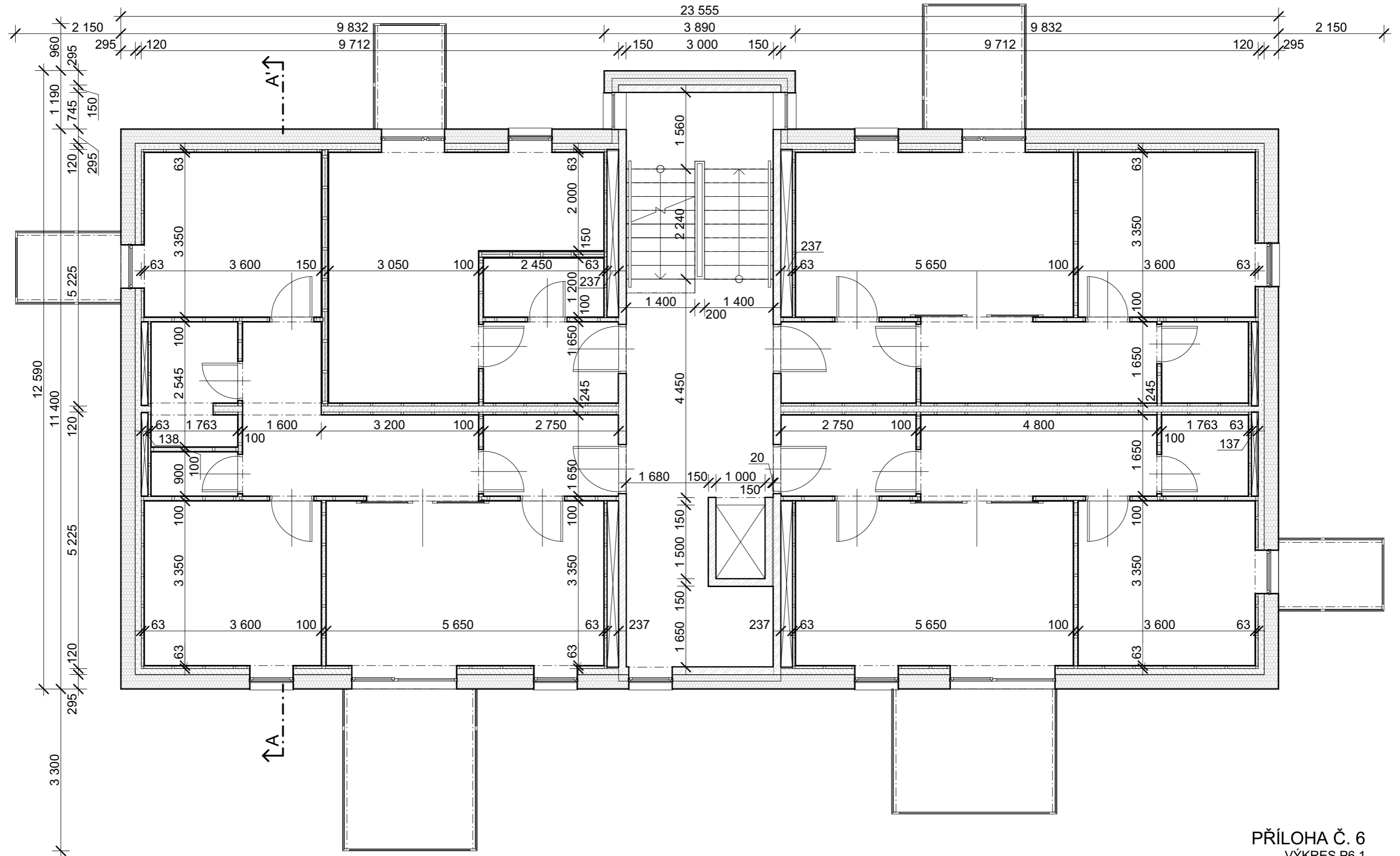
ŘEZ A - A'  
VARIANTA DŘEVĚNÝ MASIVNÍ SKELET  
M 1:75





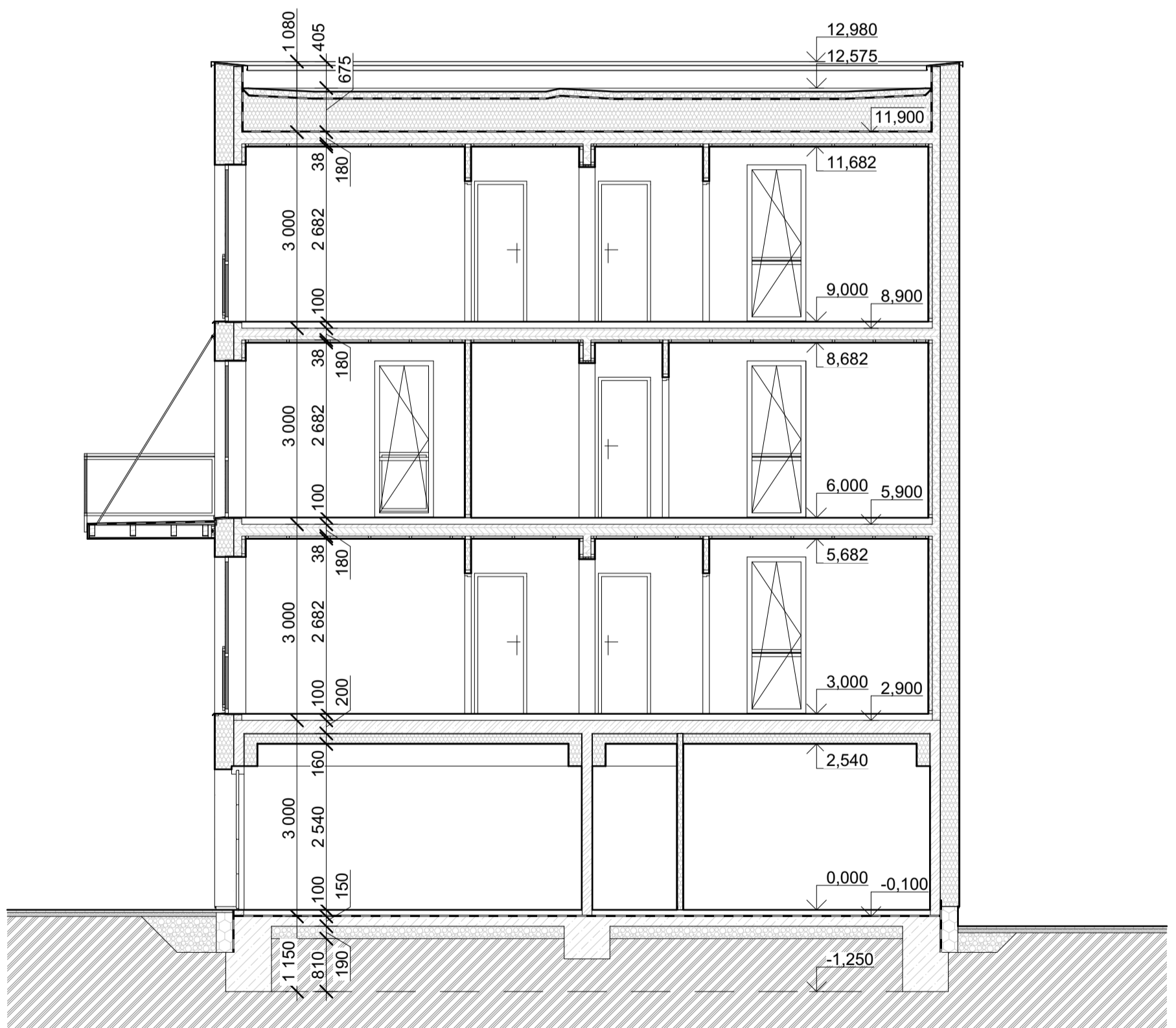
PŘÍLOHA Č. 5  
VÝKRES P5.3

KOMPLEXNÍ ŘEZ  
VARIANTA DŘEVĚNÝ MASIVNÍ SKELET  
M 1:20



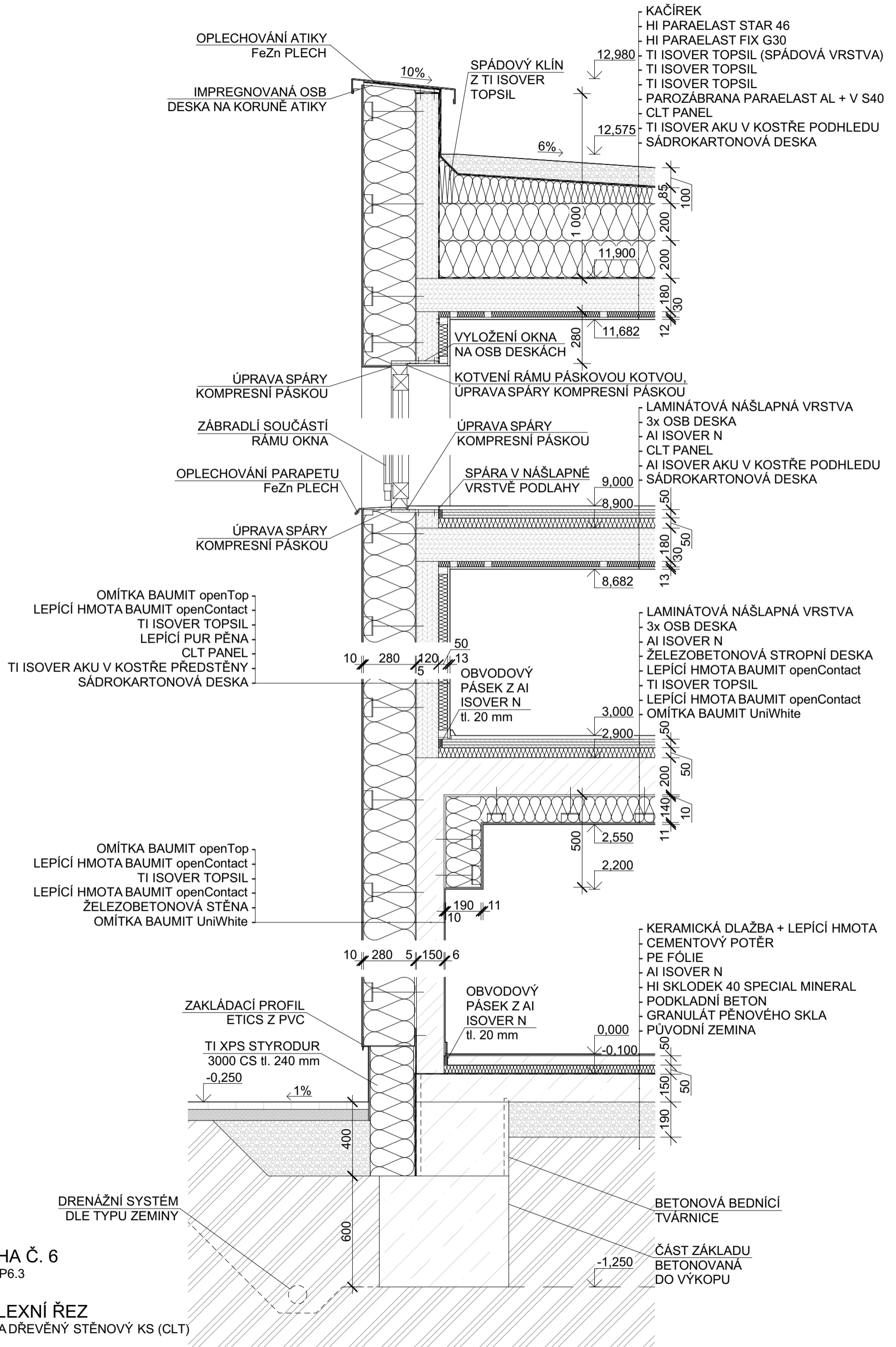
PŘÍLOHA Č. 6  
VÝKRES P6.1

PŮDORYS 2.NP  
VARIANTA DŘEVĚNÝ STĚNOVÝ KS (CLT)  
M 1:75



PŘÍLOHA Č. 6  
VÝKRES P6.2

ŘEZ A - A'  
VARIANTA DŘEVĚNÝ STĚNOVÝ KS (CLT)  
M 1:75



PŘÍLOHA Č. 6  
VÝKRES P6.3

KOMPLEXNÍ ŘEZ  
VARIANTA DŘEVĚNÝ STĚNOVÝ KS (CLT)  
M 1:20

## Příloha č. 7 - Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, R-11 a C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

Výkazy výměr uvedené v následujících tabulkách jsou převzaty z BIM modelu posuzované budovy (s příslušným konstrukčním systémem) vytvořeného v programu ArchiCAD 21. Do výpočtu jsou zahrnuty pouze konstrukce podle Metodiky SBToolCZ [5] tak, jak je popsáno v kapitole 4.1. Jednotlivým materiálům je podle přílohy P.03 Metodiky SBToolCZ [5] přiřazena životnost.

Dále je proveden výpočet svázané spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů a svázaných produkcí emisí oxidu uhličitého a oxidu siřičitého. Ve sloupci „svázaná energie“ je uvedena nejprve hodnota jednotkové svázané spotřeby energie převzatá z databáze Envimat.cz [19], dále svázaná spotřeba energie v MJ pro dané množství materiálu (hmotnost uvedenou v předchozím sloupci) a nakonec procentuální podíl každého materiálu na celkové svázané spotřebě energie všech konstrukcí. Sloupec „roční ekvivalentní svázaná energie“ je určen pro převedení hodnot svázané energie na jednotku jednoho roku. Tyto hodnoty jsou dále použity pro vyhodnocení spotřeby primární energie z neobnovitelných zdrojů podle kapitoly E.09 Metodiky SBToolCZ [5].

Obdobně jsou řešené sloupce pro svázané emise látek. První sloupce uvádí hodnoty jednotkových svázaných emisí CO<sub>2</sub>, resp. SO<sub>2</sub>, dále jsou vypočteny svázané emise pro dané množství materiálu (hmotnost uvedenou v předchozím sloupci) v kg CO<sub>2</sub> ekv., resp. kg SO<sub>2</sub> ekv. a nakonec procentuální podíl každého materiálu na celkové svázané produkci emisí CO<sub>2</sub>, resp. SO<sub>2</sub> všech konstrukcí. Sloupce „roční ekvivalentní svázané emise CO<sub>2</sub>“ a „roční ekvivalentní svázané emise SO<sub>2</sub>“ slouží pro převedení hodnot svázaných emisí vydělením jejich životností na jednotku jednoho roku. Hodnoty jsou nutné pro vyhodnocení potenciálu globálního oteplování (GWP) a potenciálu okyselování prostředí (AP) podle kapitol E.01 a E.02 Metodiky SBToolCZ [5].

Tab. P7.1 Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> pro Železobetonový KS (pokračování na další stránce)

materiál	výrobce	popis	objem m <sup>3</sup>	objemová hmotnost kg/m <sup>3</sup>	hmotnost kg	životnost rok	svázaná energie			roční ekvivalentní svázaná energie MJ/rok	svázané emise CO <sub>2</sub>			roční ekvivalentní svázané emise CO <sub>2</sub> kg CO <sub>2</sub> ekv./rok	svázané emise SO <sub>2</sub>			roční ekvivalentní svázané emise SO <sub>2</sub> kg SO <sub>2</sub> ekv./rok
							MJ/kg	MJ	%		kg CO <sub>2</sub> ekv./kg	kg CO <sub>2</sub> ekv.	%		g SO <sub>2</sub> ekv./kg	kg SO <sub>2</sub> ekv.	%	
Baumit openContact	Baumit	lepící a stěrková hmota openContact	4,064	1800	7315	40	1,459660	10677,705	0,24%	266,943	0,2131700	1559,381	0,45%	38,985	0,354070	2,590	0,24%	0,065
Baumit openTop	Baumit	tenkovrstvá omítka openTop	1,274	1800	2293	40	1,459660	3347,292	0,08%	83,682	0,2131700	488,841	0,14%	12,221	0,354070	0,812	0,07%	0,020
Baumit UniWhite	Baumit	vnitřní jednovrstvá omítka UniWhite	11,695	1800	21051	50	1,459660	30727,303	0,69%	614,546	0,2131700	4487,442	1,28%	89,749	0,354070	7,454	0,69%	0,149
betonová dlažba		dlažba z vibrolisovaného betonu	7,768	2300	17866	30	0,574926	10271,858	0,23%	342,395	0,1098910	1963,357	0,56%	65,445	0,184889	3,303	0,30%	0,110
prostý beton		prostý beton C30/37	187,211	2300	430585	50	0,574926	247554,684	5,58%	4951,094	0,1098910	47317,449	13,52%	946,349	0,184889	79,610	7,32%	1,592
železobeton – desky		železobeton C30/37, stupeň vyztužení 0,5%	205,323	2500	513308	50	0,574926	295113,828	6,66%	5902,277	0,1098910	56407,874	16,12%	1128,157	0,184889	94,905	8,73%	1,898
výztuž desek		betonářská výztuž B500B	1,027	7850	8059	50	22,527900	181550,718	4,09%	3631,014	1,4820000	11943,331	3,41%	238,867	5,094800	41,059	3,78%	0,821
železobeton – stěny		železobeton C30/37, stupeň vyztužení 1,5%	175,509	2500	438773	50	0,574926	252261,718	5,69%	5045,234	0,1098910	48217,149	13,78%	964,343	0,184889	81,124	7,46%	1,622
výztuž stěn		betonářská výztuž B500B	2,633	7850	20666	50	22,527900	465565,743	10,50%	9311,315	1,4820000	30627,286	8,75%	612,546	5,094800	105,290	9,69%	2,106
EPS Grey 100	Isover	grafitový expandovaný polystyren	144,631	20	2893	30	105,073000	303936,261	6,85%	10131,209	4,2121000	12184,005	3,48%	406,133	14,900000	43,100	3,96%	1,437
EPS Greywall	Isover	grafitový expandovaný polystyren	284,176	16	4547	30	105,073000	477747,598	10,78%	15924,920	4,2121000	19151,644	5,47%	638,388	14,900000	67,748	6,23%	2,258
PUR pěna		montážní polyuretanová pěna	0,296	35	10	30	99,265000	1028,385	0,02%	34,280	4,8451000	50,195	0,01%	1,673	20,278000	0,210	0,02%	0,007
PVC profily		profily z PVC pro ETICS	0,133	1390	185	30	60,006000	11093,309	0,25%	369,777	2,0083000	371,274	0,11%	12,376	5,362100	0,991	0,09%	0,033
teflon		PTFE vložka k přerušení tepelného mostu	0,063	2200	139	40	66,774700	9254,973	0,21%	231,374	1,3989000	193,888	0,06%	4,847	3,837000	0,532	0,05%	0,013
XPS Styrodur 3000 CS	Isover	extrudovaný polystyren	40,140	35	1405	30	96,514500	135593,221	3,06%	4519,774	3,8205000	5367,420	1,53%	178,914	13,392000	18,814	1,73%	0,627
HI Paraelast Al + V S40	KVK Parabit	asfaltový modifikovaný pás s vložkou z hliníkové fólie kaširované skleněnou rohoží	1,308	1200	1570	30	52,651900	82642,422	1,86%	2754,747	1,1653000	1829,055	0,52%	60,968	6,443400	10,114	0,93%	0,337
HI Paraelast FIX G30	KVK Parabit	samolepící asfaltový modifikovaný pás s vložkou ze skelné tkaniny	2,994	1200	3593	30	52,651900	189167,746	4,27%	6305,592	1,1653000	4186,690	1,20%	139,556	6,443400	23,150	2,13%	0,772
HI Paraelast STAR 46	KVK Parabit	horní asfaltový modifikovaný pás s polyesterovou vložkou	1,766	1200	2119	30	52,651900	111579,906	2,52%	3719,330	1,1653000	2469,504	0,71%	82,317	6,443400	13,655	1,26%	0,455
HI Sklodek 40 Special Mineral	KVK Parabit	asfaltový modifikovaný pás s vložkou ze skelné tkaniny	1,211	1200	1453	40	52,651900	76513,741	1,73%	1912,844	1,1653000	1693,414	0,48%	42,335	6,443400	9,364	0,86%	0,234
separace – igelit		tenká PE fólie s funkcí separační vrstvy	0,431	1470	634	50	78,220100	49557,909	1,12%	991,158	2,1026000	1332,144	0,38%	26,643	7,950200	5,037	0,46%	0,101

pokračování Tab. P7.1 Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> pro Železobetonový KS

smýčková rohož	Optigreen	rohož z prostorově uspořádaných polyamidových	5,060	1,2	6	30	66,774700	405,456	0,01%	13,515	1,3989000	8,494	0,00%	0,283	3,837000	0,023	0,00%	0,001
kačirek 8/16	Refaglass	těžné říční kamenivo frakce 8/16 mm	20,434	1650	33716	50	0,053654	1808,987	0,04%	36,180	0,0024064	81,134	0,02%	1,623	0,015126	0,510	0,05%	0,010
pěnové sklo – granulát 0/63		granulát z pěnového skla frakce 0/63 mm	39,460	120	4735	50	35,061100	166021,321	3,74%	3320,426	1,5719000	7443,261	2,13%	148,865	3,922300	18,573	1,71%	0,371
štěrkopísek 4/32		štěrkopísek frakce 4/32 mm	25,119	2000	50238	50	0,124287	6243,930	0,14%	124,879	0,0043984	220,967	0,06%	4,419	0,025413	1,277	0,12%	0,026
mv Isover AKU	Isover	akustická izolace z minerální vlny Isover AKU	55,363	40	2215	50	20,192300	44716,252	1,01%	894,325	1,1331000	2509,273	0,72%	50,185	8,358300	18,510	1,70%	0,370
mv Isover N	Isover	akustická izolace z minerální vlny Isover N	46,210	100	4621	50	20,192300	93308,618	2,10%	1866,172	1,1331000	5236,055	1,50%	104,721	8,358300	38,624	3,55%	0,772
cementotřířsková deska	Cetris	cementotřířsková deska Cetris Basic	3,147	1350	4248	50	5,391640	22906,113	0,52%	458,122	0,6218000	2641,686	0,75%	52,834	1,136830	4,830	0,44%	0,097
OSB deska		OSB deska	0,373	650	242	35	12,505700	3032,007	0,07%	86,629	0,4813230	116,697	0,03%	3,334	2,037080	0,494	0,05%	0,014
SDK deska	Rigips	akustická sádrokartonová deska tl. 12,5 mm	19,008	750	14256	50	5,744530	81894,020	1,85%	1637,880	0,3542900	5050,758	1,44%	101,015	1,097600	15,647	1,44%	0,313
FeZn plech		plech z pozinkované oceli	0,039	7850	306	45	22,853500	6996,599	0,16%	155,480	1,6584000	507,719	0,15%	11,283	5,660800	1,733	0,16%	0,039
konstrukční ocel		konstrukční ocel S355 J2 QL +AR	0,216	7850	1696	50	29,066800	49285,666	1,11%	985,713	2,0924000	3547,873	1,01%	70,957	8,273800	14,029	1,29%	0,281
ocel – kompletační konstrukce			2,693	7850	21140	45	29,066800	614473,605	13,86%	13654,969	2,0924000	44233,441	12,64%	982,965	8,273800	174,909	16,09%	3,887
ocelové UW a CW profily	Rigips	ocelové UW a CW profily	0,303	7850	2379	50	22,853500	54358,192	1,23%	1087,164	1,6584000	3944,587	1,13%	78,892	5,660800	13,464	1,24%	0,269
rostlé dřevo		rostlé smrkové dřevo, C24, hoblované	0,037	400	15	35	3,352640	49,619	0,00%	1,418	0,1873580	2,773	0,00%	0,079	1,167930	0,017	0,00%	0,000
sklo		skleněné tabule float	6,333	2600	16466	50	12,402000	204208,852	4,61%	4084,177	0,9797600	16132,532	4,61%	322,651	8,492100	139,829	12,86%	2,797
výplně otvorů v obvodovém plášti					4825	25		138940,621	3,13%	5557,625		6436,595	1,84%	257,464		35,776	3,29%	1,431
<b>celkem</b>			<b>1297,447</b>		<b>1639566</b>			<b>4433836,181</b>	<b>100,00%</b>	<b>111008,179</b>		<b>349955,189</b>	<b>100,00%</b>	<b>7882,384</b>		<b>1087,106</b>	<b>100,00%</b>	<b>25,336</b>

Údaje o hmotnosti výplní otvorů, jejich svázaných spotřebách energie a jejich svázaných emisích jsou v této tabulce uvedeny pouze souhrnně, jednotlivé výplně otvorů obvodového pláště jsou rozepsány v následující tabulce výplní otvorů. Čísly 1 až 4 jsou označena okna, písmenem D vchodové dveře a písmenem V garážová vrata.

Výpočet hmotnosti výplní otvorů i navazující výpočty svázané energie a svázaných emisí CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> jsou pouze orientační. Práce se výplním otvorů dále do detailu nevěnuje, cílem bylo pouze odhadnout tyto hodnoty týkající se výplní otvorů v obvodových konstrukcích budovy a zahrnout je do dalších výpočtů, aby bylo environmentální vyhodnocení v souladu s Metodikou SBToolCZ [5]. Environmentální údaje pro celé okenní a dveřní konstrukce nejsou součástí databáze Envimat.cz [19], proto byly v tomto případě stanoveny zjednodušeně pouze ze dvou základních materiálů, a to materiálu rámu (plast, resp. dřevo) a materiálu zasklení (tabulové sklo). Při stanovení hmotnosti plastových rámu byl uvažován kopolymerní PVC s objemovou hmotností 1390 kg/m<sup>3</sup> a podíl vzduchových mezer v rámu 70 %. Pro variantu Železobetonový KS jsou použity všechny výplně otvorů s plastovými rámy – hodnoty započítané do celkového součtu jsou vyznačeny zeleně.

Tab. P7.2 Tabulka výplní otvorů pro Železobetonový KS

ozn.	šířka mm	výška mm	celková plocha m <sup>2</sup>	plocha rámu m <sup>2</sup>	tloušťka rámu mm	objem rámu m <sup>3</sup>	hmotnost rámu		plocha zasklení m <sup>2</sup>	tloušťka zasklení mm	objem zasklení m <sup>3</sup>	hmotnost zasklení kg	počet kusů ks	hmotnost výplní otvorů celkem	
							plast	dřevo						plastové	dřevěné
1	900	2400	2,16	0,51	85	0,04335	18,08	17,34	1,65	12	0,0198	51,48	26	1808,5	1789,3
2	2150	2400	5,16	0,86	85	0,0731	30,48	29,24	4,3	12	0,0516	134,16	6	987,9	980,4
3	1300	2400	3,12	0,92	85	0,0782	32,61	31,28	2,2	12	0,0264	68,64	7	708,7	699,4
4	850	2400	2,04	0,31	85	0,02635	10,99	10,54	1,73	12	0,02076	53,98	6	389,8	387,1
D	3000	2500	7,5	0,58	85	0,0493	20,56	19,72	6,92	12	0,08304	215,904	1	236,5	235,6
V	2150	2580	5,547	5,547	50	0,27735	115,65	-					6	693,9	
<b>celkem</b>													<b>4825,3</b>		

Tab. P7.3 Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> výplní otvorů pro Železobetonový KS

ozn.	šířka mm	výška mm	počet kusů ks	jednotková svázaná energie MJ/kg			svázané energie 1 výplně MJ		svázaná energie celkem MJ		jednotkové svázané emise CO <sub>2</sub> kg CO <sub>2</sub> ekv./kg			svázané emise CO <sub>2</sub> 1 výplně kg CO <sub>2</sub> ekv.		svázané emise CO <sub>2</sub> celkem kg CO <sub>2</sub> ekv.		jednotkové svázané emise SO <sub>2</sub> g SO <sub>2</sub> ekv./kg			svázané emise SO <sub>2</sub> 1 výplně g SO <sub>2</sub> ekv.		svázané emise SO <sub>2</sub> celkem g SO <sub>2</sub> ekv.				
				plast	dřevo	sklo	plastové	dřevěné	plastové	dřevěné	plast	dřevo	sklo	plastové	dřevěné	plastové	dřevěné	plast	dřevo	sklo	plastové	dřevěné	plastové	dřevěné			
1	900	2400	26				1723,180	696,590	44802,691	18111,333				86,742	53,687	2255,292	1395,858				534,104	457,425	13886,697	11893,056			
2	2150	2400	6	60,00600	3,35264	12,40200	3492,997	1761,884	20957,983	10571,301	2,00830	0,18736	0,97976	192,663	136,923	1155,978	821,538	5,36210	1,16793	8,49210	1302,751	1173,450	7816,509	7040,702			
3	1300	2400	7				2808,033	956,144	19656,231	6693,007				132,740	73,111	929,181	511,779				757,753	619,431	5304,268	4336,014			
4	850	2400	6				1328,753	704,747	7972,520	4228,483				74,951	54,858	449,704	329,150				517,288	470,680	3103,728	2824,077			
D	3000	2500	1				3911,251	2743,755	3911,251	2743,755				252,821	215,229	252,821	215,229				1943,713	1856,510	1943,713	1856,510			
V	2150	2580	6				6939,991		41639,946					232,270		1393,619					620,153		3720,920				
				<b>celkem</b>				<b>138940,621</b>				<b>celkem</b>				<b>6436,595</b>				<b>celkem</b>				<b>35775,835</b>			

Následující tabulka slouží pro výpočet svázaných emisí R-11 a svázaných emisí C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>. Na rozdíl od předchozích výpočtů jsou tyto svázané emise stanoveny pouze pro tepelné a akustické izolace, v souladu s Metodikou SBToolCZ [5]. Ve sloupci „svázané emise R-11“, resp. „svázané emise C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>“ je uvedena nejprve hodnota jednotkové svázané produkce emisí R-11, resp. C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> převzatá z databáze Envimat.cz [19], dále svázaná produkce emisí v g R-11 ekv., resp. g C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ekv. pro dané množství materiálu (hmotnost uvedenou v předchozím sloupci) a nakonec procentuální podíl každého materiálu na celkové svázané produkci emisí R-11, resp. C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> všech konstrukcí. Sloupec „roční ekvivalentní svázané emise R-11“, resp. „roční ekvivalentní svázané emise C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>“ je určen pro převedení hodnot svázaných emisí na jednotku jednoho roku. Tyto hodnoty jsou dále použity pro vyhodnocení potenciálu ničení ozonu (ODP) a potenciálu tvorby přízemního ozonu (POCP) podle kapitol E.04 a E.05 Metodiky SBToolCZ [5].

Tab. P7.4 Výpočet svázaných emisí R-11 a C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> pro Železobetonový KS

materiál	výrobce	popis	objem m <sup>3</sup>	objemová hmotnost kg/m <sup>3</sup>	hmotnost kg	životnost rok	svázané emise R-11			roční ekvivalentní svázané emise R-11 g R-11 ekv./rok	svázané emise C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>			roční ekvivalentní svázané emise C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ekv./rok
							g R-11 ekv./kg	g R-11 ekv.	%		g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ekv./kg	g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ekv.	%	
EPS Grey 100	Isover	grafitový expandovaný polystyren	144,631	20	2893	30	0,000131950	0,381681	16,54%	0,012723	6,75450	19538,202	34,71%	651,273
EPS Greywall	Isover	grafitový expandovaný polystyren	284,176	16	4547	30	0,000131950	0,599952	26,00%	0,019998	6,75450	30711,469	54,57%	1023,716
PUR pěna		montážní polyuretanová pěna	0,296	35	10	30	0,000023913	0,000248	0,01%	0,000008	0,93994	9,738	0,02%	0,325
XPS Styrodur 3000 CS	Isover	extrudovaný polystyren	40,140	35	1405	30	0,000088390	0,124179	5,38%	0,004139	1,53650	2158,629	3,84%	71,954
pěnové sklo – granulát 0/63	Refaglass	granulát z pěnového skla frakce 0/63 mm	39,460	120	4735	50	0,000173870	0,823309	35,67%	0,016466	0,17330	820,610	1,46%	16,412
mv Isover AKU	Isover	akustická izolace z minerální vlny Isover AKU	55,363	40	2215	50	0,000055368	0,122614	5,31%	0,002452	0,44541	986,369	1,75%	19,727
mv Isover N	Isover	akustická izolace z minerální vlny Isover N	46,210	100	4621	50	0,000055368	0,255856	11,09%	0,005117	0,44541	2058,240	3,66%	41,165
							<b>celkem</b>	<b>2,307839</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,060904</b>	<b>celkem</b>	<b>56283,2562136</b>	<b>100,00%</b>	<b>1824,572</b>

Na dalších stránkách této přílohy jsou v tabulkách stejné struktury uvedeny výpočty svázané energie a svázaných emisí CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, R-11 a C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> pro další řešené varianty.

Tab. P7.5 Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> pro Dřevěný sloupkový KS

materiál	výrobce	popis	objem m <sup>3</sup>	objemová hmotnost kg/m <sup>3</sup>	hmotnost kg	životnost rok	svázaná energie			roční ekvivalentní svázaná energie MJ/rok	svázané emise CO <sub>2</sub>			roční ekvivalentní svázané emise CO <sub>2</sub> kg CO <sub>2</sub> ekv./rok	svázané emise SO <sub>2</sub>			roční ekvivalentní svázané emise SO <sub>2</sub> kg SO <sub>2</sub> ekv./rok
							MJ/kg	MJ	%		kg CO <sub>2</sub> ekv./kg	kg CO <sub>2</sub> ekv.	%		g SO <sub>2</sub> ekv./kg	kg SO <sub>2</sub> ekv.	%	
Baumit openContact	Baumit	lepící a stěrková hmota openContact	2,915	1800	5247	40	1,459660	7658,836	0,20%	191,471	0,2131700	1118,503	0,42%	27,963	0,354070	1,858	0,17%	0,046
Baumit openTop	Baumit	tenkovrstvá omítka openTop	2,920	1800	5256	40	1,459660	7671,973	0,20%	191,799	0,2131700	1120,422	0,43%	28,011	0,354070	1,861	0,18%	0,047
Baumit UniWhite	Baumit	vnitřní jednovrstvá omítka UniWhite	4,382	1800	7888	50	1,459660	11513,214	0,30%	230,264	0,2131700	1681,400	0,64%	33,628	0,354070	2,793	0,26%	0,056
betonová dlažba		dlažba z vibrolisovaného betonu	7,370	2300	16951	30	0,574926	9745,571	0,26%	324,852	0,1098910	1862,762	0,71%	62,092	0,184889	3,134	0,29%	0,104
prostý beton		prostý beton C30/37	134,777	2300	309987	50	0,574926	178219,643	4,70%	3564,393	0,1098910	34064,792	12,94%	681,296	0,184889	57,313	5,39%	1,146
železobeton – desky		železobeton C30/37, stupeň vyztužení 0,5%	75,822	2500	189555	50	0,574926	108980,098	2,87%	2179,602	0,1098910	20830,389	7,91%	416,608	0,184889	35,047	3,30%	0,701
výztuž desek		betonářská výztuž B500B	0,379	7850	2976	50	22,527900	67043,335	1,77%	1340,867	1,4820000	4410,452	1,67%	88,209	5,094800	15,162	1,43%	0,303
železobeton – stěny		železobeton C30/37, stupeň vyztužení 1,5%	79,360	2500	198400	50	0,574926	114065,318	3,01%	2281,306	0,1098910	21802,374	8,28%	436,047	0,184889	36,682	3,45%	0,734
výztuž stěn		betonářská výztuž B500B	1,190	7850	9345	50	22,527900	210515,115	5,55%	4210,302	1,4820000	13848,756	5,26%	276,975	5,094800	47,609	4,48%	0,952
fenolická pěna Kooltherm	Kingspan	fasádní desky Kooltherm K5	14,845	35	520	30	99,265000	51575,612	1,36%	1719,187	4,8451000	2517,393	0,96%	83,913	20,278000	10,536	0,99%	0,351
PUR pěna		montážní polyuretanová pěna	0,138	35	5	30	99,265000	479,450	0,01%	15,982	4,8451000	23,402	0,01%	0,780	20,278000	0,098	0,01%	0,003
PVC profily		profily z PVC pro ETICS	0,109	1390	152	30	60,006000	9091,509	0,24%	303,050	2,0083000	304,278	0,12%	10,143	5,362100	0,812	0,08%	0,027
teflon		PTFE vložka k přerušení tepelného mostu	0,024	2200	53	40	66,774700	3525,704	0,09%	88,143	1,3989000	73,862	0,03%	1,847	3,837000	0,203	0,02%	0,005
XPS Styrodur 3000 CS	Isover	extrudovaný polystyren	38,157	35	1335	30	96,514500	128894,632	3,40%	4296,488	3,8205000	5102,259	1,94%	170,075	13,392000	17,885	1,68%	0,596
HI Paraelast FIX G30	KVK Parabit	modifikovaný pás s vložkou ze skelné tkaniny	3,482	1200	4178	30	52,651900	220000,699	5,80%	7333,357	1,1653000	4869,090	1,85%	162,303	6,443400	26,923	2,53%	0,897
HI Paraelast STAR 46	KVK Parabit	horní asfaltový modifikovaný pás s polyesterovou vložkou	1,832	1200	2198	30	52,651900	115749,937	3,05%	3858,331	1,1653000	2561,796	0,97%	85,393	6,443400	14,165	1,33%	0,472
HI Sklodek 40 Special Mineral	KVK Parabit	asfaltový modifikovaný pás s vložkou ze skelné tkaniny	1,404	1200	1685	40	52,651900	88707,921	2,34%	2217,698	1,1653000	1963,297	0,75%	49,082	6,443400	10,856	1,02%	0,271
parozábrana Isocell Airstop 1500	Isocell	lehká fólie s funkcí parozábrany, s <sub>p</sub> = 1500 m	0,123	300	37	30	78,220100	2886,322	0,08%	96,211	2,1026000	77,586	0,03%	2,586	7,950200	0,293	0,03%	0,010
separace – igelit		tenká PE fólie s funkcí separační vrstvy	0,290	1470	426	50	78,220100	33345,229	0,88%	666,905	2,1026000	896,338	0,34%	17,927	7,950200	3,389	0,32%	0,068
kačírek 8/16		těžné říční kamenivo frakce 8/16 mm	25,169	1650	41529	50	0,053654	2228,168	0,06%	44,563	0,0024064	99,935	0,04%	1,999	0,015126	0,628	0,06%	0,013
pěnové sklo – granulát 0/63	Refaglass	granulát z pěnového skla frakce 0/63 mm	43,779	120	5253	50	35,061100	184192,788	4,85%	3683,856	1,5719000	8257,945	3,14%	165,159	3,922300	20,606	1,94%	0,412
šterkopisek 4/32		šterkopisek frakce 4/32 mm	24,625	2000	49250	50	0,124287	6121,135	0,16%	122,423	0,0043984	216,621	0,08%	4,332	0,025413	1,252	0,12%	0,025
mv Isover AKU	Isover	akustická izolace z minerální vlny Isover AKU	85,089	40	3404	50	20,192300	68725,705	1,81%	1374,514	1,1331000	3856,574	1,46%	77,131	8,358300	28,448	2,68%	0,569
mv Isover N	Isover	akustická izolace z minerální vlny Isover N	43,944	100	4394	50	20,192300	88733,043	2,34%	1774,661	1,1331000	4979,295	1,89%	99,586	8,358300	36,730	3,46%	0,735
mv Isover TOPSIL	Isover	tepelná izolace z minerální vlny Isover TOPSIL	383,159	60	22990	30	20,192300	464211,689	12,23%	15473,723	1,1331000	26049,448	9,89%	868,315	8,358300	192,153	18,08%	6,405
cementotřísková deska	Cetris	cementotřísková deska Cetris Basic	3,158	1350	4263	50	5,391640	22986,179	0,61%	459,724	0,6218000	2650,920	1,01%	53,018	1,136830	4,847	0,46%	0,097
dřevovláknitá deska	Hobra	dřevovláknitá deska Hobra Sibrex	14,550	140	2037	30	9,985960	20341,401	0,54%	678,047	0,3686550	750,950	0,29%	25,032	1,196640	2,438	0,23%	0,081
OSB deska		OSB deska	41,938	650	27260	35	12,505700	340901,630	8,98%	9740,047	0,4813230	13120,721	4,98%	374,878	2,037080	55,530	5,23%	1,587
SDK deska	Rigips	akustická sádkartonová deska tl. 12,5 mm	24,842	750	18632	50	5,744530	107029,211	2,82%	2140,584	0,3542900	6600,954	2,51%	132,019	1,097600	20,450	1,92%	0,409
FeZn plech		plech z pozinkované oceli	0,056	7850	440	45	22,853500	10046,399	0,26%	223,253	1,6584000	729,033	0,28%	16,201	5,660800	2,488	0,23%	0,055
konstrukční ocel		konstrukční ocel S355 J2 QL +AR	0,079	7850	620	50	29,066800	18025,776	0,47%	360,516	2,0924000	1297,602	0,49%	25,952	8,273800	5,131	0,48%	0,103
ocel – kompletační konstrukce			2,715	7850	21313	45	29,066800	619493,442	16,32%	13766,521	2,0924000	44594,798	16,93%	990,996	8,273800	176,337	16,59%	3,919
ocelové UW a CW profily	Rigips	ocelové UW a CW profily	0,079	7850	620	50	22,853500	14172,598	0,37%	283,452	1,6584000	1028,457	0,39%	20,569	5,660800	3,511	0,33%	0,070
lepené lamelové dřevo		lepené lamelové smrkové dřevo, GL24h	33,664	400	13466	50	7,954300	107109,422	2,82%	2142,188	0,4178790	5626,991	2,14%	112,540	2,357170	31,741	2,99%	0,635
rostlé dřevo		rostlé smrkové dřevo, C24, hoblované	46,714	400	18686	35	3,352640	62646,090	1,65%	1789,888	0,1873580	3500,897	1,33%	100,026	1,167930	21,823	2,05%	0,624
sklo		skleněné tabule float	6,404	2600	16650	50	12,402000	206498,261	5,44%	4129,965	0,9797600	16313,396	6,19%	326,268	8,492100	141,397	13,31%	2,828
výplně otvorů v obvodovém plášti					4646	25		82283,443	2,17%	3291,338		4532,747	1,72%	181,310	30,507	2,87%		1,220
<b>celkem</b>			<b>1149,484</b>		<b>1011645</b>			<b>3795416,496</b>	<b>100,00%</b>	<b>96589,470</b>		<b>263336,433</b>	<b>100,00%</b>	<b>6210,207</b>		<b>1062,636</b>	<b>100,00%</b>	<b>26,576</b>



Tab. P7.6 Tabulka výplní otvorů pro Dřevěný sloupkový KS

ozn.	šířka mm	výška mm	celková plocha m <sup>2</sup>	plocha rámu m <sup>2</sup>	tloušťka rámu mm	objem rámu m <sup>3</sup>	hmotnost rámu kg		plocha zasklení m <sup>2</sup>	tloušťka zasklení mm	objem zasklení m <sup>3</sup>	hmotnost zasklení kg	počet kusů ks	hmotnost výplní otvorů celkem kg	
							plast	dřevo						plastové	dřevěné
1	900	2400	2,16	0,51	85	0,04335	18,08	17,34	1,65	12	0,0198	51,48	26	1808,5	1789,3
2	2150	2400	5,16	0,86	85	0,0731	30,48	29,24	4,3	12	0,0516	134,16	6	987,9	980,4
3	1300	2400	3,12	0,92	85	0,0782	32,61	31,28	2,2	12	0,0264	68,64	7	708,7	699,4
4	540	2400	1,296	0,296	85	0,02516	10,49	10,064	1	12	0,012	31,2	6	250,2	247,6
D	3000	2500	7,5	0,58	85	0,0493	20,56	19,72	6,92	12	0,08304	215,904	1	236,5	235,6
V	2150	2580	5,547	5,547	50	0,27735	115,65	-					6	693,9	
													<b>celkem</b>	<b>4646,3</b>	

Tab. P7.7 Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> výplní otvorů pro Dřevěný sloupkový KS

ozn.	šířka mm	výška mm	počet kusů ks	jednotková svázaná energie MJ/kg			svázané energie 1 výplně MJ		svázaná energie celkem MJ		jednotkové svázané emise CO <sub>2</sub> kg CO <sub>2</sub> ekv./kg			svázané emise CO <sub>2</sub> 1 výplně kg CO <sub>2</sub> ekv.		svázané emise CO <sub>2</sub> celkem kg CO <sub>2</sub> ekv.		jednotkové svázané emise SO <sub>2</sub> g SO <sub>2</sub> ekv./kg			svázané emise SO <sub>2</sub> 1 výplně g SO <sub>2</sub> ekv.		svázané emise SO <sub>2</sub> celkem g SO <sub>2</sub> ekv.	
				plast	dřevo	sklo	plastové	dřevěné	plastové	dřevěné	plast	dřevo	sklo	plastové	dřevěné	plastové	dřevěné	plast	dřevo	sklo	plastové	dřevěné	plastové	dřevěné
1	900	2400	26				1723,180	696,590	44802,691	18111,333				86,742	53,687	2255,292	1395,858				534,104	457,425	13886,697	11893,056
2	2150	2400	6				3492,997	1761,884	20957,983	10571,301				192,663	136,923	1155,978	821,538				1302,751	1173,450	7816,509	7040,702
3	1300	2400	7				2808,033	956,144	19656,231	6693,007				132,740	73,111	929,181	511,779				757,753	619,431	5304,268	4336,014
4	540	2400	6				1016,509	420,683	6099,051	2524,100				51,639	32,454	309,834	194,724				321,211	276,708	1927,267	1660,245
D	3000	2500	1				3911,251	2743,755	3911,251	2743,755				252,821	215,229	252,821	215,229				1943,713	1856,510	1943,713	1856,510
V	2150	2580	6				6939,991		41639,946					232,270		1393,619					620,153		3720,920	
				<b>celkem</b>			<b>82283,443</b>		<b>celkem</b>			<b>4532,747</b>		<b>celkem</b>			<b>30507,448</b>							

Tab. P7.8 Výpočet svázaných emisí R-11 a C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> pro Dřevěný sloupkový KS

materiál	výrobce	popis	objem m <sup>3</sup>	objemová hmotnost kg/m <sup>3</sup>	hmotnost kg	životnost rok	svázané emise R-11			roční ekvivalentní svázané emise R-11 g R-11 ekv./rok	svázané emise C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>			roční ekvivalentní svázané emise C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ekv./rok
							g R-11 ekv./kg	g R-11 ekv.	%		g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ekv./kg	g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ekv.	%	
fenolická pěna Kooltherm	Kingspan	fasádní desky Kooltherm K5	14,845	35	520	30	0,0000239130	0,012425	0,44%	0,000414	0,9399400	488,369	2,83%	16,279
PUR pěna		montážní polyuretanová pěna	0,138	35	5	30	0,0000239130	0,000115	0,00%	0,000004	0,9399400	4,540	0,03%	0,151
XPS Styrodur 3000 CS	Isover	extrudovaný polystyren	38,157	35	1335	30	0,0000883900	0,118044	4,14%	0,003935	1,5365000	2051,988	11,87%	68,400
pěnové sklo – granulát 0/63	Refaglass	granulát z pěnového skla frakce 0/63 mm	43,779	120	5253	50	0,0001738700	0,913423	32,01%	0,018268	0,1733000	910,428	5,27%	18,209
mv Isover AKU	Isover	akustická izolace z minerální vny Isover AKU	85,089	40	3404	50	0,0000553680	0,188448	6,60%	0,003769	0,4454100	1515,980	8,77%	30,320
mv Isover N	Isover	akustická izolace z minerální vny Isover N	43,944	100	4394	50	0,0000553680	0,243309	8,53%	0,004866	0,4454100	1957,310	11,33%	39,146
mv Isover TOPSIL	Isover	tepelná izolace z minerální vny Isover TOPSIL	383,159	60	22990	30	0,0000553680	1,272885	44,61%	0,042429	0,4454100	10239,771	59,26%	341,326
dřevovláknitá deska	Hobra	dřevovláknitá deska Hobra Sibrex	14,550	140	2037	30	0,0000513409	0,104581	3,67%	0,003486	0,0549182	111,868	0,65%	3,729
							<b>celkem</b>	<b>2,853231</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,077172</b>	<b>celkem</b>	<b>17280,254</b>	<b>100,00%</b>	<b>517,559</b>

Tab. P7.9 Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> pro Dřevěný masivní skelet

materiál	výrobce	popis	objem m <sup>3</sup>	objemová hmotnost kg/m <sup>3</sup>	hmotnost kg	životnost rok	svázaná energie			roční ekvivalentní svázaná energie MJ/rok	svázané emise CO <sub>2</sub>			roční ekvivalentní svázané emise CO <sub>2</sub> kg CO <sub>2</sub> ekv./rok	svázané emise SO <sub>2</sub>			roční ekvivalentní svázané emise SO <sub>2</sub> kg SO <sub>2</sub> ekv./rok
							MJ/kg	MJ	%		kg CO <sub>2</sub> ekv./kg	kg CO <sub>2</sub> ekv.	%		g SO <sub>2</sub> ekv./kg	kg SO <sub>2</sub> ekv.	%	
Baumit openContact	Baumit	lepící a stěrková hmota openContact	2,964	1800	5335	40	1,459660	7787,578	0,21%	194,689	0,2131700	1137,305	0,44%	28,433	0,354070	1,889	0,18%	0,047
Baumit openTop	Baumit	tenkovrstvá omítka openTop	2,970	1800	5346	40	1,459660	7803,342	0,21%	195,084	0,2131700	1139,607	0,44%	28,490	0,354070	1,893	0,18%	0,047
Baumit UniWhite	Baumit	vnitřní jednovrstvá omítka UniWhite	4,880	1800	8784	50	1,459660	12821,653	0,35%	256,433	0,2131700	1872,485	0,72%	37,450	0,354070	3,110	0,30%	0,062
betonová dlažba		dlažba z vibrolisovaného betonu	7,465	2300	17170	30	0,574926	9871,192	0,27%	329,040	0,1098910	1886,774	0,73%	62,892	0,184889	3,174	0,31%	0,106
prostý beton		prostý beton C30/37	129,035	2300	296781	50	0,574926	170626,826	4,64%	3412,537	0,1098910	32613,506	12,56%	652,270	0,184889	54,871	5,27%	1,097
železobeton – desky		železobeton C30/37, stupeň vyztužení 0,5%	74,923	2500	187308	50	0,574926	107687,952	2,93%	2153,759	0,1098910	20583,408	7,92%	411,668	0,184889	34,631	3,33%	0,693
výztuž desek		betonářská výztuž B500B	0,375	7850	2941	50	22,527900	66248,421	1,80%	1324,968	1,4820000	4358,159	1,68%	87,163	5,094800	14,982	1,44%	0,300
železobeton – stěny		železobeton C30/37, stupeň vyztužení 1,5%	78,582	2500	196455	50	0,574926	112947,087	3,07%	2258,942	0,1098910	21588,636	8,31%	431,773	0,184889	36,322	3,49%	0,726
výztuž stěn		betonářská výztuž B500B	1,179	7850	9253	50	22,527900	208451,346	5,67%	4169,027	1,4820000	13712,991	5,28%	274,260	5,094800	47,142	4,53%	0,943
fenolická pěna Kooltherm	Kingspan	fasádní desky Kooltherm K5	17,322	35	606	30	99,265000	60181,392	1,64%	2006,046	4,8451000	2937,439	1,13%	97,915	20,278000	12,294	1,18%	0,410
PUR pěna		montážní polyuretanová pěna	0,141	35	5	30	99,265000	489,873	0,01%	16,329	4,8451000	23,911	0,01%	0,797	20,278000	0,100	0,01%	0,003
PVC profily		profily z PVC pro ETICS	0,098	1390	136	30	60,006000	8174,017	0,22%	272,467	2,0083000	273,571	0,11%	9,119	5,362100	0,730	0,07%	0,024
teflon		PTFE vložka k přerušení tepelného mostu	0,024	2200	53	40	66,774700	3525,704	0,10%	88,143	1,3989000	73,862	0,03%	1,847	3,837000	0,203	0,02%	0,005
XPS Styrodur 3000 CS	Isover	extrudovaný polystyren	37,013	35	1295	30	96,514500	125030,192	3,40%	4167,673	3,8205000	4949,286	1,91%	164,976	13,392000	17,349	1,67%	0,578
HI Paraelast FIX G30	KVK Parabit	samolepící asfaltový modifikovaný pás s vložkou ze skelné tkaniny	2,204	1200	2645	30	52,651900	139253,745	3,79%	4641,792	1,1653000	3081,985	1,19%	102,733	6,443400	17,042	1,64%	0,568
HI Paraelast STAR 46	KVK Parabit	homí asfaltový modifikovaný pás s polyesterovou vložkou	2,006	1200	2407	30	52,651900	126743,654	3,45%	4224,788	1,1653000	2805,110	1,08%	93,504	6,443400	15,511	1,49%	0,517
HI Sklodex 40 Special Mineral	KVK Parabit	asfaltový modifikovaný pás s vložkou ze skelné tkaniny	1,384	1200	1661	40	52,651900	87444,276	2,38%	2186,107	1,1653000	1935,330	0,75%	48,383	6,443400	10,701	1,03%	0,268
parozábrana Isocell Airstop 1500	Isocell	lehká fólie s funkcí parozábrany, s <sub>p</sub> = 1500 m	0,245	300	74	30	78,220100	5749,177	0,16%	191,639	2,1026000	154,541	0,06%	5,151	7,950200	0,584	0,06%	0,019
separace – igelit		tenká PE fólie s funkcí separační vrstvy	0,285	1470	419	50	78,220100	32770,311	0,89%	655,406	2,1026000	880,884	0,34%	17,618	7,950200	3,331	0,32%	0,067
kačírek 8/16		těžené říční kamenivo frakce 8/16 mm	41,900	1650	69135	50	0,053654	3709,335	0,10%	74,187	0,0024064	166,366	0,06%	3,327	0,015126	1,046	0,10%	0,021
pěnové sklo – granulát 0/63	Refaglass	granulát z pěnového skla frakce 0/63 mm	40,360	120	4843	50	35,061100	169807,920	4,62%	3396,158	1,5719000	7613,026	2,93%	152,261	3,922300	18,996	1,83%	0,380
šterkopisek 4/32		šterkopisek frakce 4/32 mm	24,741	2000	49482	50	0,124287	6149,969	0,17%	122,999	0,0043984	217,642	0,08%	4,353	0,025413	1,257	0,12%	0,025
mv Isover AKU	Isover	akustická izolace z minerální vlny Isover AKU	77,460	40	3098	50	20,192300	62563,822	1,70%	1251,276	1,1331000	3510,797	1,35%	70,216	8,358300	25,897	2,49%	0,518
mv Isover N	Isover	akustická izolace z minerální vlny Isover N	43,641	100	4364	50	20,192300	88121,216	2,40%	1762,424	1,1331000	4944,962	1,90%	98,899	8,358300	36,476	3,51%	0,730
mv Isover TOPSIL	Isover	tepelná izolace z minerální vlny Isover TOPSIL	356,941	60	21416	30	20,192300	432447,585	11,76%	14414,920	1,1331000	24266,991	9,34%	808,900	8,358300	179,005	17,20%	5,967
cementotřísková deska	Cetris	cementotřísková deska Cetris Basic	3,136	1350	4234	50	5,391640	22826,047	0,62%	456,521	0,6218000	2632,452	1,01%	52,649	1,136830	4,813	0,46%	0,096
dřevoláknitá deska	Hobra	dřevoláknitá deska Hobra Sibrex	15,692	140	2197	30	9,985960	21937,956	0,60%	731,265	0,3686550	809,891	0,31%	26,996	1,196640	2,629	0,25%	0,088
OSB deska		OSB deska	34,014	650	22109	35	12,505700	276489,772	7,52%	7899,708	0,4813230	10641,618	4,10%	304,046	2,037080	45,038	4,33%	1,287
SDK deska	Rigips	akustická sádkokartonová deska tl. 12,5 mm	32,577	750	24433	50	5,744530	140354,665	3,82%	2807,093	0,3542900	8656,279	3,33%	173,126	1,097600	26,817	2,58%	0,536
FeZn plech		plech z pozinkované oceli	0,056	7850	440	45	22,853500	10046,399	0,27%	223,253	1,6584000	729,033	0,28%	16,201	5,660800	2,488	0,24%	0,055
konstrukční ocel		konstrukční ocel S355 J2 QL +AR	0,252	7850	1978	50	29,066800	57499,944	1,56%	1149,999	2,0924000	4139,186	1,59%	82,784	8,273800	16,367	1,57%	0,327
ocel – kompletační konstrukce			2,705	7850	21234	45	29,066800	617211,698	16,78%	13715,816	2,0924000	44430,545	17,10%	987,345	8,273800	175,688	16,88%	3,904
ocelové UW a CW profily	Rigips	ocelové UW a CW profily	0,075	7850	589	50	22,853500	13454,998	0,37%	269,100	1,6584000	976,383	0,38%	19,528	5,660800	3,333	0,32%	0,067
lepené lamelové dřevo		lepené lamelové smrkové dřevo, GL24h	43,560	400	17424	50	7,954300	138595,723	3,77%	2771,914	0,4178790	7281,124	2,80%	145,622	2,357170	41,071	3,95%	0,821
rostlé dřevo		rostlé smrkové dřevo, C24, hoblované	25,066	400	10026	35	3,352640	33614,910	0,91%	960,426	0,1873580	1878,526	0,72%	53,672	1,167930	11,710	1,13%	0,335
sklo		skleněné tabule float	6,368	2600	16557	50	12,402000	205337,434	5,58%	4106,749	0,9797600	16221,690	6,24%	324,434	8,492100	140,602	13,51%	2,812
výplně otvorů v obvodovém plášti					4754	25		83594,512	2,27%	3343,780		4636,068	1,78%	185,443		31,402	3,02%	1,256
<b>celkem</b>			<b>1111,638</b>		<b>1016986</b>			<b>3677371,642</b>	<b>100,00%</b>	<b>92202,458</b>		<b>259761,368</b>	<b>100,00%</b>	<b>6066,243</b>		<b>1040,498</b>	<b>100,00%</b>	<b>25,706</b>

Tab. P7.10 Tabulka výplní otvorů pro Dřevěný masivní skelet

ozn.	šířka mm	výška mm	celková plocha m <sup>2</sup>	plocha rámu m <sup>2</sup>	tloušťka rámu mm	objem rámu m <sup>3</sup>	hmotnost rámu kg		plocha zasklení m <sup>2</sup>	tloušťka zasklení mm	objem zasklení m <sup>3</sup>	hmotnost zasklení kg	počet kusů ks	hmotnost výplní otvorů celkem kg	
							plast	dřevo						plastové	dřevěné
1	900	2400	2,16	0,51	85	0,04335	18,08	17,34	1,65	12	0,0198	51,48	26	1808,5	1789,3
2	2150	2400	5,16	0,86	85	0,0731	30,48	29,24	4,3	12	0,0516	134,16	6	987,9	980,4
3	1300	2400	3,12	0,92	85	0,0782	32,61	31,28	2,2	12	0,0264	68,64	7	708,7	699,4
4	780	2400	1,872	0,312	85	0,02652	11,06	10,608	1,56	12	0,01872	48,672	6	358,4	355,7
D	3000	2500	7,5	0,58	85	0,0493	20,56	19,72	6,92	12	0,08304	215,904	1	236,5	235,6
V	2150	2580	5,547	5,547	50	0,27735	115,65	-					6	693,9	
													<b>celkem</b>	<b>4754,4</b>	

Tab. P7.11 Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> výplní otvorů pro Dřevěný masivní skelet

ozn.	šířka mm	výška mm	počet kusů ks	jednotková svázaná energie MJ/kg			svázané energie 1 výplně MJ		svázaná energie celkem MJ		jednotkové svázané emise CO <sub>2</sub> kg CO <sub>2</sub> ekv./kg			svázané emise CO <sub>2</sub> 1 výplně kg CO <sub>2</sub> ekv.		svázané emise CO <sub>2</sub> celkem kg CO <sub>2</sub> ekv.		jednotkové svázané emise SO <sub>2</sub> g SO <sub>2</sub> ekv./kg			svázané emise SO <sub>2</sub> 1 výplně g SO <sub>2</sub> ekv.		svázané emise SO <sub>2</sub> celkem g SO <sub>2</sub> ekv.	
				plast	dřevo	sklo	plastové	dřevěné	plastové	dřevěné	plast	dřevo	sklo	plastové	dřevěné	plastové	dřevěné	plast	dřevo	sklo	plastové	dřevěné	plastové	dřevěné
1	900	2400	26				1723,180	696,590	44802,691	18111,333				86,742	53,687	2255,292	1395,858				534,104	457,425	13886,697	11893,056
2	2150	2400	6	60,00600	3,35264	12,40200	3492,997	1761,884	20957,983	10571,301	2,00830	0,18736	0,97976	192,663	136,923	1155,978	821,538	5,36210	1,16793	8,49210	1302,751	1173,450	7816,509	7040,702
3	1300	2400	7				2808,033	956,144	19656,231	6693,007				132,740	73,111	929,181	511,779				757,753	619,431	5304,268	4336,014
4	780	2400	6				1267,227	639,195	7603,361	3835,170				69,896	49,674	419,378	298,046				472,626	425,717	2835,757	2554,301
D	3000	2500	1				3911,251	2743,755	3911,251	2743,755				252,821	215,229	252,821	215,229	5,36210	1,16793	8,49210	1943,713	1856,510	1943,713	1856,510
V	2150	2580	6				6939,991		41639,946					232,270		1393,619					620,153		3720,920	
										<b>celkem</b>	<b>83594,512</b>			<b>celkem</b>			<b>4636,068</b>		<b>celkem</b>			<b>31401,504</b>		

Tab. P7.12 Výpočet svázaných emisí R-11 a C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> pro Dřevěný masivní skelet

materiál	výrobce	popis	objem m <sup>3</sup>	objemová hmotnost kg/m <sup>3</sup>	hmotnost kg	životnost rok	svázané emise R-11			roční ekvivalentní svázané emise R-11 g R-11 ekv./rok	svázané emise C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>			roční ekvivalentní svázané emise C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ekv./rok
							g R-11 ekv./kg	g R-11 ekv.	%		g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ekv./kg	g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ekv.	%	
fenolická pěna Kooltherm	Kingspan	fasádní desky Kooltherm K5	17,322	35	606	30	0,0000239130	0,014498	0,54%	0,000483	0,9399400	569,857	3,48%	18,995
PUR pěna		montážní polyuretanová pěna	0,141	35	5	30	0,0000239130	0,000118	0,00%	0,000004	0,9399400	4,639	0,03%	0,155
XPS Styrodur 3000 CS	Isover	extrudovaný polystyren	37,013	35	1295	30	0,0000883900	0,114505	4,27%	0,003817	1,5365000	1990,467	12,15%	66,349
pěnové sklo – granulát 0/63	Refaglass	granulát z pěnového skla frakce 0/63 mm	40,360	120	4843	50	0,0001738700	0,842087	31,39%	0,016842	0,1733000	839,327	5,12%	16,787
mv Isover AKU	Isover	akustická izolace z minerální vlny Isover AKU	77,460	40	3098	50	0,0000553680	0,171552	6,39%	0,003431	0,4454100	1380,058	8,42%	27,601
mv Isover N	Isover	akustická izolace z minerální vlny Isover N	43,641	100	4364	50	0,0000553680	0,241631	9,01%	0,004833	0,4454100	1943,814	11,86%	38,876
mv Isover TOPSIL	Isover	tepelná izolace z minerální vlny Isover TOPSIL	356,941	60	21416	30	0,0000553680	1,185787	44,20%	0,039526	0,4454100	9539,105	58,21%	317,970
dřevovláknitá deska	Hobra	dřevovláknitá deska Hobra Sibrex	15,692	140	2197	30	0,0000513409	0,112790	4,20%	0,003760	0,0549182	120,649	0,74%	4,022
							<b>celkem</b>	<b>2,682968</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,072695</b>	<b>celkem</b>	<b>16387,915</b>	<b>100,00%</b>	<b>490,755</b>

Tab. P7.13 Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> pro Dřevěný stěnový KS (CLT)

materiál	výrobce	popis	objem m <sup>3</sup>	objemová hmotnost kg/m <sup>3</sup>	hmotnost kg	životnost rok	svázaná energie			roční ekvivalentní svázaná energie MJ/rok	svázané emise CO <sub>2</sub>			roční ekvivalentní svázané emise CO <sub>2</sub> kg CO <sub>2</sub> ekv./rok	svázané emise SO <sub>2</sub>			roční ekvivalentní svázané emise SO <sub>2</sub> kg SO <sub>2</sub> ekv./rok
							MJ/kg	MJ	%		kg CO <sub>2</sub> ekv./kg	kg CO <sub>2</sub> ekv.	%		g SO <sub>2</sub> ekv./kg	kg SO <sub>2</sub> ekv.	%	
Baumit openContact	Baumit	lepící a stěrková hmota openContact	2,532	1800	4558	40	1,459660	6652,546	0,16%	166,314	0,2131700	971,544	0,35%	24,289	0,354070	1,614	0,14%	0,040
Baumit openTop	Baumit	tenkovrstvá omítka openTop	2,538	1800	4568	40	1,459660	6668,311	0,17%	166,708	0,2131700	973,846	0,35%	24,346	0,354070	1,618	0,14%	0,040
Baumit UniWhite	Baumit	vnitřní jednovrstvá omítka UniWhite	4,491	1800	8084	50	1,459660	11799,600	0,29%	235,992	0,2131700	1723,224	0,62%	34,464	0,354070	2,862	0,25%	0,057
betonová dlažba		dlažba z vibrolisovaného betonu	7,595	2300	17469	30	0,574926	10043,095	0,25%	334,770	0,1098910	1919,631	0,69%	63,988	0,184889	3,230	0,28%	0,108
prostý beton		prostý beton C30/37	128,553	2300	295672	50	0,574926	169989,463	4,21%	3399,789	0,1098910	32491,681	11,69%	649,834	0,184889	54,666	4,74%	1,093
železobeton – desky		železobeton C30/37, stupeň vyztužení 0,5%	74,572	2500	186430	50	0,574926	107183,454	2,65%	2143,669	0,1098910	20486,979	7,37%	409,740	0,184889	34,469	2,99%	0,689
výztuž desek		betonářská výztuž B500B	0,373	7850	2927	50	22,527900	65938,059	1,63%	1318,761	1,4820000	4337,741	1,56%	86,755	5,094800	14,912	1,29%	0,298
železobeton – stěny		železobeton C30/37, stupeň vyztužení 1,5%	79,166	2500	197915	50	0,574926	113786,479	2,82%	2275,730	0,1098910	21749,077	7,83%	434,982	0,184889	36,592	3,17%	0,732
výztuž stěn		betonářská výztuž B500B	1,187	7850	9322	50	22,527900	210000,499	5,20%	4200,010	1,4820000	13814,902	4,97%	276,298	5,094800	47,493	4,12%	0,950
fenolická pěna Kooltherm	Kingspan	fasádní desky Kooltherm K5	8,571	35	300	30	99,265000	29778,011	0,74%	992,600	4,8451000	1453,457	0,52%	48,449	20,278000	6,083	0,53%	0,203
PUR pěna		montážní polyuretanová pěna	2,624	35	92	30	99,265000	9116,498	0,23%	303,883	4,8451000	444,974	0,16%	14,832	20,278000	1,862	0,16%	0,062
PVC profily		profily z PVC pro ETICS	0,114	1390	158	30	60,006000	9508,551	0,24%	316,952	2,0083000	318,235	0,11%	10,608	5,362100	0,850	0,07%	0,028
teflon		PTFE vložka k přerušení tepelného mostu	0,024	2200	53	40	66,774700	3525,704	0,09%	88,143	1,3989000	73,862	0,03%	1,847	3,837000	0,203	0,02%	0,005
XPS Styrodur 3000 CS	Isover	extrudovaný polystyren	38,905	35	1362	30	96,514500	131421,382	3,25%	4380,713	3,8205000	5202,279	1,87%	173,409	13,392000	18,236	1,58%	0,608
HI Paraelast AI + V S40	KVK Parabit	asfaltový modifikovaný pás s vložkou z hliníkové fólie kaširované skleněnou rohoží	1,323	1200	1588	30	52,651900	83590,156	2,07%	2786,339	1,1653000	1850,030	0,67%	61,668	6,443400	10,230	0,89%	0,341
HI Paraelast FIX G30	KVK Parabit	samolepící asfaltový modifikovaný pás s vložkou ze skelné tkaniny	1,633	1200	1960	30	52,651900	103176,663	2,55%	3439,222	1,1653000	2283,522	0,82%	76,117	6,443400	12,626	1,10%	0,421
HI Paraelast STAR 46	KVK Parabit	horní asfaltový modifikovaný pás s polyesterovou vložkou	1,770	1200	2124	30	52,651900	111832,636	2,77%	3727,755	1,1653000	2475,097	0,89%	82,503	6,443400	13,686	1,19%	0,456
HI Sklodex 40 Special Mineral	KVK Parabit	asfaltový modifikovaný pás s vložkou ze skelné tkaniny	1,348	1200	1618	40	52,651900	85169,713	2,11%	2129,243	1,1653000	1884,989	0,68%	47,125	6,443400	10,423	0,90%	0,261
separace – igelit		tenká PE fólie s funkcí separační vrstvy	0,284	1470	417	50	78,220100	32655,327	0,81%	653,107	2,1026000	877,793	0,32%	17,556	7,950200	3,319	0,29%	0,066
kačírek 8/16		těžené říční kamenivo frakce 8/16 mm	21,357	1650	35239	50	0,053654	1890,698	0,05%	37,814	0,0024064	84,799	0,03%	1,696	0,015126	0,533	0,05%	0,011
pěnové sklo – granulát 0/63	Refaglass	granulát z pěnového skla frakce 0/63 mm	41,661	120	4999	50	35,061100	175281,658	4,34%	3505,633	1,5719000	7858,431	2,83%	157,169	3,922300	19,609	1,70%	0,392
štěrkopisek 4/32		štěrkopisek frakce 4/32 mm	24,898	2000	49796	50	0,124287	6188,995	0,15%	123,780	0,0043984	219,023	0,08%	4,380	0,025413	1,265	0,11%	0,025
mv Isover AKU	Isover	akustická izolace z minerální vlny Isover AKU	91,565	40	3663	50	20,192300	73956,318	1,83%	1479,126	1,1331000	4150,092	1,49%	83,002	8,358300	30,613	2,66%	0,612
mv Isover N	Isover	akustická izolace z minerální vlny Isover N	49,667	100	4967	50	20,192300	100289,096	2,48%	2005,782	1,1331000	5627,768	2,02%	112,555	8,358300	41,513	3,60%	0,830
mv Isover TOPSIL	Isover	tepelná izolace z minerální vlny Isover TOPSIL	336,574	60	20194	30	20,192300	407772,191	10,09%	13592,406	1,1331000	22882,320	8,23%	762,744	8,358300	168,791	14,64%	5,626
cementotřísková deska	Cetris	cementotřísková deska Cetris Basic	3,076	1350	4153	50	5,391640	22389,324	0,55%	447,786	0,6218000	2582,087	0,93%	51,642	1,136830	4,721	0,41%	0,094
OSB deska		OSB deska	26,956	650	17521	35	12,505700	219117,372	5,42%	6260,496	0,4813230	8433,453	3,03%	240,956	2,037080	35,692	3,10%	1,020
SDK deska	Rigips	akustická sádkokartonová deska tl. 12,5 mm	33,480	750	25110	50	5,744530	144245,148	3,57%	2884,903	0,3542900	8896,222	3,20%	177,924	1,097600	27,561	2,39%	0,551
FeZn plech		plech z pozinkované oceli	0,087	7850	683	45	22,853500	15607,798	0,39%	346,840	1,6584000	1132,604	0,41%	25,169	5,660800	3,866	0,34%	0,086
konstrukční ocel		konstrukční ocel S355 J2 QL +AR	0,095	7850	746	50	29,066800	21676,566	0,54%	433,531	2,0924000	1560,407	0,56%	31,208	8,273800	6,170	0,54%	0,123
ocel – kompletační konstrukce			2,665	7850	20920	45	29,066800	608084,723	15,05%	13512,994	2,0924000	43773,531	15,75%	972,745	8,273800	173,090	15,02%	3,846
ocelové UW a CW profily	Rigips	ocelové UW a CW profily	0,075	7850	589	50	22,853500	13454,998	0,33%	269,100	1,6584000	976,383	0,35%	19,528	5,660800	3,333	0,29%	0,067
CLT	Stora Enso	masivní panely z vrstveného dřeva	195,187	400	78075	50	7,954300	621030,382	15,37%	12420,608	0,4178790	32625,819	11,74%	652,516	2,357170	184,036	15,97%	3,681
rostlé dřevo		rostlé smrkové dřevo, C24, hoblované	16,984	400	6794	35	3,352640	22776,495	0,56%	650,757	0,1873580	1272,835	0,46%	36,367	1,167930	7,934	0,69%	0,227
sklo		skleněné tabule float	6,234	2600	16208	50	12,402000	201016,577	4,98%	4020,332	0,9797600	15880,342	5,71%	317,607	8,492100	137,643	11,94%	2,753
výplně otvorů v obvodovém plášti					4741	25		83463,383	2,07%	3338,535		4626,057	1,66%	185,042	31,317	2,72%		1,253
<b>celkem</b>			<b>1208,164</b>		<b>1031013</b>			<b>4040077,871</b>	<b>100,00%</b>	<b>98390,122</b>		<b>277915,038</b>	<b>100,00%</b>	<b>6371,059</b>		<b>1152,661</b>	<b>100,00%</b>	<b>27,657</b>

Tab. P7.14 Tabulka výplní otvorů pro Dřevěný stěnový KS (CLT)

ozn.	šířka mm	výška mm	celková plocha m <sup>2</sup>	plocha rámu m <sup>2</sup>	tloušťka rámu mm	objem rámu m <sup>3</sup>	hmotnost rámu kg		plocha zasklení m <sup>2</sup>	tloušťka zasklení mm	objem zasklení m <sup>3</sup>	hmotnost zasklení kg	počet kusů ks	hmotnost výplní otvorů celkem kg	
							plast	dřevo						plastové	dřevěné
1	900	2400	2,16	0,51	85	0,04335	18,08	17,34	1,65	12	0,0198	51,48	26	1808,5	1789,3
2	2150	2400	5,16	0,86	85	0,0731	30,48	29,24	4,3	12	0,0516	134,16	6	987,9	980,4
3	1300	2400	3,12	0,92	85	0,0782	32,61	31,28	2,2	12	0,0264	68,64	7	708,7	699,4
4	750	2400	1,8	0,29	85	0,02465	10,28	9,86	1,51	12	0,01812	47,112	6	344,3	341,8
D	3000	2500	7,5	0,58	85	0,0493	20,56	19,72	6,92	12	0,08304	215,904	1	236,5	235,6
V	2150	2580	5,547	5,547	50	0,27735	115,65	-					6	693,9	
													<b>celkem</b>	<b>4740,5</b>	

Tab. P7.15 Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> výplní otvorů pro Dřevěný stěnový KS (CLT)

ozn.	šířka mm	výška mm	počet kusů ks	jednotková svázaná energie MJ/kg			svázané energie 1 výplně MJ		svázaná energie celkem MJ		jednotkové svázané emise CO <sub>2</sub> kg CO <sub>2</sub> ekv./kg			svázané emise CO <sub>2</sub> 1 výplně kg CO <sub>2</sub> ekv.		svázané emise CO <sub>2</sub> celkem kg CO <sub>2</sub> ekv.		jednotkové svázané emise SO <sub>2</sub> g SO <sub>2</sub> ekv./kg			svázané emise SO <sub>2</sub> 1 výplně g SO <sub>2</sub> ekv.		svázané emise SO <sub>2</sub> celkem g SO <sub>2</sub> ekv.	
				plast	dřevo	sklo	plastové	dřevěné	plastové	dřevěné	plast	dřevo	sklo	plastové	dřevěné	plastové	dřevěné	plast	dřevo	sklo	plastové	dřevěné	plastové	dřevěné
							plast	dřevo	sklo	plast	dřevo	sklo	plast	dřevo	sklo	plast	dřevo	sklo	plast	dřevo	sklo	plastové	dřevěné	plastové
1	900	2400	26				1723,180	696,590	44802,691	18111,333				86,742	53,687	2255,292	1395,858				534,104	457,425	13886,697	11893,056
2	2150	2400	6	60,00600	3,35264	12,40200	3492,997	1761,884	20957,983	10571,301	2,00830	0,18736	0,97976	192,663	136,923	1155,978	821,538	5,36210	1,16793	8,49210	1302,751	1173,450	7816,509	7040,702
3	1300	2400	7				2808,033	956,144	19656,231	6693,007				132,740	73,111	929,181	511,779				757,753	619,431	5304,268	4336,014
4	750	2400	6				1201,088	617,340	7206,526	3704,040				66,802	48,006	400,811	288,035				455,197	411,596	2731,183	2469,574
D	3000	2500	1				3911,251	2743,755	3911,251	2743,755				252,821	215,229	252,821	215,229	5,36210	1,16793	8,49210	1943,713	1856,510	1943,713	1856,510
V	2150	2580	6				6939,991		41639,946					232,270		1393,619					620,153		3720,920	
				<b>celkem</b>			<b>83463,383</b>		<b>celkem</b>			<b>4626,057</b>		<b>celkem</b>			<b>31316,776</b>							

Tab. P7.16 Výpočet svázaných emisí R-11 a C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> pro Dřevěný stěnový KS (CLT)

materiál	výrobce	popis	objem m <sup>3</sup>	objemová hmotnost kg/m <sup>3</sup>	hmotnost kg	životnost rok	svázané emise R-11			roční ekvivalentní svázané emise R-11 g R-11 ekv./rok	svázané emise C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>			roční ekvivalentní svázané emise C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ekv./rok
							g R-11 ekv./kg	g R-11 ekv.	%		g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ekv./kg	g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ekv.	%	
fenolická pěna Kooltherm	Kingspan	fasádní desky Kooltherm K5	8,571	35	300	30	0,000023913	0,007174	0,28%	0,000239	0,93994	281,968	1,74%	9,399
PUR pěna		montážní polyuretanová pěna	2,624	35	92	30	0,000023913	0,002196	0,08%	0,000073	0,93994	86,324	0,53%	2,877
XPS Styrodur 3000 CS	Isover	extrudovaný polystyren	38,905	35	1362	30	0,000088390	0,120358	4,64%	0,004012	1,53650	2092,214	12,94%	69,740
pěnové sklo – granulát 0/63	Refaglass	granulát z pěnového skla frakce 0/63 mm	41,661	120	4999	50	0,000173870	0,869232	33,50%	0,017385	0,17330	866,382	5,36%	17,328
mv Isover AKU	Isover	akustická izolace z minerální vlny Isover AKU	91,565	40	3663	50	0,000055368	0,202791	7,82%	0,004056	0,44541	1631,359	10,09%	32,627
mv Isover N	Isover	akustická izolace z minerální vlny Isover N	49,667	100	4967	50	0,000055368	0,274996	10,60%	0,005500	0,44541	2212,218	13,69%	44,244
mv Isover TOPSIL	Isover	tepelná izolace z minerální vlny Isover TOPSIL	336,574	60	20194	30	0,000055368	1,118126	43,09%	0,037271	0,44541	8994,806	55,64%	299,827
							<b>celkem</b>	<b>2,594873</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,068536</b>	<b>celkem</b>	<b>16165,270</b>	<b>100,00%</b>	<b>476,043</b>

## Příloha č. 8 - Protokoly z programu Teplo 2017 EDU

### KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Železobetonový KS – obvodová stěna vytápěného prostoru**  
Zpracovatel : Jakub Denk  
Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM  
Datum : 25.1.2018

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1 †	Baumit UniWhit	0,0060	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3 †	Baumit openCon	0,0100	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
4	Isover EPS Gre	0,3400	0,0350	1270,0	16,0	40,0	0.0000
5 †	Baumit openCon	0,0050	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
6 †	Baumit openTop	0,0050	0,7700	900,0	1800,0	30,0	0.0000

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit UniWhite	---
2	Železobeton 1	---
3	Baumit openContact	---
4	Isover EPS GreyWall	---
5	Baumit openContact	---
6	Baumit openTop	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 8.156 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.120 W/m<sup>2</sup>K

#### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 18.96 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.970

#### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a : 0.0011 kg/(m<sup>2</sup>.rok)  
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a : 1.0887 kg/(m<sup>2</sup>.rok)

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

#### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Název úlohy : **Železobetonový KS – podlaha vytápěného prostoru na zemině**  
Zpracovatel : Jakub Denk  
Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM  
Datum : 25.1.2018

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1 †	Keramický obkl	0,0100	1,0100	840,0	2000,0	160,0	0.0000
2	Beton hutný 1	0,0500	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
3 †	Igelit	0,0003	0,3500	1470,0	1470,0	1448,0	0.0000
4	Isover N	0,0500	0,0400	800,0	100,0	1,0	0.0000
5 †	Sklodek 40 Spe	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	25000,0	0.0000
6 †	Beton hutný 3	0,1500	1,3600	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
7	Granulát Refag	0,5500	0,0880	840,0	120,0	1,0	0.0000

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Keramický obklad + lepidlo Baumit Baumacol Uni	---
2	Beton hutný 1	---
3	Igelit	---
4	Isover N	---
5	Sklodek 40 Special Mineral	---
6	Beton hutný 3	---
7	Granulát Refaglass 0 - 63 mm	---

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.17 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.00 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.00 m2K/W
Návrhová venkovní teplota Te :	5.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	100.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

**Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R : 6.510 m2K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.150 W/m2K

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.45 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.963

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Název úlohy : **Železobetonový KS – střecha**

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 25.1.2018

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1 †	Baumit UniWhit	0,0060	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,2000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3 †	Paraelast Al +	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	370000,0	0.0000
4	Isover EPS Gre	0,4200	0,0340	1270,0	20,0	50,0	0.0000
5 †	Smyčková rohož	0,0200	0,0450	1010,0	1,2	2,0	0.0000
6 †	Paraelast FIX	0,0076	0,2100	1470,0	1200,0	21974,0	0.0000
7 †	Kačírek	0,1000	0,6500	800,0	1650,0	15,0	0.0000

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit UniWhite	---
2	Železobeton 1	---
3	Paraelast Al + V S40	---
4	Isover EPS Grey 100	---
5	Smyčková rohož	---
6	Paraelast FIX G30 + Paraelast STAR 46	---
7	Kačírek	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Teplný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.10 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m <sup>2</sup> K/W
Teplný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.04 m <sup>2</sup> K/W
Návrhová venkovní teplota Te :	-15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

### Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R :	9.945 m <sup>2</sup> K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	<b>0.099 W/m<sup>2</sup>K</b>

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p :	19.15 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p :	<b>0.976</b>

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a :	<b>0.0002 kg/(m<sup>2</sup>.rok)</b>
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a :	<b>0.0114 kg/(m<sup>2</sup>.rok)</b>

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 C.

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a :	<b>0.0000 kg/m<sup>2</sup></b>
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je min.:	<b>0.0000 kg/m<sup>2</sup></b>
z toho se odpaří do exteriéru:	0.0000 kg/m <sup>2</sup>
..... a do interiéru:	0.0000 kg/m <sup>2</sup>

**Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. Mc,a < Mev,a).**

Název úlohy : **Železobetonový KS – stěna mezi vyt. a nevyt. prostorem**

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 16.3.2018

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnitřní  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1 †	Baumit UniWhit	0,0060	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3 †	Baumit openCon	0,0100	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
4	Isover EPS Gre	0,1800	0,0350	1270,0	16,0	40,0	0.0000
5 †	Baumit openCon	0,0050	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
6 †	Baumit UniWhit	0,0060	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit UniWhite	---
2	Železobeton 1	---
3	Baumit openContact	---
4	Isover EPS GreyWall	---
5	Baumit openContact	---
6	Baumit UniWhite	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Teplný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.13 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m <sup>2</sup> K/W
Teplný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.13 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.13 m <sup>2</sup> K/W
Návrhová venkovní teplota Te :	10.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	80.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

### Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R :	4.701 m <sup>2</sup> K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	<b>0.202 W/m<sup>2</sup>K</b>



### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{s,i,p}$  : 19.51 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.951

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

### Název úlohy : **Železobetonový KS – předstěna v nevytápěném prostoru**

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 17.3.2018

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnitřní  
Korekce součinitele prostupu  $dU$  : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1 †	Baumit UniWhit	0,0060	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Isover AKU	0,1700	0,0390	800,0	40,0	1,0	0.0000
4	Isover AKU + o	0,0500	0,0530*	800,2	62,5	1,0	0.0000
5 †	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit UniWhite	---
2	Železobeton 1	---
3	Isover AKU	---
4	Isover AKU + ocelové profily	vliv kovových tep. mostů dle BRE Digest 465 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.039 W/(m.K) Tep. vodivost kov. profilů: 50.0 W/(m.K) Typ profilů: CW a obdobné (SDK příčky) Vzduch uvnitř profilů: ne Šířka kovových profilů: 0.0500 m Tloušťka (hloubka) profilů: 0.0500 m Tloušťka stěn profilů: 0.0006 m Osová vzdálenost profilů: 0.6250 m
5	Sádrokarton	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.13 m<sup>2</sup>K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.13 m<sup>2</sup>K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.13 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : 10.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 20.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 80.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 55.0 %

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce  $R$  : 4.830 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 0.196 W/m<sup>2</sup>K

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{s,i,p}$  : 19.52 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.952

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

### Název úlohy : **Železobetonový KS – strop nad nevytápěným prostorem**

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 16.3.2018

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha nad nevytápěným či méně vytáp. vnitřním prostorem  
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Beton hutný 1	0,0500	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
2 †	Igelit	0,0003	0,3500	1470,0	1470,0	1448,0	0.0000
3	Isover N	0,0500	0,0400	800,0	100,0	1,0	0.0000
4	Železobeton 1	0,2000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
5 †	Baumit openCon	0,0100	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
6	Isover EPS Gre	0,1300	0,0350	1270,0	16,0	40,0	0.0000
7 †	Baumit openCon	0,0110	0,8400	900,0	1800,0	64,0	0.0000

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Beton hutný 1	---
2	Igelit	---
3	Isover N	---
4	Železobeton 1	---
5	Baumit openContact	---
6	Isover EPS GreyWall	---
7	Baumit openContact + Baumit UniWhite	---

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.17 m2K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.17 m2K/W  
 Návrhová venkovní teplota Te : 10.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 80.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

**Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R : 4.603 m2K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.202 W/m2K

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.50 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.950

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

**Název úlohy : Železobetonový KS – podlaha nevytápěného prostoru**

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 16.3.2018

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1 †	Keramický obkl	0,0100	1,0100	840,0	2000,0	160,0	0.0000
2	Beton hutný 1	0,0500	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
3 †	Igelit	0,0003	0,3500	1470,0	1470,0	1448,0	0.0000
4	Isover N	0,0500	0,0400	800,0	100,0	1,0	0.0000
5 †	Sklodek 40 Spe	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	25000,0	0.0000
6 †	Beton hutný 3	0,1500	1,3600	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
7	Granulát Refag	0,1900	0,0880	840,0	120,0	1,0	0.0000

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Keramický obklad + lepidlo Baumit Baumacol Uni	---
2	Beton hutný 1	---
3	Igelit	---
4	Isover N	---
5	Sklodek 40 Special Mineral	---
6	Beton hutný 3	---
7	Granulát Refaglass 0 - 63 mm	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.17 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.00 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.00 m2K/W
Návrhová venkovní teplota Te :	5.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	10.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	100.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R :	3.205 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	<b>0.296 W/m2K</b>

#### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p :	9.64 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p :	<b>0.928</b>

#### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

#### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

### Název úlohy : **Dřevěný sloupkový KS – obvodová stěna vytápěného prostoru**

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 25.1.2018

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1 †	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Isover AKU + d	0,0500	0,0470*	909,4	63,0	1,0	0.0000
3 †	OSB desky	0,0200	0,1300	1700,0	650,0	100,0	0.0000
4	Isover TOPSIL	0,1600	0,0530*	1018,9	103,5	1,0	0.0000
5	Isover TOPSIL	0,1000	0,0440*	909,4	81,8	1,0	0.0000
6	Isover TOPSIL	0,1600	0,0437	955,6	75,0	3,2	0.0000
7 †	Baumit openCon	0,0100	0,8250	900,0	1800,0	25,0	0.0000

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	Isover AKU + dřevěná kostra	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.039 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.0400 m Tloušťka tepelných mostů: 0.0500 m Os. vzdálenost tep. mostů: 0.6250 m
3	OSB desky	---
4	Isover TOPSIL + dřevěné sloupky š. 80 mm	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.036 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.0800 m Tloušťka tepelných mostů: 0.1600 m Os. vzdálenost tep. mostů: 0.6250 m
5	Isover TOPSIL + dřevěná kostra	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.036 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.0400 m Tloušťka tepelných mostů: 0.1000 m Os. vzdálenost tep. mostů: 0.6250 m
6	Isover TOPSIL + Hobra Sibrex	---
7	Baumit openContact + Baumit openTop	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.13 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.04 m2K/W
Návrhová venkovní teplota Te :	-15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R :	8.293 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	0.118 W/m2K

#### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p :	18.98 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p :	0.971

#### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

##### Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a:	0.0598 kg/(m2.rok)
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a:	7.5051 kg/(m2.rok)

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

#### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

#### **Název úlohy : Dřevěný sloupkový KS – obvodová stěna komunikačního jádra**

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 30.3.2018

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1 †	Baumit UniWhit	0,0060	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3 †	Baumit openCon	0,0100	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
4	Kooltherm K5 (	0,1800	0,0230	1400,0	35,0	35,0	0.0000
5	Isover TOPSIL	0,0700	0,0360	800,0	60,0	1,0	0.0000
6 †	Baumit openCon	0,0050	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
7 †	Baumit openTop	0,0050	0,7700	900,0	1800,0	30,0	0.0000

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit UniWhite	---
2	Železobeton 1	---
3	Baumit openContact	---
4	Kooltherm K5 (fenolická pěna)	---
5	Isover TOPSIL	---
6	Baumit openContact	---
7	Baumit openTop	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.13 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m <sup>2</sup> K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.04 m <sup>2</sup> K/W
Návrhová venkovní teplota Te :	-15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R :	8.195 m <sup>2</sup> K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	<b>0.120 W/m<sup>2</sup>K</b>

#### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p :	18.97 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p :	<b>0.971</b>

#### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

#### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

### Název úlohy : **Dřevěný sloupkový KS – střecha**

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 25.1.2018

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1 †	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Isover AKU + d	0,0300	0,0460*	909,4	63,0	1,0	0.0000
3 †	Isocell Airsto	0,0006	0,3500	1500,0	300,0	500000,0	0.0000
4	Isover TOPSIL	0,3000	0,0530*	1018,9	103,5	1,0	0.0000
5	Isover TOPSIL	0,2200	0,0360	800,0	60,0	1,0	0.0000
6 †	Paraelast FIX	0,0076	0,2100	1470,0	1200,0	21974,0	0.0000
7 †	Kačírek	0,1000	0,6500	800,0	1650,0	15,0	0.0000

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

† vrstva se neuvazuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	Isover AKU + dřevěná kostra	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.039 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.0400 m Tloušťka tepelných mostů: 0.0300 m Os. vzdálenost tep. mostů: 0.6250 m
3	Isocell Airstop 1500	---
4	Isover TOPSIL + dřevěné nosníky š. 80 mm	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.035 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.0800 m Tloušťka tepelných mostů: 0.3000 m Os. vzdálenost tep. mostů: 0.6250 m
5	Isover TOPSIL	---
6	Paraelast FIX G30 + Paraelast STAR 46	---
7	Kačírek	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W  
Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 9.901 m2K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.100 W/m2K**

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.14 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.975**

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

#### Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0037 kg/(m2.rok)**  
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **0.0137 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

#### Roční cyklus č. 1

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0057 kg/m2**  
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je min.: **0.0057 kg/m2**  
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0056 kg/m2  
..... a do interiéru: 0.0001 kg/m2

**Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. Mc,a < Mev,a).**

### **Název úlohy : Dřevěný sloupkový KS – stěna mezi vyt. a nevyt. prostorem**

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 20.3.2018

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnitřní  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1 †	Baumit UniWhit	0,0060	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3 †	Baumit openCon	0,0050	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
4	Isover TOPSIL	0,1900	0,0360	800,0	60,0	1,0	0.0000
5 †	Baumit openCon	0,0050	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
6 †	Baumit UniWhit	0,0060	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit UniWhite	---
2	Železobeton 1	---
3	Baumit openContact	---
4	Isover TOPSIL	---
5	Baumit openContact	---
6	Baumit UniWhite	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.13 m2K/W  
Návrhová venkovní teplota Te : 10.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 80.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.810 m2K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.197 W/m2K**

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.52 CTeplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.952**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:****Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.****Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.****Název úlohy : Dřevěný sloupkový KS – strop nad nevytápěným prostorem**

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 20.3.2018

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha nad nevytápěným či méně vytáp. vnitřním prostorem

Korekce součinitele prostupu  $dU$  : 0.020 W/m<sup>2</sup>K**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	OSB desky	0,0450	0,1300	1700,0	650,0	50,0	0.0000
2	Isover N	0,0550	0,0400	800,0	100,0	1,0	0.0000
3	Železobeton 1	0,2000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
4 †	Baumit openCon	0,0100	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
5	Isover TOPSIL	0,1400	0,0360	800,0	60,0	1,0	0.0000
6 †	Baumit openCon	0,0110	0,8400	900,0	1800,0	64,0	0.0000

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	OSB desky	---
2	Isover N	---
3	Železobeton 1	---
4	Baumit openContact	---
5	Isover TOPSIL	---
6	Baumit openContact + Baumit UniWhite	---

**Okrajové podmínky výpočtu :**Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.17 m<sup>2</sup>K/Wdtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/WTepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.17 m<sup>2</sup>K/Wdtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.17 m<sup>2</sup>K/WNávrhová venkovní teplota  $T_e$  : 10.0 CNávrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 20.0 CNávrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 80.0 %Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 55.0 %**Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**Tepelný odpor konstrukce  $R$  : 5.089 m<sup>2</sup>K/WSoučinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 0.184 W/m<sup>2</sup>K**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.55 CTeplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.955**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:****Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.****Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.****Název úlohy : Dřevěný sloupkový KS – obvodová stěna nevytápěného prostoru**

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 30.3.2018

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu  $dU$  : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1 †	Baumit UniWhit	0,0060	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3 †	Baumit openCon	0,0100	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
4	Isover TOPSIL	0,2500	0,0360	800,0	60,0	1,0	0.0000
5 †	Baumit openCon	0,0050	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
6 †	Baumit openTop	0,0050	0,7700	900,0	1800,0	30,0	0.0000

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit UniWhite	---
2	Železobeton 1	---
3	Baumit openContact	---
4	Isover TOPSIL	---
5	Baumit openContact	---
6	Baumit openTop	---

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.13 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.04 m2K/W
Návrhová venkovní teplota Te :	-15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	5.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	85.0 %

**Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R :	6.138 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	<b>0.159 W/m2K</b>

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p :	4.22 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p :	<b>0.961</b>

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a:	<b>0.0015 kg/(m2.rok)</b>
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a:	<b>8.0492 kg/(m2.rok)</b>

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Název úlohy : **Dřevěný masivní skelet – obvodová stěna vytápěného prostoru**

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 25.1.2018

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1 †	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Isover AKU + d	0,0500	0,0470*	909,4	63,0	1,0	0.0000
3 †	Isocell Airsto	0,0003	0,3500	1500,0	920,0	500000,0	0.0000
4	Isover TOPSIL	0,2000	0,0440*	909,4	81,8	1,0	0.0000
5	Isover TOPSIL	0,1400	0,0360	800,0	60,0	1,0	0.0000
6	Hobra Sibrex	0,0300	0,0770	1630,0	140,0	12,5	0.0000
7 †	Baumit openCon	0,0100	0,8250	900,0	1800,0	25,0	0.0000

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru



Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	Isover AKU + dřevěná kostra	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.039 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.0400 m Tloušťka tepelných mostů: 0.0500 m Os. vzdálenost tep. mostů: 0.6250 m
3	Isocell Airstop 1500	---
4	Isover TOPSIL + dřevěné sloupky š. 40 mm	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.036 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.0400 m Tloušťka tepelných mostů: 0.1000 m Os. vzdálenost tep. mostů: 0.6250 m
5	Isover TOPSIL	---
6	Hobra Sibrex	---
7	Baumit openContact + Baumit openTop	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.13 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.04 m2K/W
Návrhová venkovní teplota Te :	-15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R :	8.203 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	<b>0.119 W/m2K</b>

#### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p :	18.97 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p :	<b>0.971</b>

#### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

#### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

### Název úlohy : Dřevěný masivní skelet – obvodová stěna komunikačního jádra

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 25.3.2018

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1 †	Baumit UniWhit	0,0060	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3 †	Baumit openCon	0,0100	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
4	Kooltherm K5 (	0,2100	0,0230	1400,0	35,0	35,0	0.0000
5 †	Baumit openCon	0,0050	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
6 †	Baumit openTop	0,0050	0,7700	900,0	1800,0	30,0	0.0000

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit UniWhite	---
2	Železobeton 1	---
3	Baumit openContact	---
4	Kooltherm K5 (fenolická pěna)	---
5	Baumit openContact	---
6	Baumit openTop	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.13 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m2K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -15.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 20.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 55.0 %

**Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce  $R$  : 7.746 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : **0.126 W/m<sup>2</sup>K**

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 18.91 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f, R_{si,p}$  : **0.969**

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**

**Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:**

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0007 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**  
 Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **2.3782 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

**Název úlohy : Dřevěný masivní skelet – obvodová stěna nevytápěného prostoru**

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 25.3.2018

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplašťová

Korekce součinitele prostupu  $dU$  : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1 †	Baumit UniWhit	0,0060	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3 †	Baumit openCon	0,0100	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
4	Isover TOPSIL	0,2100	0,0360	800,0	60,0	1,0	0.0000
5 †	Baumit openCon	0,0050	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
6 †	Baumit openTop	0,0050	0,7700	900,0	1800,0	30,0	0.0000

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit UniWhite	---
2	Železobeton 1	---
3	Baumit openContact	---
4	Isover TOPSIL	---
5	Baumit openContact	---
6	Baumit openTop	---

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -15.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 10.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 85.0 %

**Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce  $R$  : 5.273 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : **0.184 W/m<sup>2</sup>K**

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 8.88 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f, R_{si,p}$  : **0.955**

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**

**Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:**

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0089 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**  
 Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **7.7269 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

### **Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : 0.0000 kg/m<sup>2</sup>  
Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$  je min.: 0.0000 kg/m<sup>2</sup>  
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0000 kg/m<sup>2</sup>  
..... a do interiéru: 0.0000 kg/m<sup>2</sup>

**Na konci modelového roku je zóna suchá (tj.  $M_{c,a} < M_{ev,a}$ ).**

### **Název úlohy : Dřevěný stěnový KS – obvodová stěna vytápěného prostoru**

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 25.1.2018

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu  $dU$  : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

#### **Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1 †	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Isover AKU + d	0,0500	0,0470	909,4	63,0	1,0	0.0000
3	CLT panel	0,1200	0,1200	2510,0	400,0	157,0	0.0000
4 †	Polyuretan pěn	0,0050	0,0480	800,0	35,0	2,5	0.0000
5	Isover TOPSIL	0,2800	0,0360	800,0	60,0	1,0	0.0000
6 †	Baumit openCon	0,0050	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
7 †	Baumit openTop	0,0050	0,7700	900,0	1800,0	30,0	0.0000

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	Isover AKU + dřevěná kostra	---
3	CLT panel	---
4	Polyuretan pěnový měkký	---
5	Isover TOPSIL	---
6	Baumit openContact	---
7	Baumit openTop	---

#### **Okrajové podmínky výpočtu :**

Teplotní odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.13 m<sup>2</sup>K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W

Teplotní odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -15.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 20.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 55.0 %

#### **Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Teplotní odpor konstrukce  $R$  : 8.171 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 0.120 W/m<sup>2</sup>K

#### **Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 18.97 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f, R_{si,p}$  : 0.970

#### **Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

#### **Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

### **Název úlohy : Dřevěný stěnový KS – obvodová stěna komunikačního jádra**

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 25.1.2018

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu  $dU$  : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1 †	Baumit UniWhit	0,0060	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3 †	Baumit openCon	0,0050	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
4	Kooltherm K5 (	0,1300	0,0230	1400,0	35,0	35,0	0.0000
5	Isover TOPSIL	0,1500	0,0360	800,0	60,0	1,0	0.0000
6 †	Baumit openCon	0,0050	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
7 †	Baumit openTop	0,0050	0,7700	900,0	1800,0	30,0	0.0000

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit UniWhite	---
2	Železobeton 1	---
3	Baumit openContact	---
4	Kooltherm K5 (fenolická pěna)	---
5	Isover TOPSIL	---
6	Baumit openContact	---
7	Baumit openTop	---

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.13 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.04 m2K/W
Návrhová venkovní teplota Te :	-15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

**Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R :	8.228 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	<b>0.119 W/m2K</b>

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p :	18.97 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p :	<b>0.971</b>

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:****Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:**

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a:	<b>0.0011 kg/(m2.rok)</b>
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a:	<b>7.5686 kg/(m2.rok)</b>

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

**Název úlohy : Dřevěný stěnový KS – střecha**

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 25.1.2018

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1 †	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Isover AKU + d	0,0300	0,0460	909,4	63,0	1,0	0.0000
3	CLT panel	0,1800	0,1200	2510,0	400,0	157,0	0.0000
4 †	Paraelast AI +	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	370000,0	0.0000
5	Isover TOPSIL	0,3700	0,0360	800,0	60,0	1,0	0.0000
6 †	Paraelast FIX	0,0076	0,2100	1470,0	1200,0	21974,0	0.0000
7 †	Kačírek	0,1000	0,6500	800,0	1650,0	15,0	0.0000

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	Isover AKU + dřevěná kostra	---
3	CLT panel	---
4	Paraelast Al + V S40	---
5	Isover TOPSIL	---
6	Paraelast FIX G30 + Paraelast STAR 46	---
7	Kačírek	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.10 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.04 m2K/W
Návrhová venkovní teplota Te :	-15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R :	9.905 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	<b>0.100 W/m2K</b>

#### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p :	19.14 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p :	<b>0.975</b>

#### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

##### Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a:	<b>0.0001 kg/(m2.rok)</b>
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a:	<b>0.0115 kg/(m2.rok)</b>

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 C.

#### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a:	<b>0.0000 kg/m2</b>
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je min.:	<b>0.0000 kg/m2</b>
z toho se odpaří do exteriéru:	0.0000 kg/m2
..... a do interiéru:	0.0000 kg/m2

**Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. Mc,a < Mev,a).**

### **Název úlohy : Dřevěný stěnový KS – obvodová stěna nevytápěného prostoru**

Zpracovatel : Jakub Denk

Zakázka : Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum : 25.1.2018

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1 †	Baumit UniWhit	0,0060	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,1500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3 †	Baumit openCon	0,0050	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
4	Isover TOPSIL	0,2800	0,0360	800,0	60,0	1,0	0.0000
5 †	Baumit openCon	0,0050	0,8800	900,0	1800,0	20,0	0.0000
6 †	Baumit openTop	0,0050	0,7700	900,0	1800,0	30,0	0.0000

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit UniWhite	---
2	Železobeton 1	---
3	Baumit openContact	---
4	Isover TOPSIL	---
5	Baumit openContact	---
6	Baumit openTop	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.13 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -15.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 10.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 85.0 %

**Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Teplný odpor konstrukce  $R$  : 6.766 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : **0.144 W/m<sup>2</sup>K**

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 9.11 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f, R_{si,p}$  : **0.965**

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**

**Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:**

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0094 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **7.7353 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

# Příloha č. 9 - Protokoly z programu Area 2017 EDU

## DVOUROZMĚRNÉ STACIONÁRNÍ POLE TEPLOT A ČÁSTEČNÝCH TLAKŮ VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 10211 a ČSN 730540 - MKP/FEM model  
Area 2017 EDU

Název úlohy : **Železobetonový KS – nároží**

Zpracovatel : Jakub Denk

Datum : 18.2.2018

Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	15	22	15	42
2	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	14	15	14	42
3	Isover EPS Grey	0.035	0.035	40	40	3	14	14	42
4	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	2	3	2	42
5	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	1	2	1	42
6	Baumit UniWhite	0.800	0.800	100	100	22	23	23	42
7	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	22	42	15	22
8	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	15	42	14	15
9	Isover EPS Grey	0.035	0.035	40	40	3	42	3	14
10	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	3	42	2	3
11	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	2	42	1	2
12	Baumit UniWhite	0.800	0.800	100	100	22	42	22	23

Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	1	1723	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
2	1	42	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
3	947	1745	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
4	947	966	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSToty TEPELNÉHO TOKU:

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	-15.0	0.04	84	-15.00	-12.18048	0.34801
2	20.0	0.13	50	18.94	12.18127	0.34804

Název úlohy : **Dřevěný sloupkový KS – nároží**

Zpracovatel : Jakub Denk

Datum : 19.2.2018

Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Isover AKU	0.040	0.040	1.000	1.000	16	18	19	47
2	Isover AKU	0.040	0.040	1.000	1.000	16	46	16	19
3	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	11	15	16	47
4	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	11	46	11	15
5	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	6	46	6	8
6	Hobra Sibrex	0.077	0.077	13	13	3	6	6	47
7	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	2	3	2	47
8	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	1	2	1	47
9	Hobra Sibrex	0.077	0.077	13	13	3	46	3	6
10	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	3	46	2	3
11	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	2	46	1	2
12	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	6	9	6	7
13	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	11	13	11	15
14	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	11	15	16	21
15	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	6	9	8	47
16	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	18	20	16	19
17	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	18	46	19	20
18	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	18	19	20	47
19	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	9	46	8	11
20	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	9	11	11	47
21	OSB desky	0.130	0.130	100	100	11	46	15	16
22	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	26	28	11	15
23	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	37	39	11	15
24	OSB desky	0.130	0.130	100	100	15	16	16	47
25	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	11	15	29	32
26	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	11	15	40	43
27	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	12	13	6	8
28	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	27	28	6	8
29	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	38	39	6	8
30	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	6	9	18	21

31	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	6	9	30	32
32	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	6	9	41	43
33	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	30	31	16	19
34	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	41	42	16	19
35	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	16	18	20	22
36	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	16	18	31	33
37	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	16	18	42	44

**Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :**

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	48	2116	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
2	1	47	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
3	866	2135	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
4	866	893	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00

**NEJNIŽŠÍ PVRCHOVÉ TEPLoty A HUSToty TEPELNÉHO TOKU:**

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	-15.0	0.04	84	-15.00	-10.57386	0.30211
2	20.0	0.13	50	18.00	10.57403	0.30212

**Název úlohy : Dřevěný masivní skelet – nároží**

Zpracovatel : Jakub Denk

Datum : 19.2.2018

**Zadané materiály :**

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Isover AKU + dř	0.047	0.047	1.000	1.000	21	49	21	27
2	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	8	14	13	50
3	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	8	49	7	13
4	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	5	8	6	50
5	Hobra Sibrex	0.077	0.077	13	13	3	5	5	50
6	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	2	3	2	50
7	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	1	2	1	50
8	Hobra Sibrex	0.077	0.077	13	13	3	49	3	5
9	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	3	49	2	3
10	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	2	49	1	2
11	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	5	8	5	6
12	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	8	49	5	7
13	Isocell Airstop	1.167	1.167	150000	150000	20	49	20	21
14	Isocell Airstop	1.167	1.167	150000	150000	20	21	21	50
15	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	21	29	21	27
16	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	27	49	27	28
17	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	27	28	28	50
18	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	20	26	13	20
19	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	26	49	13	20
20	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	14	20	26	50
21	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	10	20	9	20
22	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	20	26	5	7
23	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	14	20	20	26
24	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	37	38	5	7
25	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	44	45	5	7
26	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	37	38	13	20
27	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	44	45	13	20
28	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	5	8	20	26
29	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	14	20	36	37
30	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	5	8	36	37
31	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	14	20	45	46
32	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	5	8	45	46
33	Isover AKU + dř	0.047	0.047	1.000	1.000	21	27	27	50
34	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	21	27	27	29

**Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :**

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	51	2401	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
2	1	50	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
3	1378	2428	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
4	1378	1400	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00

**NEJNIŽŠÍ PVRCHOVÉ TEPLoty A HUSToty TEPELNÉHO TOKU:**

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	-15.0	0.04	84	-14.99	-12.31111	0.35175
2	20.0	0.13	50	16.69	12.31092	0.35174



Název úlohy : **Dřevěný stěnový KS – nároží**

Zpracovatel : Jakub Denk

Datum : 19.2.2018

**Zadané materiály :**

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Isover AKU	0.040	0.040	1.000	1.000	20	22	22	50
2	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	2	3	3	50
3	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	1	2	2	50
4	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	2	49	2	3
5	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	1	49	1	2
6	Isover AKU	0.040	0.040	1.000	1.000	24	49	22	24
7	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	20	22	25	27
8	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	22	25	22	24
9	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	22	49	24	25
10	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	22	23	25	50
11	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	3	49	3	15
12	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	3	14	15	50
13	Polyuretan pěno	0.048	0.048	2.500	2.500	14	49	15	16
14	Polyuretan pěno	0.048	0.048	2.500	2.500	14	15	16	50
15	CLT panel	0.120	0.120	157	157	15	49	16	22
16	CLT panel	0.120	0.120	157	157	15	20	22	50
17	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	35	36	22	24
18	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	44	45	22	24
19	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	20	22	36	37
20	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	20	22	45	46

**Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :**

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	1	2401	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
2	1	50	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
3	1125	2425	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
4	1125	1150	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00

**NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSToty TEPELNÉHO TOKU:**

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	-15.0	0.04	84	-15.00	-11.80978	0.33742
2	20.0	0.13	50	17.98	11.80983	0.33742

Název úlohy : **Železobetonový KS – atika 50 mm**

Zpracovatel : Jakub Denk

Datum : 24.3.2018

**Zadané materiály :**

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Baumit UniWhite	0.800	0.800	100	100	18	47	9	10
2	Isover EPS Grey	0.034	0.034	50	50	24	47	17	25
3	Paraelast Al +	0.210	0.210	370000	370000	18	47	16	17
4	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	12	47	10	16
5	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	2	3	1	41
6	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	1	2	1	41
7	Baumit UniWhite	0.800	0.800	100	100	18	20	1	9
8	Isover EPS Grey	0.035	0.035	30	30	3	11	1	41
9	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	11	12	1	39
10	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	12	18	1	10
11	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	12	18	16	38
12	Paraelast Al +	0.210	0.210	370000	370000	18	19	17	38
13	Paraelast Al +	0.210	0.210	370000	370000	12	19	38	39
14	Isover EPS Grey	0.034	0.034	50	50	19	24	17	39
15	Isover EPS Grey	0.034	0.034	50	50	11	24	39	41
16	OSB desky	0.130	0.130	50	50	1	24	41	42
17	Paraelast FIX G	0.210	0.210	30000	30000	26	47	27	28
18	Paraelast FIX G	0.210	0.210	30000	30000	26	27	28	45
19	Paraelast FIX G	0.210	0.210	30000	30000	1	26	44	45
20	Paraelast STAR	0.210	0.210	20000	20000	1	27	45	46
21	Paraelast STAR	0.210	0.210	20000	20000	27	28	29	46
22	Paraelast STAR	0.210	0.210	20000	20000	27	47	28	29
23	FeZn plech	71.4	71.4	1204	1204	1	28	46	47
24	smýčková rohož	0.045	0.045	2.000	2.000	24	47	25	27
25	smýčková rohož	0.045	0.045	2.000	2.000	24	26	27	44
26	smýčková rohož	0.045	0.045	2.000	2.000	1	24	42	44

**Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :**

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	902	2171	20.00	0.10	50.0	1.17	10.00
2	894	902	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
3	1	47	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
4	47	1316	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
5	1298	1316	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
6	1298	2191	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00

**NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSToty TEPELNÉHO TOKU:**

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20.0	0.10	50	17.81	8.78194	0.25091
2	20.0	0.13	50	17.81	8.85440	0.25298
3	-15.0	0.04	84	-15.00	-17.62992	0.50371

 Název úlohy : **Dřevěný sloupkový KS – atika**

Zpracovatel : Jakub Denk

Datum : 9.4.2018

**Zadané materiály :**

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Isover AKU	0.040	0.040	1.000	1.000	31	49	13	17
2	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	32	49	12	13
3	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	17	49	26	31
4	Isocell Airstop	0.583	0.583	300000	300000	25	49	17	18
5	Isover TOPSIL +	0.053	0.053	1.000	1.000	17	49	18	26
6	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	2	3	1	44
7	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	1	2	1	44
8	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	31	32	1	13
9	Hobra Sibrex	0.077	0.077	13	13	3	5	1	44
10	Isover TOPSIL +	0.053	0.053	1.000	1.000	17	25	1	18
11	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	17	25	10	18
12	Paraelast FIX G	0.210	0.210	30000	30000	10	49	31	32
13	Paraelast FIX G	0.210	0.210	30000	30000	10	11	32	47
14	Paraelast FIX G	0.210	0.210	30000	30000	1	10	46	47
15	Paraelast STAR	0.210	0.210	20000	20000	1	12	47	48
16	Paraelast STAR	0.210	0.210	20000	20000	11	12	33	47
17	Paraelast STAR	0.210	0.210	20000	20000	11	49	32	33
18	FeZn plech	71.4	71.4	1204	1204	1	12	48	49
19	Isover TOPSIL +	0.044	0.044	1.000	1.000	5	8	1	44
20	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	8	17	1	31
21	OSB desky	0.130	0.130	100	100	25	29	1	17
22	Isover AKU + dř	0.047	0.047	1.000	1.000	29	31	1	17
23	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	17	18	18	26
24	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	5	8	42	44
25	OSB desky	0.130	0.130	50	50	8	10	31	44
26	OSB desky	0.130	0.130	50	50	1	10	44	46
27	Isocell Airstop	0.583	0.583	300000	300000	24	25	10	18
28	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	29	31	11	17
29	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	31	33	13	17
30	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	38	39	13	17
31	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	43	44	13	17
32	Vzduch slabě vě	1.181	6.5	0.100	0.014	5	8	31	42

**Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :**

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	1520	1531	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
2	1531	2364	20.00	0.10	50.0	1.17	10.00
3	572	2385	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
4	572	588	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
5	49	588	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
6	1	49	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00

**NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSToty TEPELNÉHO TOKU:**

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20.0	0.13	50	18.05	6.96121	0.19889
2	20.0	0.10	50	18.05	6.28607	0.17960
3	-15.0	0.04	84	-15.00	-13.24838	0.37853

 Název úlohy : **Dřevěný masivní skelet – atika**

Zpracovatel : Jakub Denk

Datum : 9.4.2018

## Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Isover TOPSIL +	0.044	0.044	1.000	1.000	15	22	1	22
2	Isover AKU	0.040	0.040	1.000	1.000	30	48	17	21
3	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	29	48	16	17
4	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	8	48	29	34
5	Isocell Airstop	0.583	0.583	300000	300000	23	48	21	22
6	Isover TOPSIL +	0.053	0.053	1.000	1.000	16	48	22	29
7	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	2	3	1	44
8	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	1	2	1	44
9	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	28	29	1	17
10	Hobra Sibrex	0.077	0.077	13	13	3	5	1	44
11	Paraelast FIX G	0.210	0.210	30000	30000	10	48	34	35
12	Paraelast FIX G	0.210	0.210	30000	30000	10	11	35	46
13	Paraelast FIX G	0.210	0.210	30000	30000	1	10	45	46
14	Paraelast STAR	0.210	0.210	20000	20000	1	12	46	47
15	Paraelast STAR	0.210	0.210	20000	20000	11	12	36	46
16	Paraelast STAR	0.210	0.210	20000	20000	11	48	35	36
17	FeZn plech	71.4	71.4	1204	1204	1	12	47	48
18	Isover TOPSIL +	0.044	0.044	1.000	1.000	5	8	1	44
19	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	8	15	1	29
20	Isover AKU	0.040	0.040	1.000	1.000	23	28	1	21
21	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	13	22	18	29
22	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	5	8	43	44
23	OSB desky	0.130	0.130	50	50	8	10	34	44
24	OSB desky	0.130	0.130	50	50	1	10	44	45
25	Isocell Airstop	1.167	1.167	150000	150000	22	23	1	22
26	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	23	28	15	21
27	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	28	30	17	21
28	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	23	28	9	10
29	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	23	28	5	6
30	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	35	36	17	21
31	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	40	41	17	21
32	Vzduch slabě vě	1.181	6.5	0.100	0.014	5	8	34	43
33	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	23	28	2	3
34	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	45	46	17	21

## Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	1345	1360	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
2	1360	2272	20.00	0.10	50.0	1.17	10.00
3	564	2292	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
4	564	576	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
5	48	576	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
6	1	48	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00

## NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSToty TEPELNÉHO TOKU:

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20.0	0.13	50	17.59	7.35009	0.21000
2	20.0	0.10	50	17.59	6.76491	0.19328
3	-15.0	0.04	84	-15.00	-14.11584	0.40331

## Název úlohy : Dřevěný stěnový KS – atika bez TI

Zpracovatel : Jakub Denk

Datum : 9.4.2018

## Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Isover AKU	0.039	0.039	1.000	1.000	27	48	16	17
2	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	28	48	14	16
3	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	22	48	23	33
4	Paraelast AI +	0.210	0.210	370000	370000	21	48	22	23
5	CLT panel	0.120	0.120	157	157	13	48	17	22
6	Isover AKU	0.039	0.039	1.000	1.000	21	27	1	17
7	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	2	3	1	46
8	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	1	2	1	46
9	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	27	28	1	16
10	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	3	12	1	46
11	Polyuretan pěno	0.048	0.048	2.500	2.500	12	13	1	46
12	CLT panel	0.120	0.120	157	157	13	21	1	17
13	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	27	30	16	17
14	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	21	27	15	17
15	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	36	37	16	17
16	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	41	42	16	17
17	CLT panel	0.120	0.120	157	157	13	21	22	45

18	Paraelast Al +	0.210	0.210	370000	370000	21	22	23	45
19	Paraelast Al +	0.210	0.210	370000	370000	13	22	45	46
20	OSB desky	0.130	0.130	50	50	1	22	46	47
21	Paraelast FIX G	0.210	0.210	30000	30000	23	48	33	34
22	Paraelast FIX G	0.210	0.210	30000	30000	22	23	33	48
23	Paraelast FIX G	0.210	0.210	30000	30000	1	22	47	48
24	Paraelast STAR	0.210	0.210	20000	20000	1	23	48	49
25	Paraelast STAR	0.210	0.210	20000	20000	23	24	34	49
26	Paraelast STAR	0.210	0.210	20000	20000	24	48	34	35
27	FeZn plech	71.4	71.4	1204	1204	1	24	49	50
28	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	46	47	16	17

#### Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	1364	2364	20.00	0.10	50.0	1.17	10.00
2	1351	1364	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
3	1	50	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
4	50	1200	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
5	1185	1200	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
6	1185	2385	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00

#### NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSToty TEPELNÉHO TOKU:

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20.0	0.10	50	17.87	6.71061	0.19173
2	20.0	0.13	50	17.87	6.92912	0.19797
3	-15.0	0.04	84	-15.00	-13.64152	0.38976

#### Název úlohy : Železobetonový KS – okap

Zpracovatel : Jakub Denk

Datum : 10.4.2018

#### Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Baumit UniWhite	0.800	0.800	100	100	26	47	21	22
2	Isover EPS Grey	0.034	0.034	50	50	3	47	32	43
3	Paraelast Al +	0.210	0.210	370000	370000	18	47	31	32
4	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	18	47	22	31
5	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	2	3	1	42
6	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	1	2	1	42
7	Baumit UniWhite	0.800	0.800	100	100	26	27	1	21
8	Isover EPS Grey	0.035	0.035	30	30	3	16	1	32
9	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	16	18	1	22
10	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	18	26	1	22
11	Paraelast Al +	0.210	0.210	370000	370000	17	18	22	32
12	OSB desky	0.130	0.130	50	50	1	14	42	43
13	Paraelast FIX G	0.210	0.210	30000	30000	1	47	46	47
14	Paraelast STAR	0.210	0.210	20000	20000	1	47	47	48
15	smýčková rohož	0.045	0.045	2.000	2.000	1	47	43	46
16	OSB desky	0.130	0.130	50	50	15	17	22	32

#### Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	1269	2229	20.00	0.10	50.0	1.17	10.00
2	1249	1269	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
3	1	48	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
4	48	2256	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00

#### NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSToty TEPELNÉHO TOKU:

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20.0	0.10	50	19.11	6.45978	0.18457
2	20.0	0.13	50	19.11	7.18012	0.20515
3	-15.0	0.04	84	-15.00	-13.63968	0.38971

#### Název úlohy : Dřevěný sloupkový KS – okap

Zpracovatel : Jakub Denk

Datum : 11.4.2018

#### Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	22	46	20	21
2	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	3	46	27	45
3	Isocell Airstop	0.583	0.583	300000	300000	22	46	26	27
4	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	2	3	1	42
5	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	1	2	1	42
6	Baumit UniWhite	0.800	0.800	100	100	20	22	1	27

7	Kooltherm K5 fe	0.023	0.023	35	35	7	12	1	27
8	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	12	13	1	27
9	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	13	20	1	27
10	OSB desky	0.130	0.130	50	50	1	11	42	45
11	Paraelast FIX G	0.210	0.210	30000	30000	1	46	45	46
12	Paraelast STAR	0.210	0.210	20000	20000	1	46	46	47
13	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	13	16	27	37
14	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	3	7	1	27
15	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	31	32	27	37
16	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	34	35	27	37
17	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	39	40	27	37
18	Isocell Airstop	0.583	0.583	300000	300000	22	23	21	26
19	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	23	28	21	26
20	Isover TOPSIL +	0.046	0.046	1.000	1.000	28	46	21	26
21	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	44	45	27	37

**Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :**

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	1	47	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
2	47	2162	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
3	988	1007	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
4	1007	2135	20.00	0.10	50.0	1.17	10.00

**NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSToty TEPELNÉHO TOKU:**

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	-15.0	0.04	84	-15.00	-14.36365	0.41039
2	20.0	0.13	50	18.63	8.20711	0.23449
3	20.0	0.10	50	18.63	6.15788	0.17594

Název úlohy : **Dřevěný masivní skelet – okap**

Zpracovatel : Jakub Denk

Datum : 11.4.2018

**Zadané materiály :**

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	21	47	20	21
2	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	3	47	27	45
3	Isocell Airstop	0.583	0.583	300000	300000	21	47	26	27
4	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	2	3	1	42
5	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	1	2	1	42
6	Baumit UniWhite	0.800	0.800	100	100	18	21	1	27
7	Kooltherm K5 fe	0.023	0.023	35	35	3	10	1	27
8	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	10	11	1	27
9	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	11	18	1	27
10	OSB desky	0.130	0.130	50	50	1	11	42	45
11	Paraelast FIX G	0.210	0.210	30000	30000	1	47	45	46
12	Paraelast STAR	0.210	0.210	20000	20000	1	47	46	47
13	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	11	14	27	37
14	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	30	31	27	37
15	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	35	36	27	37
16	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	40	41	27	37
17	Isocell Airstop	0.583	0.583	300000	300000	21	22	21	26
18	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	22	27	21	26
19	Isover TOPSIL +	0.046	0.046	1.000	1.000	27	47	21	26
20	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	45	46	27	37

**Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :**

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	1	47	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
2	47	2209	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
3	941	960	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
4	960	2182	20.00	0.10	50.0	1.17	10.00

**NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSToty TEPELNÉHO TOKU:**

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	-15.0	0.04	84	-15.00	-15.01463	0.42899
2	20.0	0.13	50	18.56	8.74354	0.24982
3	20.0	0.10	50	18.56	6.27374	0.17925

Název úlohy : **Dřevěný stěnový KS – okap**

Zpracovatel : Jakub Denk

Datum : 10.4.2018

**Zadané materiály :**

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Kooltherm K5 fe	0.023	0.023	35	35	8	12	1	31
2	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	22	46	19	20
3	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	3	46	31	44
4	Paraelast AI +	0.210	0.210	370000	370000	14	46	30	31
5	CLT panel	0.120	0.120	157	157	14	46	22	30
6	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	2	3	1	41
7	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	1	2	1	41
8	Baumit UniWhite	0.800	0.800	100	100	21	22	1	22
9	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	3	8	1	31
10	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	12	14	1	22
11	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	14	21	1	22
12	Paraelast AI +	0.210	0.210	370000	370000	13	14	22	31
13	OSB desky	0.130	0.130	50	50	1	12	41	44
14	Paraelast FIX G	0.210	0.210	30000	30000	1	46	44	45
15	Paraelast STAR	0.210	0.210	20000	20000	1	46	45	46
16	OSB desky	0.130	0.130	50	50	11	13	22	31
17	Isover AKU	0.040	0.040	1.000	1.000	22	46	20	22
18	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	22	24	20	22
19	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	31	32	20	22
20	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	37	38	20	22
21	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	44	45	20	22

**Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :**

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	985	2089	20.00	0.10	50.0	1.17	10.00
2	967	985	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
3	1	46	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
4	46	2116	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00

**NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLOTY A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:**

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20.0	0.10	50	18.74	5.99862	0.17139
2	20.0	0.13	50	18.74	7.81409	0.22326
3	-15.0	0.04	84	-15.00	-13.81255	0.39464

**Název úlohy : Železobetonový KS – sokl bez vodorovné TI**

Zpracovatel : Jakub Denk

Datum : 1.2.2018

**Zadané materiály :**

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	2	27	10	12
2	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	2	15	12	17
3	Půda písčítá vl	2.300	2.300	2.000	2.000	1	48	1	10
4	Půda písčítá vl	2.300	2.300	2.000	2.000	1	2	10	14
5	Půda písčítá vl	2.300	2.300	2.000	2.000	27	48	10	12
6	Granulát Refagl	0.088	0.088	2.000	2.000	1	2	11	17
7	Beton hutný 3	1.360	1.360	23	23	1	15	17	21
8	Sklodek 40 Spec	0.210	0.210	30000	30000	1	15	21	22
9	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	13	15	22	49
10	Sklodek 40 Spec	0.210	0.210	30000	30000	15	16	12	45
11	XPS Styrodur 30	0.036	0.036	100	100	16	21	13	41
12	Půda písčítá vl	2.300	2.300	2.000	2.000	21	48	12	15
13	PVC tuhý	0.170	0.170	50000	50000	16	17	41	45
14	PVC tuhý	0.170	0.170	50000	50000	17	25	41	42
15	PVC tuhý	0.170	0.170	50000	50000	24	25	42	44
16	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	15	17	45	49
17	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	24	25	44	49
18	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	25	26	41	49
19	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	21	22	15	41
20	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	22	23	15	41
21	Štěrkopísek	2.000	2.000	50	50	23	48	15	16
22	Betonová dlažba	1.100	1.100	2.000	2.000	23	49	16	17
23	Isover N	0.040	0.040	1.000	1.000	1	13	22	28
24	Beton hutný 1	1.230	1.230	17	17	1	7	29	35
25	Igelit	0.350	0.350	1448	1448	1	8	28	29
26	Isover N	0.040	0.040	1.000	1.000	8	13	28	35
27	Igelit	0.350	0.350	1448	1448	7	8	29	35
28	Baumit UniWhite	0.800	0.800	100	100	12	13	35	49
29	Keramický obkla	1.010	1.010	160	160	1	11	35	37
30	Keramický obkla	1.010	1.010	160	160	9	12	38	43
31	Silikonový tmel	0.350	0.350	1350	1350	9	10	37	38
32	XPS Styrodur 30	0.036	0.036	100	100	16	21	12	13
33	Isover EPS Grey	0.035	0.035	30	30	17	24	42	49

**Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :**

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	1095	2369	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
2	1095	1119	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
3	1119	1266	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
4	1266	1274	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
5	582	588	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
6	435	582	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
7	429	435	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
8	37	429	20.00	0.17	50.0	1.17	10.00

**NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:**

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	-15.0	0.04	84	-14.99	-33.59122	0.95975
2	20.0	0.13	50	15.71	12.73568	0.36388
3	20.0	0.17	50	16.89	20.86328	0.59609

Název úlohy : **Dřevěný masivní skelet – sloup**

Zpracovatel : Jakub Denk

Datum : 10.4.2018

**Zadané materiály :**

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	1	39	5	13
2	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	1	39	2	3
3	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	1	39	1	2
4	Hobra Sibrex	0.077	0.077	13	13	1	39	3	5
5	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	1	39	13	23
6	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	1	39	23	34
7	Isocell Airstop	1.167	1.167	150000	150000	1	39	34	35
8	Isover AKU + dř	0.047	0.047	1.000	1.000	1	39	35	42
9	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	1	39	42	43
10	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	19	22	15	34
11	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	21	22	5	13
12	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	28	29	5	13
13	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	13	14	5	13
14	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	28	29	23	34
15	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	13	14	23	34
16	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	35	36	5	13
17	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	35	36	23	34
18	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	6	7	5	13
19	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	6	7	23	34

**Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :**

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	43	1677	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
2	1	1635	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00

**NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:**

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20.0	0.13	50	19.23	11.44118	0.32689
2	-15.0	0.04	84	-14.88	-11.44116	0.32689

Název úlohy : **Dřevěný masivní skelet – průvlak**

Zpracovatel : Jakub Denk

Datum : 10.4.2018

**Zadané materiály :**

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Isover AKU	0.040	0.040	1.000	1.000	26	48	21	24
2	Isover TOPSIL +	0.044	0.044	1.000	1.000	6	9	1	49
3	Baumit openCont	0.880	0.880	20	20	2	3	1	49
4	Baumit openTop	0.770	0.770	30	30	1	2	1	49
5	Hobra Sibrex	0.077	0.077	13	13	3	6	1	49
6	Isover TOPSIL	0.036	0.036	1.000	1.000	9	12	1	49
7	Isover TOPSIL +	0.044	0.044	1.000	1.000	12	19	1	49
8	Isocell Airstop	1.167	1.167	150000	150000	19	20	1	49
9	Isover AKU	0.040	0.040	1.000	1.000	20	26	1	49
10	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	26	27	1	20
11	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	10	19	22	28
12	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	20	26	19	21
13	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	26	28	21	23
14	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	26	48	20	21
15	OSB desky	0.130	0.130	50	50	20	48	28	29
16	Isover N	0.040	0.040	1.000	1.000	26	48	29	30
17	OSB desky	0.130	0.130	50	50	26	48	30	31
18	OSB desky	0.130	0.130	50	50	26	48	31	32
19	Sádrokarton	0.220	0.220	9.000	9.000	26	27	32	49
20	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	20	26	16	17
21	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	20	26	11	12
22	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	20	26	32	33
23	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	20	26	39	40
24	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	36	37	21	23
25	Vzduch slabé vě	11.1	2.579	0.007	0.040	26	48	24	28
26	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	45	46	21	23
27	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	20	26	3	4
28	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	20	26	46	47

**Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :**

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	1	49	-15.00	0.04	84.0	0.14	20.00
2	1306	1323	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
3	1306	2335	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
4	1294	2323	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00
5	1275	1294	20.00	0.13	50.0	1.17	10.00

**NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSToty TEPELNÉHO TOKU:**

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	-15.0	0.04	84	-14.86	-12.73545	0.36387
2	20.0	0.13	50	18.99	12.73536	0.36387



# Příloha č. 10 - Protokoly z programu Energie

## VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA NÍZKOENERGETICKÝCH BYTOVÝCH DOMŮ

podle TNI 730330  
Energie 2017

Název úlohy: **BD Resby – varianta Železobetonový KS**  
Zpracovatel: Jakub Denk  
Zakázka: Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM  
Datum: 5.4.2018

### Základní popis zóny

Název zóny: byty + chodba  
Typ zóny pro určení Uem,N: nová obytná budova  
Objem z vnějších rozměrů: 2833,32 m<sup>3</sup>  
Podlah. plocha (celková vnitřní): 683,17 m<sup>2</sup>  
Celk. energet. vztažná plocha: 868,95 m<sup>2</sup>  
Účinná vnitřní tepelná kapacita: 260,0 kJ/(m<sup>2</sup>.K)  
Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 20,0 C  
Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ne  
Typ vytápění: nepřerušované  
Regulace otopné soustavy: ano  
Průměrné vnitřní zisky: 2780 W  
..... odvozeny pro počet osob: 24 a počet bytů: 11

### Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně: 1839,391 m<sup>3</sup>  
Podíl vzduchu z objemu zóny: 64,9 %  
Typ větrání zóny: přirozené nebo nucené  
Objem.tok přiváděného vzduchu: 420,0 m<sup>3</sup>/h  
Objem.tok odváděného vzduchu: 420,0 m<sup>3</sup>/h  
Násobnost výměny při dP=50Pa: 0,6 1/h  
Součinitel větrné expozice e: 0,07  
Součinitel větrné expozice f: 15,0  
Účinnost zpětného získávání tepla: 75,0 %  
Měrný tepelný tok větráním Hv: 60,144 W/K

### Měrný tepelný tok prostupem mezi zónou č. 1 a exteriérem :

Název konstrukce	Plocha [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	b [-]	H,T [W/K]	U,N,20 [W/m <sup>2</sup> K]
střecha	273,26	0,100	1,00	27,326	0,240
obvodová stěna	606,78	0,120	1,00	72,814	0,300
podlaha na zemině	49,17	0,150	0,57	4,211	0,450
O1 J nezastíněné	21,6 (0,9x2,4 x 10)	0,600	1,00	12,960	1,500
O1 J stín1	2,16 (0,9x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,296	1,500
O1 J stín2	2,16 (0,9x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,296	1,500
O2 J nezastíněné	10,32 (2,15x2,4 x 2)	0,600	1,00	6,192	1,500
O2 J stín1	5,16 (2,15x2,4 x 1)	0,600	1,00	3,096	1,500
O2 J stín2	5,16 (2,15x2,4 x 1)	0,600	1,00	3,096	1,500
O2 J stín3	5,16 (2,15x2,4 x 1)	0,600	1,00	3,096	1,500
O2 J stín4	5,16 (2,15x2,4 x 1)	0,600	1,00	3,096	1,500
dveře J	7,5 (3,0x2,5 x 1)	0,900	1,00	6,750	1,500
O1 Z nezastíněné	6,48 (0,9x2,4 x 3)	0,600	1,00	3,888	1,500
O1 Z stín1	2,16 (0,9x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,296	1,500
O1 Z stín2	2,16 (0,9x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,296	1,500
O4 Z	6,12 (0,85x2,4 x 3)	0,600	1,00	3,672	1,500
O1 S stín1	6,48 (0,9x2,4 x 3)	0,600	1,00	3,888	1,500
O1 S stín2	4,32 (0,9x2,4 x 2)	0,600	1,00	2,592	1,500
O3 S stín1	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O3 S stín2	6,24 (1,3x2,4 x 2)	0,600	1,00	3,744	1,500
O3 S stín3	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O3 S stín4	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O3 S stín5	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O3 S stín6	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O1 V nezastíněné	8,64 (0,9x2,4 x 4)	0,600	1,00	5,184	1,500
O4 V	6,12 (0,85x2,4 x 3)	0,600	1,00	3,672	1,500
Název liniového tep.mostu	Délka [m]	Psi [W/mK]	b [-]		
atika	69,98	-0,046	1,00		
nároží	60,0	-0,132	1,00		
okap	6,71	-0,160	1,00		
stěna/strop nad nevytápěným pr	63,66	0,050	1,00		

sokl vytápěného prostoru	10,59	0,015	1,00
základ pod vnitřní stěnou vytá	22,7	0,050	1,00
vnitřní stěna nad nevytápěným	19,72	0,050	0,71
O1 J nezastíněné - ostění	48,0	0,010	1,00
O1 J nezastíněné - nadpraží	9,0	0,010	1,00
O1 J nezastíněné - parapet	9,0	0,010	1,00
O1 J stín1 - ostění	4,8	0,010	1,00
O1 J stín1 - nadpraží	0,9	0,010	1,00
O1 J stín1 - parapet	0,9	0,010	1,00
O1 J stín2 - ostění	4,8	0,010	1,00
O1 J stín2 - nadpraží	0,9	0,010	1,00
O1 J stín2 - parapet	0,9	0,010	1,00
O2 J nezastíněné - ostění	9,6	0,010	1,00
O2 J nezastíněné - nadpraží	4,3	0,010	1,00
O2 J nezastíněné - parapet	4,3	0,010	1,00
O2 J stín1 - ostění	4,8	0,010	1,00
O2 J stín1 - nadpraží	2,15	0,010	1,00
O2 J stín1 - parapet	2,15	0,010	1,00
O2 J stín2 - ostění	4,8	0,010	1,00
O2 J stín2 - nadpraží	2,15	0,010	1,00
O2 J stín2 - parapet	2,15	0,010	1,00
O2 J stín3 - ostění	4,8	0,010	1,00
O2 J stín3 - nadpraží	2,15	0,010	1,00
O2 J stín3 - parapet	2,15	0,010	1,00
O2 J stín4 - ostění	4,8	0,010	1,00
O2 J stín4 - nadpraží	2,15	0,010	1,00
O2 J stín4 - parapet	2,15	0,010	1,00
dveře J - ostění	5,0	0,010	1,00
dveře J - nadpraží	3,0	0,010	1,00
dveře J - parapet	3,0	0,010	1,00
O1 Z nezastíněné - ostění	14,4	0,010	1,00
O1 Z nezastíněné - nadpraží	2,7	0,010	1,00
O1 Z nezastíněné - parapet	2,7	0,010	1,00
O1 Z stín1 - ostění	4,8	0,010	1,00
O1 Z stín1 - nadpraží	0,9	0,010	1,00
O1 Z stín1 - parapet	0,9	0,010	1,00
O1 Z stín2 - ostění	4,8	0,010	1,00
O1 Z stín2 - nadpraží	0,9	0,010	1,00
O1 Z stín2 - parapet	0,9	0,010	1,00
O4 Z - ostění	14,4	0,010	1,00
O4 Z - nadpraží	2,55	0,010	1,00
O4 Z - parapet	2,55	0,010	1,00
O1 S stín1 - ostění	14,4	0,010	1,00
O1 S stín1 - nadpraží	2,7	0,010	1,00
O1 S stín1 - parapet	2,7	0,010	1,00
O1 S stín2 - ostění	9,6	0,010	1,00
O1 S stín2 - nadpraží	1,8	0,010	1,00
O1 S stín2 - parapet	1,8	0,010	1,00
O3 S stín1 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín1 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín1 - parapet	1,3	0,010	1,00
O3 S stín2 - ostění	9,6	0,010	1,00
O3 S stín2 - nadpraží	2,6	0,010	1,00
O3 S stín2 - parapet	2,6	0,010	1,00
O3 S stín3 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín3 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín3 - parapet	1,3	0,010	1,00
O3 S stín4 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín4 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín4 - parapet	1,3	0,010	1,00
O3 S stín5 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín5 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín5 - parapet	1,3	0,010	1,00
O3 S stín6 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín6 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín6 - parapet	1,3	0,010	1,00
O1 V nezastíněné - ostění	19,2	0,010	1,00
O1 V nezastíněné - nadpraží	3,6	0,010	1,00
O1 V nezastíněné - parapet	3,6	0,010	1,00
O4 V - ostění	14,4	0,010	1,00
O4 V - nadpraží	2,55	0,010	1,00
O4 V - parapet	2,55	0,010	1,00
<u>Měrný tok prostupem do exteriéru rovinnými konstrukcemi Hd,c: 183,821 W/K</u>			
..... a příslušnými tepelnými vazbami Hd,tb: -3,775 W/K			

**Měrný tepelný tok nevytápěnými (či trvale jinak vytápěnými) prostory u zóny č. 1 :**

Název nevytápěného prostoru:	garáže 1	<u>1. nevytápěný prostor</u>		
Objem vzduchu v prostoru:	243,49 m <sup>3</sup>			
Násobnost výměny do interiéru:	0,0 1/h			
Násobnost výměny do exteriéru:	1,0 1/h			
<b>Název konstrukce</b>	<b>Plocha [m<sup>2</sup>]</b>	<b>U [W/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>Umístění</b>	<b>U,N,20 [W/m<sup>2</sup>K]</b>
strop nad nevytápěným prostorem	112,07	0,200	do interiéru	0,600
stěna k nevytápěnému prostoru	26,92	0,200	do interiéru	0,600
dveře do nevytápěného prostoru	2,15	1,700	do interiéru	3,500
stěna nevytápěného prostoru	60,65	0,120	do exteriéru	----
podlaha nevytápěného prostoru	112,05	0,300	do exteriéru	----
garážová vrata (3x)	16,77	1,700	do exteriéru	----
<b>Název liniového tep.mostu</b>	<b>Délka [m]</b>	<b>Psi [W/mK]</b>	<b>Umístění</b>	
zárubeň vnitřních dveří	6,3	0,010	do interiéru	
nároží	6,0	-0,132	do exteriéru	
sokl	30,935	-0,310	do exteriéru	
základ pod vnitřní stěnou	9,86	0,050	do exteriéru	
ostění; nadpraží; práh vrat	28,5	0,010	do exteriéru	
Měrný tep. tok prostupem H,t,iu:	31,516 W/K			
Měrný tep. tok prostupem H,t,ue:	59,789 W/K			
Měrný tok H <sub>iu</sub> (z interiéru do nevytápěného prostoru):	31,516 W/K			
Měrný tok H <sub>ue</sub> (z nevytápěného prostoru do exteriéru):	140,141 W/K			
Teplota v nevytápěném prostoru:	-8,6 C (při návrhové venkovní teplotě -15,0 C).			
Parametr b dle EN ISO 13789:	0,816			

Název nevytápěného prostoru:	garáže 2	<u>2. nevytápěný prostor</u>		
Objem vzduchu v prostoru:	243,49 m <sup>3</sup>			
Násobnost výměny do interiéru:	0,0 1/h			
Násobnost výměny do exteriéru:	1,0 1/h			
<b>Název konstrukce</b>	<b>Plocha [m<sup>2</sup>]</b>	<b>U [W/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>Umístění</b>	<b>U,N,20 [W/m<sup>2</sup>K]</b>
strop nad nevytápěným prostorem	112,07	0,200	do interiéru	0,600
stěna k nevytápěnému prostoru	26,92	0,200	do interiéru	0,600
dveře do nevytápěného prostoru	2,15	1,700	do interiéru	3,500
stěna nevytápěného prostoru	60,65	0,120	do exteriéru	----
podlaha nevytápěného prostoru	112,05	0,300	do exteriéru	----
garážová vrata (3x)	16,77	1,700	do exteriéru	----
<b>Název liniového tep.mostu</b>	<b>Délka [m]</b>	<b>Psi [W/mK]</b>	<b>Umístění</b>	
zárubeň vnitřních dveří	6,3	0,010	do interiéru	
nároží	6,0	-0,132	do exteriéru	
sokl	30,935	-0,310	do exteriéru	
základ pod vnitřní stěnou	9,86	0,050	do exteriéru	
ostění; nadpraží; práh vrat	28,5	0,010	do exteriéru	
Měrný tep. tok prostupem H,t,iu:	31,516 W/K			
Měrný tep. tok prostupem H,t,ue:	59,789 W/K			
Měrný tok H <sub>iu</sub> (z interiéru do nevytápěného prostoru):	31,516 W/K			
Měrný tok H <sub>ue</sub> (z nevytápěného prostoru do exteriéru):	140,141 W/K			
Teplota v nevytápěném prostoru:	-8,6 C (při návrhové venkovní teplotě -15,0 C).			
Parametr b dle EN ISO 13789:	0,816			
<b>Měrný tepelný tok nevytápěnými prostory H<sub>u</sub>:</b>	<b>51,357 W/K</b>			
..... a příslušnými tep. vazbami H <sub>u,tb</sub> :	0,103 W/K			

**Průměrný součinitel prostupu tepla budovy**

Měrný tepelný tok prostupem obálkou budovy H <sub>t</sub> :	231,5 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	1340,2 m <sup>2</sup>
Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) .....	U <sub>em,N,20</sub> : 0,44 W/m <sup>2</sup> K
<b>Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U<sub>em</sub>:</b>	<b>0,17 W/m<sup>2</sup>K</b>

**Celková a měrná potřeba tepla na vytápění**

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	15,521 GJ	4,311 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	2833,3 m <sup>3</sup>	
Celková podlahová plocha budovy:	683,2 m <sup>2</sup>	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m <sup>3</sup> ):	1,5 kWh/(m <sup>3</sup> .a)	
<b>Měrná potřeba tepla na vytápění budovy:</b>	<b>6 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>	
Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D =	2795.	

## Celková energie dodaná do budovy

### Dodané energie:

Vyp.spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	20,397 GJ	5,666 MWh	8 kWh/m2
Pomocná energie na vytápění Q,aux,H:	12,672 GJ	3,520 MWh	5 kWh/m2
<b>Dodaná energie na vytápění za rok EP,H:</b>	<b>33,069 GJ</b>	<b>9,186 MWh</b>	<b>13 kWh/m2</b>
Vyp.spotřeba energie na nucené větrání Q,fuel,F:	12,672 GJ	3,520 MWh	5 kWh/m2
Pomocná energie na nucené větrání Q,aux,F:	---	---	---
<b>Dodaná energie na nuc.větrání za rok EP,F:</b>	<b>12,672 GJ</b>	<b>3,520 MWh</b>	<b>5 kWh/m2</b>
Vyp.spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	50,553 GJ	14,043 MWh	21 kWh/m2
Pomocná energie na přípravu teplé vody Q,aux,W:	6,336 GJ	1,760 MWh	3 kWh/m2
<b>Dodaná energie na přípravu TV za rok EP,W:</b>	<b>56,889 GJ</b>	<b>15,803 MWh</b>	<b>23 kWh/m2</b>
Vyp.spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	69,120 GJ	19,200 MWh	28 kWh/m2
<b>Dodaná energie na osvětlení za rok EP,L:</b>	<b>69,120 GJ</b>	<b>19,200 MWh</b>	<b>28 kWh/m2</b>
<b>Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP:</b>	<b>171,750 GJ</b>	<b>47,708 MWh</b>	<b>70 kWh/m2</b>

## Název úlohy: **BD Resby – varianta Dřevěný sloupkový KS**

Zpracovatel: Jakub Denk

Zakázka: Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum: 12.4.2018

### Základní popis zóny

Název zóny:	byty + chodba
Typ zóny pro určení Uem,N:	nová obytná budova
Objem z vnějších rozměrů:	2811,15 m3
Podlah. plocha (celková vnitřní):	686,08 m2
Celk. energet. vztažná plocha:	878,82 m2
Účinná vnitřní tepelná kapacita:	110,0 kJ/(m2.K)
Vnitřní teplota (zima/léto):	20,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ne
Typ vytápění:	nepřerušované
Regulace otopné soustavy:	ano
Průměrné vnitřní zisky:	2780 W
..... odvozeny pro	· počet osob: 24 a počet bytů: 11

### Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně:	1762,31 m3
Podíl vzduchu z objemu zóny:	62,7 %
Typ větrání zóny:	přirozené nebo nucené
Objem.tok přiváděného vzduchu:	420,0 m3/h
Objem.tok odváděného vzduchu:	420,0 m3/h
Násobnost výměny při dP=50Pa:	0,6 1/h
Součinitel větrné expozice e:	0,07
Součinitel větrné expozice f:	15,0
Účinnost zpětného získávání tepla:	75,0 %
<b>Měrný tepelný tok větráním Hv:</b>	<b>60,144 W/K</b>

### Měrný tepelný tok prostupem mezi zónou č. 1 a exteriérem :

Název konstrukce	Plocha [m2]	U [W/m2K]	b [-]	H,T [W/K]	U,N,20 [W/m2K]
střecha	276,86	0,100	1,00	27,686	0,240
obvodová stěna	587,3	0,120	1,00	70,476	0,300
podlaha na zemině	48,24	0,150	0,57	4,132	0,450
O1 J nezastíněné	21,6 (0,9x2,4 x 10)	0,600	1,00	12,960	1,500
O1 J stín1	2,16 (0,9x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,296	1,500
O1 J stín2	2,16 (0,9x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,296	1,500
O2 J nezastíněné	10,32 (2,15x2,4 x 2)	0,600	1,00	6,192	1,500
O2 J stín1	5,16 (2,15x2,4 x 1)	0,600	1,00	3,096	1,500
O2 J stín2	5,16 (2,15x2,4 x 1)	0,600	1,00	3,096	1,500
O2 J stín3	5,16 (2,15x2,4 x 1)	0,600	1,00	3,096	1,500
O2 J stín4	5,16 (2,15x2,4 x 1)	0,600	1,00	3,096	1,500
dveře J	7,5 (3,0x2,5 x 1)	0,900	1,00	6,750	1,500
O1 Z nezastíněné	6,48 (0,9x2,4 x 3)	0,600	1,00	3,888	1,500
O1 Z stín1	2,16 (0,9x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,296	1,500
O1 Z stín2	2,16 (0,9x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,296	1,500
O4 Z	3,89 (0,54x2,4 x 3)	0,600	1,00	2,333	1,500
O1 S stín1	6,48 (0,9x2,4 x 3)	0,600	1,00	3,888	1,500
O1 S stín2	4,32 (0,9x2,4 x 2)	0,600	1,00	2,592	1,500
O3 S stín1	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O3 S stín2	6,24 (1,3x2,4 x 2)	0,600	1,00	3,744	1,500
O3 S stín3	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O3 S stín4	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O3 S stín5	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O3 S stín6	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O1 V nezastíněné	8,64 (0,9x2,4 x 4)	0,600	1,00	5,184	1,500
O4 V	3,89 (0,54x2,4 x 3)	0,600	1,00	2,333	1,500

Název liniového tep.mostu	Délka [m]	Psi [W/mK]	b [-]
atika	70,36	-0,172	1,00
nároží	36,0	-0,178	1,00
nároží žb jádra	24,0	-0,122	1,00
okap	5,72	-0,144	1,00
stěna/strop nad nevytápěným pr	62,66	0,050	1,00
sokl vytápěného prostoru	9,59	0,073	1,00
základ pod vnitřní stěnou vytá	23,14	0,050	1,00
vnitřní stěna nad nevytápěným	19,48	0,050	0,71
O1 J nezastíněné - ostění	48,0	0,010	1,00
O1 J nezastíněné - nadpraží	9,0	0,010	1,00
O1 J nezastíněné - parapet	9,0	0,010	1,00
O1 J stín1 - ostění	4,8	0,010	1,00
O1 J stín1 - nadpraží	0,9	0,010	1,00
O1 J stín1 - parapet	0,9	0,010	1,00
O1 J stín2 - ostění	4,8	0,010	1,00
O1 J stín2 - nadpraží	0,9	0,010	1,00
O1 J stín2 - parapet	0,9	0,010	1,00
O2 J nezastíněné - ostění	9,6	0,010	1,00
O2 J nezastíněné - nadpraží	4,3	0,010	1,00
O2 J nezastíněné - parapet	4,3	0,010	1,00
O2 J stín1 - ostění	4,8	0,010	1,00
O2 J stín1 - nadpraží	2,15	0,010	1,00
O2 J stín1 - parapet	2,15	0,010	1,00
O2 J stín2 - ostění	4,8	0,010	1,00
O2 J stín2 - nadpraží	2,15	0,010	1,00
O2 J stín2 - parapet	2,15	0,010	1,00
O2 J stín3 - ostění	4,8	0,010	1,00
O2 J stín3 - nadpraží	2,15	0,010	1,00
O2 J stín3 - parapet	2,15	0,010	1,00
O2 J stín4 - ostění	4,8	0,010	1,00
O2 J stín4 - nadpraží	2,15	0,010	1,00
O2 J stín4 - parapet	2,15	0,010	1,00
dveře J - ostění	5,0	0,010	1,00
dveře J - nadpraží	3,0	0,010	1,00
dveře J - parapet	3,0	0,010	1,00
O1 Z nezastíněné - ostění	14,4	0,010	1,00
O1 Z nezastíněné - nadpraží	2,7	0,010	1,00
O1 Z nezastíněné - parapet	2,7	0,010	1,00
O1 Z stín1 - ostění	4,8	0,010	1,00
O1 Z stín1 - nadpraží	0,9	0,010	1,00
O1 Z stín1 - parapet	0,9	0,010	1,00
O1 Z stín2 - ostění	4,8	0,010	1,00
O1 Z stín2 - nadpraží	0,9	0,010	1,00
O1 Z stín2 - parapet	0,9	0,010	1,00
O4 Z - ostění	14,4	0,010	1,00
O4 Z - nadpraží	1,62	0,010	1,00
O4 Z - parapet	1,62	0,010	1,00
O1 S stín1 - ostění	14,4	0,010	1,00
O1 S stín1 - nadpraží	2,7	0,010	1,00
O1 S stín1 - parapet	2,7	0,010	1,00
O1 S stín2 - ostění	9,6	0,010	1,00
O1 S stín2 - nadpraží	1,8	0,010	1,00
O1 S stín2 - parapet	1,8	0,010	1,00
O3 S stín1 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín1 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín1 - parapet	1,3	0,010	1,00
O3 S stín2 - ostění	9,6	0,010	1,00
O3 S stín2 - nadpraží	2,6	0,010	1,00
O3 S stín2 - parapet	2,6	0,010	1,00
O3 S stín3 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín3 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín3 - parapet	1,3	0,010	1,00
O3 S stín4 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín4 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín4 - parapet	1,3	0,010	1,00
O3 S stín5 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín5 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín5 - parapet	1,3	0,010	1,00
O3 S stín6 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín6 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín6 - parapet	1,3	0,010	1,00
O1 V nezastíněné - ostění	19,2	0,010	1,00
O1 V nezastíněné - nadpraží	3,6	0,010	1,00
O1 V nezastíněné - parapet	3,6	0,010	1,00
O4 V - ostění	14,4	0,010	1,00
O4 V - nadpraží	1,62	0,010	1,00
O4 V - parapet	1,62	0,010	1,00

Měrný tok prostupem do exteriéru rovinnými konstrukcemi Hd,c: 179,085 W/K  
 ..... a příslušnými tepelnými vazbami Hd,tb: -13,292 W/K

### Měrný tepelný tok nevytápěnými (či trvale jinak vytápěnými) prostory u zóny č. 1 :

Název nevytápěného prostoru:	garáže 1	<u>1. nevytápěný prostor</u>		
Objem vzduchu v prostoru:	244,851 m <sup>3</sup>			
Násobnost výměny do interiéru:	0,0 1/h			
Násobnost výměny do exteriéru:	1,0 1/h			
<b>Název konstrukce</b>	<b>Plocha [m<sup>2</sup>]</b>	<b>U [W/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>Umístění</b>	<b>U,N,20 [W/m<sup>2</sup>K]</b>
strop nad nevytápěným prostorem	114,2	0,200	do interiéru	0,600
stěna k nevytápěnému prostoru	27,43	0,200	do interiéru	0,600
dveře do nevytápěného prostoru	2,15	1,700	do interiéru	3,500
stěna nevytápěného prostoru	62,91	0,159	do exteriéru	-----
podlaha nevytápěného prostoru	114,2	0,300	do exteriéru	-----
garážová vrata (3x)	16,77	1,700	do exteriéru	-----
<b>Název liniového tep.mostu</b>	<b>Délka [m]</b>	<b>Psi [W/mK]</b>	<b>Umístění</b>	
zárubeň vnitřních dveří	6,3	0,010	do interiéru	
nároží	6,0	-0,155	do exteriéru	
sokl	31,26	-0,320	do exteriéru	
základ pod vnitřní stěnou	9,86	0,050	do exteriéru	
ostění; nadpraží; práh vrat	28,5	0,010	do exteriéru	
Měrný tep. tok prostupem H,t,iu:	32,044 W/K			
Měrný tep. tok prostupem H,t,ue:	62,626 W/K			
Měrný tok Hiu (z interiéru do nevytápěného prostoru):	32,044 W/K			
Měrný tok Hue (z nevytápěného prostoru do exteriéru):	143,427 W/K			
Teplota v nevytápěném prostoru:	-8,6 C (při návrhové venkovní teplotě -15,0 C).			
Parametr b dle EN ISO 13789:	0,817			

Název nevytápěného prostoru:	garáže 2	<u>2. nevytápěný prostor</u>		
Objem vzduchu v prostoru:	244,851 m <sup>3</sup>			
Násobnost výměny do interiéru:	0,0 1/h			
Násobnost výměny do exteriéru:	1,0 1/h			
<b>Název konstrukce</b>	<b>Plocha [m<sup>2</sup>]</b>	<b>U [W/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>Umístění</b>	<b>U,N,20 [W/m<sup>2</sup>K]</b>
strop nad nevytápěným prostorem	114,2	0,200	do interiéru	0,600
stěna k nevytápěnému prostoru	27,43	0,200	do interiéru	0,600
dveře do nevytápěného prostoru	2,15	1,700	do interiéru	3,500
stěna nevytápěného prostoru	62,91	0,159	do exteriéru	-----
podlaha nevytápěného prostoru	114,2	0,300	do exteriéru	-----
garážová vrata (3x)	16,77	1,700	do exteriéru	-----
<b>Název liniového tep.mostu</b>	<b>Délka [m]</b>	<b>Psi [W/mK]</b>	<b>Umístění</b>	
zárubeň vnitřních dveří	6,3	0,010	do interiéru	
nároží	6,0	-0,155	do exteriéru	
sokl	31,26	-0,320	do exteriéru	
základ pod vnitřní stěnou	9,86	0,050	do exteriéru	
ostění; nadpraží; práh vrat	28,5	0,010	do exteriéru	
Měrný tep. tok prostupem H,t,iu:	32,044 W/K			
Měrný tep. tok prostupem H,t,ue:	62,626 W/K			
Měrný tok Hiu (z interiéru do nevytápěného prostoru):	32,044 W/K			
Měrný tok Hue (z nevytápěného prostoru do exteriéru):	143,427 W/K			
Teplota v nevytápěném prostoru:	-8,6 C (při návrhové venkovní teplotě -15,0 C).			
Parametr b dle EN ISO 13789:	0,817			

Měrný tepelný tok nevytápěnými prostory Hu: 52,281 W/K  
 ..... a příslušnými tep. vazbami Hu,tb: 0,103 W/K

### Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Měrný tepelný tok prostupem obálkou budovy Ht:	218,2 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	1324,2 m <sup>2</sup>
Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) ..... Uem,N,20:	0,44 W/m <sup>2</sup> K
<b>Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U,em:</b>	<b>0,16 W/m<sup>2</sup>K</b>

### Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	15,902 GJ	4,417 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	2811,2 m <sup>3</sup>	
Celková podlahová plocha budovy:	686,1 m <sup>2</sup>	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m <sup>3</sup> ):	1,6 kWh/(m <sup>3</sup> .a)	
<b>Měrná potřeba tepla na vytápění budovy:</b>	<b>6 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>	
Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D =	2795.	

**Název úlohy: BD Resby – varianta Dřevěný masivní skelet**

Zpracovatel: Jakub Denk

Zakázka: Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum: 12.4.2018

**Základní popis zóny**

Název zóny: byty + chodba  
 Typ zóny pro určení Uem,N: nová obytná budova  
 Objem z vnějších rozměrů: 2742,53 m<sup>3</sup>  
 Podlah. plocha (celková vnitřní): 685,34 m<sup>2</sup>  
 Celk. energet. vztažná plocha: 855,55 m<sup>2</sup>  
 Účinná vnitřní tepelná kapacita: 110,0 kJ/(m<sup>2</sup>.K)  
 Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 20,0 C  
 Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ne  
 Typ vytápění: nepřerušované  
 Regulace otopné soustavy: ano  
 Průměrné vnitřní zisky: 2780 W  
 ..... odvozeny pro : počet osob: 24 a počet bytů: 11

**Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :**

Objem vzduchu v zóně: 1764,544 m<sup>3</sup>  
 Podíl vzduchu z objemu zóny: 64,3 %  
 Typ větrání zóny: přirozené nebo nucené  
 Objem.tok přiváděného vzduchu: 420,0 m<sup>3</sup>/h  
 Objem.tok odváděného vzduchu: 420,0 m<sup>3</sup>/h  
 Násobnost výměny při dP=50Pa: 0,6 1/h  
 Součinitel větrné expozice e: 0,07  
 Součinitel větrné expozice f: 15,0  
 Účinnost zpětného získávání tepla: 75,0 %  
 Měrný tepelný tok větráním Hv: 59,107 W/K

**Měrný tepelný tok prostupem mezi zónou č. 1 a exteriérem :**

Název konstrukce	Plocha [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	b [-]	H,T [W/K]	U,N,20 [W/m <sup>2</sup> K]
střecha	267,52	0,100	1,00	26,752	0,240
obvodová stěna	494,7	0,120	1,00	59,364	0,300
stěna žb jádra	95,51	0,126	1,00	12,034	0,300
podlaha na zemině	47,36	0,150	0,57	4,056	0,450
O1 J nezastíněné	21,6 (0,9x2,4 x 10)	0,600	1,00	12,960	1,500
O1 J stín1	2,16 (0,9x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,296	1,500
O1 J stín2	2,16 (0,9x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,296	1,500
O2 J nezastíněné	10,32 (2,15x2,4 x 2)	0,600	1,00	6,192	1,500
O2 J stín1	5,16 (2,15x2,4 x 1)	0,600	1,00	3,096	1,500
O2 J stín2	5,16 (2,15x2,4 x 1)	0,600	1,00	3,096	1,500
O2 J stín3	5,16 (2,15x2,4 x 1)	0,600	1,00	3,096	1,500
O2 J stín4	5,16 (2,15x2,4 x 1)	0,600	1,00	3,096	1,500
dveře J	7,5 (3,0x2,5 x 1)	0,900	1,00	6,750	1,500
O1 Z nezastíněné	6,48 (0,9x2,4 x 3)	0,600	1,00	3,888	1,500
O1 Z stín1	2,16 (0,9x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,296	1,500
O1 Z stín2	2,16 (0,9x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,296	1,500
O4 Z	5,62 (0,78x2,4 x 3)	0,600	1,00	3,370	1,500
O1 S stín1	6,48 (0,9x2,4 x 3)	0,600	1,00	3,888	1,500
O1 S stín2	4,32 (0,9x2,4 x 2)	0,600	1,00	2,592	1,500
O3 S stín1	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O3 S stín2	6,24 (1,3x2,4 x 2)	0,600	1,00	3,744	1,500
O3 S stín3	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O3 S stín4	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O3 S stín5	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O3 S stín6	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O1 V nezastíněné	8,64 (0,9x2,4 x 4)	0,600	1,00	5,184	1,500
O4 V	5,62 (0,78x2,4 x 3)	0,600	1,00	3,370	1,500
Název liniového tep.mostu	Délka [m]	Psi [W/mK]	b [-]		
atika	69,51	-0,147	1,00		
nároží	36,0	-0,128	1,00		
nároží žb jádra	24,0	0,093	1,00		
okap	6,04	-0,138	1,00		
stěna/strop nad nevytápěným pr	61,9	0,050	1,00		
sokl vytápěného prostoru	9,92	0,031	1,00		
základ pod vnitřní stěnou vytá	22,58	0,050	1,00		
vnitřní stěna nad nevytápěným	19,42	0,050	0,71		
sloup	90,0	-0,057	1,00		
průvlak	79,28	-0,049	1,00		
O1 J nezastíněné - ostění	48,0	0,010	1,00		
O1 J nezastíněné - nadpraží	9,0	0,010	1,00		
O1 J nezastíněné - parapet	9,0	0,010	1,00		
O1 J stín1 - ostění	4,8	0,010	1,00		
O1 J stín1 - nadpraží	0,9	0,010	1,00		

O1 J stín1 - parapet	0,9	0,010	1,00
O1 J stín2 - ostění	4,8	0,010	1,00
O1 J stín2 - nadpraží	0,9	0,010	1,00
O1 J stín2 - parapet	0,9	0,010	1,00
O2 J nezastíněné - ostění	9,6	0,010	1,00
O2 J nezastíněné - nadpraží	4,3	0,010	1,00
O2 J nezastíněné - parapet	4,3	0,010	1,00
O2 J stín1 - ostění	4,8	0,010	1,00
O2 J stín1 - nadpraží	2,15	0,010	1,00
O2 J stín1 - parapet	2,15	0,010	1,00
O2 J stín2 - ostění	4,8	0,010	1,00
O2 J stín2 - nadpraží	2,15	0,010	1,00
O2 J stín2 - parapet	2,15	0,010	1,00
O2 J stín3 - ostění	4,8	0,010	1,00
O2 J stín3 - nadpraží	2,15	0,010	1,00
O2 J stín3 - parapet	2,15	0,010	1,00
O2 J stín4 - ostění	4,8	0,010	1,00
O2 J stín4 - nadpraží	2,15	0,010	1,00
O2 J stín4 - parapet	2,15	0,010	1,00
dveře J - ostění	5,0	0,010	1,00
dveře J - nadpraží	3,0	0,010	1,00
dveře J - parapet	3,0	0,010	1,00
O1 Z nezastíněné - ostění	14,4	0,010	1,00
O1 Z nezastíněné - nadpraží	2,7	0,010	1,00
O1 Z nezastíněné - parapet	2,7	0,010	1,00
O1 Z stín1 - ostění	4,8	0,010	1,00
O1 Z stín1 - nadpraží	0,9	0,010	1,00
O1 Z stín1 - parapet	0,9	0,010	1,00
O1 Z stín2 - ostění	4,8	0,010	1,00
O1 Z stín2 - nadpraží	0,9	0,010	1,00
O1 Z stín2 - parapet	0,9	0,010	1,00
O4 Z - ostění	14,4	0,010	1,00
O4 Z - nadpraží	2,34	0,010	1,00
O4 Z - parapet	2,34	0,010	1,00
O1 S stín1 - ostění	14,4	0,010	1,00
O1 S stín1 - nadpraží	2,7	0,010	1,00
O1 S stín1 - parapet	2,7	0,010	1,00
O1 S stín2 - ostění	9,6	0,010	1,00
O1 S stín2 - nadpraží	1,8	0,010	1,00
O1 S stín2 - parapet	1,8	0,010	1,00
O3 S stín1 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín1 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín1 - parapet	1,3	0,010	1,00
O3 S stín2 - ostění	9,6	0,010	1,00
O3 S stín2 - nadpraží	2,6	0,010	1,00
O3 S stín2 - parapet	2,6	0,010	1,00
O3 S stín3 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín3 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín3 - parapet	1,3	0,010	1,00
O3 S stín4 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín4 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín4 - parapet	1,3	0,010	1,00
O3 S stín5 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín5 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín5 - parapet	1,3	0,010	1,00
O3 S stín6 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín6 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín6 - parapet	1,3	0,010	1,00
O1 V nezastíněné - ostění	19,2	0,010	1,00
O1 V nezastíněné - nadpraží	3,6	0,010	1,00
O1 V nezastíněné - parapet	3,6	0,010	1,00
O4 V - ostění	14,4	0,010	1,00
O4 V - nadpraží	2,34	0,010	1,00
O4 V - parapet	2,34	0,010	1,00

Měrný tok prostupem do exteriéru rovinnými konstrukcemi Hd,c: 181,072 W/K

..... a příslušnými tepelnými vazbami Hd,tb: -13,961 W/K

#### Měrný tepelný tok nevytápěnými (či trvale jinak vytápěnými) prostory u zóny č. 1 :

##### 1. nevytápěný prostor

Název nevytápěného prostoru:	garáže 1			
Objem vzduchu v prostoru:	238,443 m <sup>3</sup>			
Násobnost výměny do interiéru:	0,0 1/h			
Násobnost výměny do exteriéru:	1,0 1/h			
<b>Název konstrukce</b>	<b>Plocha [m<sup>2</sup>]</b>	<b>U [W/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>Umístění</b>	<b>U,N,20 [W/m<sup>2</sup>K]</b>
strop nad nevytápěným prostorem	111,31	0,200	do interiéru	0,600
stěna k nevytápěnému prostoru	26,8	0,200	do interiéru	0,600
dveře do nevytápěného prostoru	2,15	1,700	do interiéru	3,500



stěna nevytápěného prostoru	61,62	0,184	do exteriéru	----
podlaha nevytápěného prostoru	110,85	0,300	do exteriéru	----
garážová vrata (3x)	16,77	1,700	do exteriéru	----
<b>Název liniového tep.mostu</b>	<b>Délka [m]</b>	<b>Psi [W/mK]</b>	<b>Umístění</b>	
zárubeň vnitřních dveří	6,3	0,010	do interiéru	
nároží	6,0	-0,139	do exteriéru	
sokl	30,86	-0,326	do exteriéru	
základ pod vnitřní stěnou	9,71	0,050	do exteriéru	
ostění; nadpraží; práh vrat	28,5	0,010	do exteriéru	
Měrný tep. tok vstupem H,t,iu:	31,34 W/K			
Měrný tep. tok vstupem H,t,ue:	62,997 W/K			
Měrný tok H <sub>iu</sub> (z interiéru do nevytápěného prostoru):	31,34 W/K			
Měrný tok H <sub>ue</sub> (z nevytápěného prostoru do exteriéru):	141,683 W/K			
Teplota v nevytápěném prostoru:	-8,7 C (při návrhové venkovní teplotě -15,0 C).			
Parametr b dle EN ISO 13789:	0,819			

Název nevytápěného prostoru:	garáže 2	<u>2. nevytápěný prostor</u>		
Objem vzduchu v prostoru:	238,443 m <sup>3</sup>			
Násobnost výměny do interiéru:	0,0 1/h			
Násobnost výměny do exteriéru:	1,0 1/h			
<b>Název konstrukce</b>	<b>Plocha [m<sup>2</sup>]</b>	<b>U [W/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>Umístění</b>	<b>U,N,20 [W/m<sup>2</sup>K]</b>
strop nad nevytápěným prostorem	111,31	0,200	do interiéru	0,600
stěna k nevytápěnému prostoru	26,8	0,200	do interiéru	0,600
dveře do nevytápěného prostoru	2,15	1,700	do interiéru	3,500
stěna nevytápěného prostoru	61,62	0,184	do exteriéru	----
podlaha nevytápěného prostoru	110,85	0,300	do exteriéru	----
garážová vrata (3x)	16,77	1,700	do exteriéru	----
<b>Název liniového tep.mostu</b>	<b>Délka [m]</b>	<b>Psi [W/mK]</b>	<b>Umístění</b>	
zárubeň vnitřních dveří	6,3	0,010	do interiéru	
nároží	6,0	-0,139	do exteriéru	
sokl	30,86	-0,326	do exteriéru	
základ pod vnitřní stěnou	9,71	0,050	do exteriéru	
ostění; nadpraží; práh vrat	28,5	0,010	do exteriéru	
Měrný tep. tok vstupem H,t,iu:	31,34 W/K			
Měrný tep. tok vstupem H,t,ue:	62,997 W/K			
Měrný tok H <sub>iu</sub> (z interiéru do nevytápěného prostoru):	31,34 W/K			
Měrný tok H <sub>ue</sub> (z nevytápěného prostoru do exteriéru):	141,683 W/K			
Teplota v nevytápěném prostoru:	-8,7 C (při návrhové venkovní teplotě -15,0 C).			
Parametr b dle EN ISO 13789:	0,819			

Měrný tepelný tok nevytápěnými prostory H<sub>u</sub>: 51,223 W/K  
..... a příslušnými tep. vazbami H<sub>u</sub>,t<sub>b</sub>: 0,103 W/K

### Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Měrný tepelný tok vstupem obálkou budovy H<sub>t</sub>: 218,4 W/K  
Plocha obalových konstrukcí budovy: 1313,3 m<sup>2</sup>

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) ..... U<sub>em</sub>,N,20: 0,44 W/m<sup>2</sup>K

**Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U<sub>em</sub>: 0,17 W/m<sup>2</sup>K**

### Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy: 15,723 GJ 4,367 MWh

Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 2742,5 m<sup>3</sup>

Celková podlahová plocha budovy: 685,3 m<sup>2</sup>

Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m<sup>3</sup>): 1,6 kWh/(m<sup>3</sup>.a)

**Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 6 kWh/(m<sup>2</sup>.a)**

Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D = 2795.

Název úlohy: **BD Resby – varianta Dřevěný stěnový KS**

Zpracovatel: Jakub Denk

Zakázka: Stavebně energetická a environmentální optimalizace bytového domu s využitím BIM

Datum: 12.4.2018

### Základní popis zóny

Název zóny: byty + chodba

Typ zóny pro určení U<sub>em</sub>,N: nová obytná budova

Objem z vnějších rozměrů: 2818,02 m<sup>3</sup>

Podlah. plocha (celková vnitřní): 684,84 m<sup>2</sup>

Celk. energet. vztažná plocha: 867,42 m<sup>2</sup>

Účinná vnitřní tepelná kapacita: 165,0 kJ/(m<sup>2</sup>.K)

Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 20,0 C  
 Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ne  
 Typ vytápění: nepřerušované  
 Regulace otopné soustavy: ano  
 Průměrné vnitřní zisky: 2780 W  
 ..... odvozeny pro · počet osob: 24 a počet bytů: 11

#### Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně: 1829,177 m<sup>3</sup>  
 Podíl vzduchu z objemu zóny: 64,9 %  
 Typ větrání zóny: přirozené nebo nucené  
 Objem.tok přiváděného vzduchu: 420,0 m<sup>3</sup>/h  
 Objem.tok odváděného vzduchu: 420,0 m<sup>3</sup>/h  
 Násobnost výměny při dP=50Pa: 0,6 1/h  
 Součinitel větrné expozice e: 0,07  
 Součinitel větrné expozice f: 15,0  
 Účinnost zpětného získávání tepla: 75,0 %  
 Měrný tepelný tok větráním Hv: 60,002 W/K

#### Měrný tepelný tok vstupem mezi zónou č. 1 a exteriérem :

Název konstrukce	Plocha [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	b [-]	H,T [W/K]	U,N,20 [W/m <sup>2</sup> K]
střecha	273,07	0,100	1,00	27,307	0,240
obvodová stěna	507,34	0,120	1,00	60,881	0,300
stěna žb jádra	98,63	0,120	1,00	11,836	0,300
podlaha na zemině	48,51	0,150	0,57	4,155	0,450
O1 J nezastíněné	21,6 (0,9x2,4 x 10)	0,600	1,00	12,960	1,500
O1 J stín1	2,16 (0,9x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,296	1,500
O1 J stín2	2,16 (0,9x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,296	1,500
O2 J nezastíněné	10,32 (2,15x2,4 x 2)	0,600	1,00	6,192	1,500
O2 J stín1	5,16 (2,15x2,4 x 1)	0,600	1,00	3,096	1,500
O2 J stín2	5,16 (2,15x2,4 x 1)	0,600	1,00	3,096	1,500
O2 J stín3	5,16 (2,15x2,4 x 1)	0,600	1,00	3,096	1,500
O2 J stín4	5,16 (2,15x2,4 x 1)	0,600	1,00	3,096	1,500
dveře J	7,5 (3,0x2,5 x 1)	0,900	1,00	6,750	1,500
O1 Z nezastíněné	6,48 (0,9x2,4 x 3)	0,600	1,00	3,888	1,500
O1 Z stín1	2,16 (0,9x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,296	1,500
O1 Z stín2	2,16 (0,9x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,296	1,500
O4 Z	5,47 (0,76x2,4 x 3)	0,600	1,00	3,283	1,500
O1 S stín1	6,48 (0,9x2,4 x 3)	0,600	1,00	3,888	1,500
O1 S stín2	4,32 (0,9x2,4 x 2)	0,600	1,00	2,592	1,500
O3 S stín1	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O3 S stín2	6,24 (1,3x2,4 x 2)	0,600	1,00	3,744	1,500
O3 S stín3	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O3 S stín4	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O3 S stín5	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O3 S stín6	3,12 (1,3x2,4 x 1)	0,600	1,00	1,872	1,500
O1 V nezastíněné	8,64 (0,9x2,4 x 4)	0,600	1,00	5,184	1,500
O4 V	5,47 (0,76x2,4 x 3)	0,600	1,00	3,283	1,500
Název liniového tep.mostu	Délka [m]	Psi [W/mK]	b [-]		
atika	69,83	-0,160	1,00		
nároží	36,0	-0,143	1,00		
nároží žb jádra	24,0	-0,039	1,00		
okap	6,25	-0,155	1,00		
stěna/strop nad nevytápěným pr	62,08	0,050	1,00		
sokl vytápěného prostoru	10,13	0,018	1,00		
základ pod vnitřní stěnou vytá	22,76	0,050	1,00		
vnitřní stěna nad nevytápěným	19,36	0,050	0,71		
O1 J nezastíněné - ostění	48,0	0,010	1,00		
O1 J nezastíněné - nadpraží	9,0	0,010	1,00		
O1 J nezastíněné - parapet	9,0	0,010	1,00		
O1 J stín1 - ostění	4,8	0,010	1,00		
O1 J stín1 - nadpraží	0,9	0,010	1,00		
O1 J stín1 - parapet	0,9	0,010	1,00		
O1 J stín2 - ostění	4,8	0,010	1,00		
O1 J stín2 - nadpraží	0,9	0,010	1,00		
O1 J stín2 - parapet	0,9	0,010	1,00		
O2 J nezastíněné - ostění	9,6	0,010	1,00		
O2 J nezastíněné - nadpraží	4,3	0,010	1,00		
O2 J nezastíněné - parapet	4,3	0,010	1,00		
O2 J stín1 - ostění	4,8	0,010	1,00		
O2 J stín1 - nadpraží	2,15	0,010	1,00		
O2 J stín1 - parapet	2,15	0,010	1,00		
O2 J stín2 - ostění	4,8	0,010	1,00		
O2 J stín2 - nadpraží	2,15	0,010	1,00		
O2 J stín2 - parapet	2,15	0,010	1,00		
O2 J stín3 - ostění	4,8	0,010	1,00		

O2 J stín3 - nadpraží	2,15	0,010	1,00
O2 J stín3 - parapet	2,15	0,010	1,00
O2 J stín4 - ostění	4,8	0,010	1,00
O2 J stín4 - nadpraží	2,15	0,010	1,00
O2 J stín4 - parapet	2,15	0,010	1,00
dveře J - ostění	5,0	0,010	1,00
dveře J - nadpraží	3,0	0,010	1,00
dveře J - parapet	3,0	0,010	1,00
O1 Z nezastíněné - ostění	14,4	0,010	1,00
O1 Z nezastíněné - nadpraží	2,7	0,010	1,00
O1 Z nezastíněné - parapet	2,7	0,010	1,00
O1 Z stín1 - ostění	4,8	0,010	1,00
O1 Z stín1 - nadpraží	0,9	0,010	1,00
O1 Z stín1 - parapet	0,9	0,010	1,00
O1 Z stín2 - ostění	4,8	0,010	1,00
O1 Z stín2 - nadpraží	0,9	0,010	1,00
O1 Z stín2 - parapet	0,9	0,010	1,00
O4 Z - ostění	14,4	0,010	1,00
O4 Z - nadpraží	2,28	0,010	1,00
O4 Z - parapet	2,28	0,010	1,00
O1 S stín1 - ostění	14,4	0,010	1,00
O1 S stín1 - nadpraží	2,7	0,010	1,00
O1 S stín1 - parapet	2,7	0,010	1,00
O1 S stín2 - ostění	9,6	0,010	1,00
O1 S stín2 - nadpraží	1,8	0,010	1,00
O1 S stín2 - parapet	1,8	0,010	1,00
O3 S stín1 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín1 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín1 - parapet	1,3	0,010	1,00
O3 S stín2 - ostění	9,6	0,010	1,00
O3 S stín2 - nadpraží	2,6	0,010	1,00
O3 S stín2 - parapet	2,6	0,010	1,00
O3 S stín3 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín3 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín3 - parapet	1,3	0,010	1,00
O3 S stín4 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín4 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín4 - parapet	1,3	0,010	1,00
O3 S stín5 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín5 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín5 - parapet	1,3	0,010	1,00
O3 S stín6 - ostění	4,8	0,010	1,00
O3 S stín6 - nadpraží	1,3	0,010	1,00
O3 S stín6 - parapet	1,3	0,010	1,00
O1 V nezastíněné - ostění	19,2	0,010	1,00
O1 V nezastíněné - nadpraží	3,6	0,010	1,00
O1 V nezastíněné - parapet	3,6	0,010	1,00
O4 V - ostění	14,4	0,010	1,00
O4 V - nadpraží	2,28	0,010	1,00
O4 V - parapet	2,28	0,010	1,00

Měrný tok prostupem do exteriéru rovinnými konstrukcemi Hd,c: 182,871 W/K

..... a příslušnými tepelnými vazbami Hd,tb: -9,833 W/K

#### Měrný tepelný tok nevytápěnými (či trvale jinak vytápěnými) prostory u zóny č. 1 :

Název nevytápěného prostoru:	garáže 1	1. nevytápěný prostor		
Objem vzduchu v prostoru:	236,868 m <sup>3</sup>			
Násobnost výměny do interiéru:	0,0 1/h			
Násobnost výměny do exteriéru:	1,0 1/h			
<b>Název konstrukce</b>	<b>Plocha [m<sup>2</sup>]</b>	<b>U [W/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>Umístění</b>	<b>U,N,20 [W/m<sup>2</sup>K]</b>
strop nad nevytápěným prostorem	112,06	0,200	do interiéru	0,600
stěna k nevytápěnému prostoru	26,68	0,200	do interiéru	0,600
dveře do nevytápěného prostoru	2,15	1,700	do interiéru	3,500
stěna nevytápěného prostoru	62,42	0,144	do exteriéru	----
podlaha nevytápěného prostoru	112,1	0,300	do exteriéru	----
garážová vrata (3x)	16,77	1,700	do exteriéru	----
<b>Název liniového tep.mostu</b>	<b>Délka [m]</b>	<b>Psi [W/mK]</b>	<b>Umístění</b>	
zárubeň vnitřních dveří	6,3	0,010	do interiéru	
nároží	6,0	-0,130	do exteriéru	
sokl	31,0	-0,305	do exteriéru	
základ pod vnitřní stěnou	9,68	0,050	do exteriéru	
ostění; nadpraží; práh vrat	28,5	0,010	do exteriéru	
Měrný tep. tok prostupem H,t,iu:	31,466 W/K			
Měrný tep. tok prostupem H,t,ue:	61,677 W/K			

Měrný tok H<sub>iu</sub> (z interiéru do nevytápěného prostoru): 31,466 W/K  
Měrný tok H<sub>ue</sub> (z nevytápěného prostoru do exteriéru): 139,843 W/K  
Teplota v nevytápěném prostoru: -8,6 C (při návrhové venkovní teplotě -15,0 C).  
Parametr b dle EN ISO 13789: 0,816

Název nevytápěného prostoru:	garáže 2	<a href="#">2. nevytápěný prostor</a>		
Objem vzduchu v prostoru:	236,868 m <sup>3</sup>			
Násobnost výměny do interiéru:	0,0 1/h			
Násobnost výměny do exteriéru:	1,0 1/h			
<b>Název konstrukce</b>	<b>Plocha [m<sup>2</sup>]</b>	<b>U [W/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>Umístění</b>	<b>U,N,20 [W/m<sup>2</sup>K]</b>
strop nad nevytápěným prostorem	112,06	0,200	do interiéru	0,600
stěna k nevytápěnému prostoru	26,68	0,200	do interiéru	0,600
dveře do nevytápěného prostoru	2,15	1,700	do interiéru	3,500
stěna nevytápěného prostoru	62,42	0,144	do exteriéru	-----
podlaha nevytápěného prostoru	112,1	0,300	do exteriéru	-----
garážová vrata (3x)	16,77	1,700	do exteriéru	-----
<b>Název liniového tep.mostu</b>	<b>Délka [m]</b>	<b>Psi [W/mK]</b>	<b>Umístění</b>	
zároveň vnitřních dveří	6,3	0,010	do interiéru	
nároží	6,0	-0,130	do exteriéru	
sokl	31,0	-0,305	do exteriéru	
základ pod vnitřní stěnou	9,68	0,050	do exteriéru	
ostění; nadpraží; práh vrat	28,5	0,010	do exteriéru	
Měrný tep. tok prostupem H <sub>t,iu</sub> :	31,466 W/K			
Měrný tep. tok prostupem H <sub>t,ue</sub> :	61,677 W/K			
Měrný tok H <sub>iu</sub> (z interiéru do nevytápěného prostoru):	31,466 W/K			
Měrný tok H <sub>ue</sub> (z nevytápěného prostoru do exteriéru):	139,843 W/K			
Teplota v nevytápěném prostoru:	-8,6 C (při návrhové venkovní teplotě -15,0 C).			
Parametr b dle EN ISO 13789:	0,816			
<b>Měrný tepelný tok nevytápěnými prostory H<sub>u</sub>:</b>	<b>51,270 W/K</b>			
..... a příslušnými tep. vazbami H <sub>u,tb</sub> :	0,103 W/K			

#### **Průměrný součinitel prostupu tepla budovy**

Měrný tepelný tok prostupem obálkou budovy H<sub>t</sub>: 224,4 W/K  
Plocha obalových konstrukcí budovy: 1336,7 m<sup>2</sup>  
Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) ..... U<sub>em,N,20</sub>: 0,44 W/m<sup>2</sup>K  
**Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U<sub>em</sub>: 0,17 W/m<sup>2</sup>K**

#### **Celková a měrná potřeba tepla na vytápění**

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy: 15,387 GJ 4,274 MWh  
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 2818,0 m<sup>3</sup>  
Celková podlahová plocha budovy: 684,8 m<sup>2</sup>  
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m<sup>3</sup>): 1,5 kWh/(m<sup>3</sup>.a)  
**Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 6 kWh/(m<sup>2</sup>.a)**  
Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D = 2795.

## Seznam obrázků

Obr. 2.2.1.1 Konstrukční schéma Železobetonového KS .....	11
Obr. 2.2.1.2 Schéma sjednocených rozměrů u všech variant konstrukčních systémů .....	11
Obr. 2.2.1.3 Detail soklu vytápěné zóny Železobetonového KS v měřítku 1:20 .....	12
Obr. 2.2.1.4 Konstrukční řešení balkónu u Železobetonového KS .....	13
Obr. 2.2.1.5 Detail kotvení balkónu u Železobetonového KS .....	14
Obr. 2.2.1.6 Varianty teplotního zónování budovy – vytápěná zóna v celém objektu .....	15
Obr. 2.2.1.7 Varianty teplotního zónování budovy – vytápěná zóna v bytech a komunikačním prostoru .....	15
Obr. 2.2.1.8 Varianty teplotního zónování budovy – vytápěná zóna pouze v bytech .....	16
Obr. 2.2.1.9 Detail styku stěny a stropu nad nevytápěnou zónou Železobetonového KS v měřítku 1:20 .....	16
Obr. 2.2.1.10 Detail atiky Železobetonového KS v měřítku 1:20, se zvětšením v měřítku 1:5 .....	17
Obr. 2.2.1.11 Detail okapu Železobetonového KS v měřítku 1:20 .....	17
Obr. 2.2.1.12 Detail parapetu okna Železobetonového KS v měřítku 1:10 .....	17
Obr. 2.2.2.1 Konstrukční schéma Dřevěného sloupkového KS .....	18
Obr. 2.2.2.2 Řez nosnou konstrukcí Dřevěného sloupkového KS .....	19
Obr. 2.2.2.3 Konstrukční detail nároží Dřevěného sloupkového KS .....	20
Obr. 2.2.2.4 Řez nosnou konstrukcí a kostrou obvodového pláště Dřevěného sloupkového KS ...	21
Obr. 2.2.2.5 Konstrukční řešení balkónu u Dřevěného sloupkového KS .....	22
Obr. 2.2.2.6 Detail kotvení balkónu u Dřevěného sloupkového KS .....	22
Obr. 2.2.2.7 Detail styku obvodového pláště s železobetonovou stěnou Dřevěného sloupkového KS v měřítku 1:20 .....	23
Obr. 2.2.2.8 Detail styku stěny a stropu nad nevytápěnou zónou Dřevěného sloupkového KS v měřítku 1:20 .....	24
Obr. 2.2.2.9 Detail atiky Dřevěného sloupkového KS v měřítku 1:20, se zvětšením v měřítku 1:5	25
Obr. 2.2.2.10 Detail okapu Dřevěného sloupkového KS v měřítku 1:20 .....	25
Obr. 2.2.2.11 Detail parapetu okna Dřevěného sloupkového KS v měřítku 1:10 .....	25
Obr. 2.2.3.1 Konstrukční schéma Dřevěného masivního skeletu .....	26
Obr. 2.2.3.2 Detail kotvení sloupu k železobetonové konstrukci u Dřevěného masivního skeletu	27
Obr. 2.2.3.3 Detail spojení sloupu a průvlaku u Dřevěného masivního skeletu .....	27
Obr. 2.2.3.4 Detail připojení průvlaku k železobetonové konstrukci u Dřevěného masivního skeletu .....	28
Obr. 2.2.3.5 Řez nosnou konstrukcí a kostrou obvodového pláště Dřevěného masivního skeletu	29
Obr. 2.2.3.6 Konstrukční řešení balkónu u Dřevěného masivního skeletu .....	30
Obr. 2.2.3.7 Detail styku obvodového pláště s železobetonovou stěnou Dřevěného masivního skeletu v měřítku 1:20 .....	31
Obr. 2.2.3.8 Detail styku stěny a stropu nad nevytápěnou zónou Dřevěného masivního skeletu v měřítku 1:20 .....	32
Obr. 2.2.3.9 Detail atiky Dřevěného masivního skeletu v měřítku 1:20, se zvětšením v měřítku 1:5	33
Obr. 2.2.3.10 Detail parapetu okna Dřevěného masivního skeletu v měřítku 1:10 .....	33
Obr. 2.2.4.1 Konstrukční schéma Dřevěného stěnového KS (CLT) .....	34
Obr. 2.2.4.2 Řez nosnou konstrukcí Dřevěného stěnového KS (CLT) .....	35
Obr. 2.2.4.3 Konstrukční řešení balkónu u Dřevěného stěnového KS (CLT) .....	36
Obr. 2.2.4.4 Detail styku stěny a stropu nad nevytápěnou zónou Dřevěného stěnového KS (CLT) v měřítku 1:20 .....	37
Obr. 2.2.4.5 Detail atiky Dřevěného stěnového KS (CLT) v měřítku 1:20, se zvětšením v měřítku 1:5 .....	38
Obr. 2.2.4.6 Detail okapu Dřevěného stěnového KS (CLT) v měřítku 1:20 .....	38
Obr. 2.2.4.7 Detail parapetu okna Dřevěného stěnového KS (CLT) v měřítku 1:10 .....	38
Obr. 3.3.1.1 Výpočtový model detailu nároží Železobetonového KS .....	50
Obr. 3.3.1.2 Teplotní pole detailu nároží Železobetonového KS .....	50
Obr. 3.3.1.3 Výpočtový model detailu nároží Dřevěného sloupkového KS .....	50
Obr. 3.3.1.4 Teplotní pole detailu nároží Dřevěného sloupkového KS .....	50
Obr. 3.3.1.5 Výpočtový model detailu nároží Dřevěného masivního skeletu .....	50
Obr. 3.3.1.6 Teplotní pole detailu nároží Dřevěného masivního skeletu .....	50
Obr. 3.3.1.7 Výpočtový model detailu nároží Dřevěného stěnového KS (CLT) .....	51
Obr. 3.3.1.8 Teplotní pole detailu nároží Dřevěného stěnového KS (CLT) .....	51
Obr. 3.3.2.1 Výpočtový model detailu atiky s tepelnou izolací tl. 200 mm Železobetonového KS ..	53

Obr. 3.3.2.2 Teplotní pole detailu atiky s tepelnou izolací tl. 200 mm Železobetonového KS .....	53
Obr. 3.3.2.3 Výpočtový model detailu atiky s tepelnou izolací tl. 50 mm Železobetonového KS ...	53
Obr. 3.3.2.4 Teplotní pole detailu atiky s tepelnou izolací tl. 50 mm Železobetonového KS .....	53
Obr. 3.3.2.5 Výpočtový model detailu atiky bez tepelné izolace Železobetonového KS .....	53
Obr. 3.3.2.6 Teplotní pole detailu atiky bez tepelné izolace Železobetonového KS .....	53
Obr. 3.3.2.7 Výpočtový model detailu atiky s isonosníkem Železobetonového KS .....	54
Obr. 3.3.2.8 Teplotní pole detailu atiky s isonosníkem Železobetonového KS .....	54
Obr. 3.3.2.9 Výpočtový model detailu atiky Dřevěného sloupkového KS .....	55
Obr. 3.3.2.10 Teplotní pole detailu atiky Dřevěného sloupkového KS .....	55
Obr. 3.3.2.11 Výpočtový model detailu atiky Dřevěného masivního skeletu .....	55
Obr. 3.3.2.12 Teplotní pole detailu atiky Dřevěného masivního skeletu .....	55
Obr. 3.3.2.13 Výpočtový model detailu atiky s tepelnou izolací tl. 200 mm Dřevěného stěnového KS (CLT) .....	56
Obr. 3.3.2.14 Teplotní pole detailu atiky s tepelnou izolací tl. 200 mm Dřevěného stěnového KS (CLT) .....	56
Obr. 3.3.2.15 Výpočtový model detailu atiky bez tepelné izolace Dřevěného stěnového KS (CLT)	56
Obr. 3.3.2.16 Teplotní pole detailu atiky bez tepelné izolace Dřevěného stěnového KS (CLT) .....	56
Obr. 3.3.3.1 Výpočtový model detailu okapu Železobetonového KS .....	59
Obr. 3.3.3.2 Teplotní pole detailu okapu Železobetonového KS .....	59
Obr. 3.3.3.3 Výpočtový model detailu okapu Dřevěného sloupkového KS .....	59
Obr. 3.3.3.4 Teplotní pole detailu okapu Dřevěného sloupkového KS .....	59
Obr. 3.3.3.5 Výpočtový model detailu okapu Dřevěného masivního skeletu .....	59
Obr. 3.3.3.6 Teplotní pole detailu okapu Dřevěného masivního skeletu .....	59
Obr. 3.3.3.7 Výpočtový model detailu okapu Dřevěného stěnového KS (CLT) .....	60
Obr. 3.3.3.8 Teplotní pole detailu okapu Dřevěného stěnového KS (CLT) .....	60
Obr. 3.3.4.1 Výřez z výpočtového modelu detailu soklu s tepelnou izolací tl. 300 mm délky 1500 mm .....	62
Obr. 3.3.4.2 Teplotní pole detailu soklu s tepelnou izolací tl. 300 mm délky 1500 mm .....	62
Obr. 3.3.4.3 Výřez z výpočtového modelu detailu soklu bez vodorovné tepelné izolace .....	63
Obr. 3.3.4.4 Teplotní pole detailu soklu bez vodorovné tepelné izolace .....	63
Obr. 3.3.5.1 Výpočtový model detailu nároží železobetonového jádra Dřevěného sloupkového KS .....	68
Obr. 3.3.5.2 Teplotní pole detailu nároží železobetonového jádra Dřevěného sloupkového KS ....	68
Obr. 3.3.5.3 Výpočtový model detailu nároží nevytápěné zóny Dřevěného sloupkového KS .....	69
Obr. 3.3.5.4 Teplotní pole detailu nároží nevytápěné zóny Dřevěného sloupkového KS .....	69
Obr. 3.3.5.5 Výpočtový model detailu sloupu Dřevěného masivního skeletu .....	71
Obr. 3.3.5.6 Teplotní pole detailu sloupu Dřevěného masivního skeletu .....	71
Obr. 3.3.5.7 Výpočtový model detailu průvlaku Dřevěného masivního skeletu .....	71
Obr. 3.3.5.8 Teplotní pole detailu průvlaku Dřevěného masivního skeletu .....	71
Obr. 6.1.1 Schéma optimalizovaného detailu soklu pro malou (vlevo) a velkou (vpravo) délku tepelné vazby .....	131

## Seznam tabulek

Tab. 2.1.1.1 Příklady bytových domů realizovaných v ČR a jejich porovnání s BD Resby .....	10
Tab. 3.2.5.1 Srovnání konstrukčních systémů podle celkové tloušťky konstrukcí obálky budovy ..	46
Tab. 3.2.5.2 Srovnání konstrukčních systémů podle zastavěné plochy .....	48
Tab. 3.2.5.3 Srovnání konstrukčních systémů podle obestavěného prostoru .....	48
Tab. 3.3.1.1 Tepelné propustnosti a lineární činitele prostupu tepla detailu nároží .....	51
Tab. 3.3.2.1 Tepelné propustnosti, lineární činitele prostupu tepla a měrná potřeba tepla na vytápění pro detail atiky Železobetonového KS .....	54
Tab. 3.3.2.2 Tepelné propustnosti a lineární činitele prostupu tepla pro detail atiky Dřevěného stěnového KS (CLT) .....	56
Tab. 3.3.2.3 Tepelné propustnosti a lineární činitele prostupu tepla optimalizovaného detailu atiky	57
Tab. 3.3.3.1 Tepelné propustnosti a lineární činitele prostupu tepla detailu okapu .....	60
Tab. 3.3.4.1 Tepelné propustnosti, lineární činitele prostupu tepla a měrná potřeba tepla na vytápění pro detail soklu .....	64
Tab. 3.3.4.2 Tepelné propustnosti a lineární činitele prostupu tepla optimalizovaného detailu soklu	66
Tab. 3.3.5.1 Tepelné propustnosti a lineární činitele prostupu tepla detailu nároží železobetonového jádra .....	68
Tab. 3.3.5.2 Tepelné propustnosti a lineární činitele prostupu tepla detailu nároží nevytápěné zóny .....	70
Tab. 3.3.5.3 Tepelné propustnosti a lineární činitele prostupu tepla sloupu a průvlaku u Dřevěného masivního skeletu .....	71
Tab. 4.2.1.1 Měrná roční spotřeba primární energie pro variantu Železobetonový KS .....	77
Tab. 4.2.1.2 Měrná roční produkce emisí CO <sub>2</sub> pro variantu Železobetonový KS .....	78
Tab. 4.2.1.3 Měrná roční produkce emisí SO <sub>2</sub> pro variantu Železobetonový KS .....	80
Tab. 4.2.1.4 Tabulka materiálů nosných konstrukcí pro variantu Železobetonový KS .....	80
Tab. 4.2.1.5 Svázaná energie, svázané emise CO <sub>2</sub> a SO <sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Železobetonový KS .....	81
Tab. 4.2.1.6 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku pro variantu Železobetonový KS	84
Tab. 4.2.1.7 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti pro variantu Železobetonový KS .....	85
Tab. 4.2.2.1 Měrná roční spotřeba primární energie pro variantu Dřevěný sloupkový KS .....	87
Tab. 4.2.2.2 Měrná roční produkce emisí CO <sub>2</sub> pro variantu Dřevěný sloupkový KS .....	88
Tab. 4.2.2.3 Měrná roční produkce emisí SO <sub>2</sub> pro variantu Dřevěný sloupkový KS .....	90
Tab. 4.2.2.4 Tabulka materiálů nosných konstrukcí pro variantu Dřevěný sloupkový KS .....	90
Tab. 4.2.2.5 Svázaná energie, svázané emise CO <sub>2</sub> a SO <sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný sloupkový KS .....	91
Tab. 4.2.2.6 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku pro variantu Dřevěný sloupkový KS .....	94
Tab. 4.2.2.7 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti pro variantu Dřevěný sloupkový KS .....	95
Tab. 4.2.3.1 Měrná roční spotřeba primární energie pro variantu Dřevěný masivní skelet .....	97
Tab. 4.2.3.2 Měrná roční produkce emisí CO <sub>2</sub> pro variantu Dřevěný masivní skelet .....	98
Tab. 4.2.3.3 Měrná roční produkce emisí SO <sub>2</sub> pro variantu Dřevěný masivní skelet .....	100
Tab. 4.2.3.4 Tabulka materiálů nosných konstrukcí pro variantu Dřevěný masivní skelet .....	100
Tab. 4.2.3.5 Svázaná energie, svázané emise CO <sub>2</sub> a SO <sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný masivní skelet .....	101
Tab. 4.2.3.6 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku pro variantu Dřevěný masivní skelet .....	104
Tab. 4.2.3.7 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti pro variantu Dřevěný masivní skelet .....	105
Tab. 4.2.4.1 Měrná roční spotřeba primární energie pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	107
Tab. 4.2.4.2 Měrná roční produkce emisí CO <sub>2</sub> pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	108
Tab. 4.2.4.3 Měrná roční produkce emisí SO <sub>2</sub> pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	110
Tab. 4.2.4.4 Tabulka materiálů nosných konstrukcí pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	110
Tab. 4.2.4.5 Svázaná energie, svázané emise CO <sub>2</sub> a SO <sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	111
Tab. 4.2.4.6 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	114

Tab. 4.2.4.7 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti pro variantu	
Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	115
Tab. 4.2.5.1 Přehled získaných bodů podle Metodiky SBToolCZ .....	122
Tab. 4.3.2.1 Vliv změny řešení vnějšího zábradlí na dopad na životní prostředí .....	124
Tab. 4.3.3.1 Vliv změny materiálu tepelné izolace na dopad na životní prostředí .....	124
Tab. 4.3.4.1 Vliv změny materiálu silikátových nosných konstrukcí na dopad na životní prostředí .....	125
Tab. 4.3.5.1 Získané normalizované body ve vybraných kapitolách SBToolCZ .....	128
Tab. P7.1 Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO <sub>2</sub> a SO <sub>2</sub> pro Železobetonový KS .....	157
Tab. P7.2 Tabulka výplní otvorů pro Železobetonový KS .....	158
Tab. P7.3 Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO <sub>2</sub> a SO <sub>2</sub> výplní otvorů pro Železobetonový KS .....	159
Tab. P7.4 Výpočet svázaných emisí R-11 a C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> pro Železobetonový KS .....	159
Tab. P7.5 Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO <sub>2</sub> a SO <sub>2</sub> pro Dřevěný sloupkový KS ...	160
Tab. P7.6 Tabulka výplní otvorů pro Dřevěný sloupkový KS .....	161
Tab. P7.7 Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO <sub>2</sub> a SO <sub>2</sub> výplní otvorů pro Dřevěný sloupkový KS .....	161
Tab. P7.8 Výpočet svázaných emisí R-11 a C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> pro Dřevěný sloupkový KS .....	161
Tab. P7.9 Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO <sub>2</sub> a SO <sub>2</sub> pro Dřevěný masivní skelet ...	162
Tab. P7.10 Tabulka výplní otvorů pro Dřevěný masivní skelet .....	163
Tab. P7.11 Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO <sub>2</sub> a SO <sub>2</sub> výplní otvorů pro Dřevěný masivní skelet .....	163
Tab. P7.12 Výpočet svázaných emisí R-11 a C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> pro Dřevěný masivní skelet .....	163
Tab. P7.13 Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO <sub>2</sub> a SO <sub>2</sub> pro Dřevěný stěnový KS (CLT)	164
Tab. P7.14 Tabulka výplní otvorů pro Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	165
Tab. P7.15 Výpočet svázané energie a svázaných emisí CO <sub>2</sub> a SO <sub>2</sub> výplní otvorů pro Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	165
Tab. P7.16 Výpočet svázaných emisí R-11 a C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> pro Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	165



## Seznam grafů

Graf 3.2.5.1 Srovnání konstrukčních systémů podle celkové tloušťky konstrukcí obálky budovy v mm .....	47
Graf 3.2.5.2 Srovnání konstrukčních systémů podle celkové tloušťky konstrukcí obálky budovy v % .....	47
Graf 3.2.5.3 Srovnání konstrukčních systémů podle zastavěné plochy v m <sup>2</sup> .....	48
Graf 3.2.5.4 Srovnání konstrukčních systémů podle zastavěné plochy v % .....	48
Graf 3.2.5.5 Srovnání konstrukčních systémů podle obestavěného prostoru v m <sup>3</sup> .....	49
Graf 3.2.5.6 Srovnání konstrukčních systémů podle obestavěného prostoru v % .....	49
Graf 3.3.1.1 Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant nároží .....	51
Graf 3.3.1.2 Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami nároží v % .....	52
Graf 3.3.2.1 Vliv jednotlivých variant atiky Železobetonového KS na měrnou potřebu tepla na vytápění .....	54
Graf 3.3.2.2 Lineární činitel prostupu tepla atikou v závislosti na tloušťce tepelné izolace .....	57
Graf 3.3.2.3 Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant atiky .....	58
Graf 3.3.2.4 Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami atiky v % .....	58
Graf 3.3.3.1 Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant okapu .....	60
Graf 3.3.3.2 Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami okapu v % .....	61
Graf 3.3.4.1 Vliv jednotlivých variant soklu na měrnou potřebu tepla na vytápění .....	64
Graf 3.3.4.2 Lineární činitele prostupu tepla a spotřeba materiálu pro jednotlivé varianty soklu ...	65
Graf 3.3.4.3 Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant soklu vytápěné zóny	66
Graf 3.3.4.4 Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami soklu vytápěné zóny v % .....	66
Graf 3.3.4.5 Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant soklu nevytápěné zóny .....	67
Graf 3.3.4.6 Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami soklu nevytápěné zóny v % .....	67
Graf 3.3.5.1 Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant nároží železobetonového jádra .....	68
Graf 3.3.5.2 Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami nároží železobetonového jádra v %	69
Graf 3.3.5.3 Srovnání lineárních činitelů prostupu tepla jednotlivých variant nároží nevytápěné zóny .....	70
Graf 3.3.5.4 Srovnání tepelných toků jednotlivými variantami nároží nevytápěné zóny v % .....	70
Graf 4.2.1.1 Svázaná spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů pro variantu Železobetonový KS .....	76
Graf 4.2.1.2 Svázaná produkce emisí CO <sub>2</sub> pro variantu Železobetonový KS .....	77
Graf 4.2.1.3 Svázaná produkce emisí SO <sub>2</sub> pro variantu Železobetonový KS .....	79
Graf 4.2.1.4 Svázaná spotřeba primární energie pro nosné konstrukce varianty Železobetonový KS	81
Graf 4.2.1.5 Svázaná produkce emisí CO <sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Železobetonový KS ....	81
Graf 4.2.1.6 Svázaná produkce emisí SO <sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Železobetonový KS ....	82
Graf 4.2.1.7 Svázaná produkce emisí R-11 pro variantu Železobetonový KS .....	82
Graf 4.2.1.8 Svázaná produkce emisí C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> pro variantu Železobetonový KS .....	83
Graf 4.2.1.9 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku pro variantu Železobetonový KS	84
Graf 4.2.1.10 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti pro variantu Železobetonový KS .....	85
Graf 4.2.2.1 Svázaná spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů pro variantu Dřevěný sloupkový KS .....	86
Graf 4.2.2.2 Svázaná produkce emisí CO <sub>2</sub> pro variantu Dřevěný sloupkový KS .....	87
Graf 4.2.2.3 Svázaná produkce emisí SO <sub>2</sub> pro variantu Dřevěný sloupkový KS .....	89
Graf 4.2.2.4 Svázaná spotřeba primární energie pro nosné konstrukce varianty Dřevěný sloupkový KS .....	91
Graf 4.2.2.5 Svázaná produkce emisí CO <sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný sloupkový KS	91
Graf 4.2.2.6 Svázaná produkce emisí SO <sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný sloupkový KS	92
Graf 4.2.2.7 Svázaná produkce emisí R-11 pro variantu Dřevěný sloupkový KS .....	92
Graf 4.2.2.8 Svázaná produkce emisí C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> pro variantu Dřevěný sloupkový KS .....	93
Graf 4.2.2.9 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku pro variantu Dřevěný sloupkový KS .....	94
Graf 4.2.2.10 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti pro variantu Dřevěný sloupkový KS .....	95
Graf 4.2.3.1 Svázaná spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů pro variantu Dřevěný masivní skelet .....	96

Graf 4.2.3.2 Svázaná produkce emisí CO <sub>2</sub> pro variantu Dřevěný masivní skelet .....	97
Graf 4.2.3.3 Svázaná produkce emisí SO <sub>2</sub> pro variantu Dřevěný masivní skelet .....	99
Graf 4.2.3.4 Svázaná spotřeba primární energie pro nosné konstrukce varianty Dřevěný masivní skelet .....	101
Graf 4.2.3.5 Svázaná produkce emisí CO <sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný masivní skelet .....	101
Graf 4.2.3.6 Svázaná produkce emisí SO <sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný masivní skelet .....	102
Graf 4.2.3.7 Svázaná produkce emisí R-11 pro variantu Dřevěný masivní skelet .....	102
Graf 4.2.3.8 Svázaná produkce emisí C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> pro variantu Dřevěný masivní skelet .....	103
Graf 4.2.3.9 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku pro variantu Dřevěný masivní skelet .....	104
Graf 4.2.3.10 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti pro variantu Dřevěný masivní skelet .....	105
Graf 4.2.4.1 Svázaná spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	106
Graf 4.2.4.2 Svázaná produkce emisí CO <sub>2</sub> pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	107
Graf 4.2.4.3 Svázaná produkce emisí SO <sub>2</sub> pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	109
Graf 4.2.4.4 Svázaná spotřeba primární energie pro nosné konstrukce varianty Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	111
Graf 4.2.4.5 Svázaná produkce emisí CO <sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	111
Graf 4.2.4.6 Svázaná produkce emisí SO <sub>2</sub> pro nosné konstrukce varianty Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	112
Graf 4.2.4.7 Svázaná produkce emisí R-11 pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	112
Graf 4.2.4.8 Svázaná produkce emisí C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	113
Graf 4.2.4.9 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	114
Graf 4.2.4.10 Hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti pro variantu Dřevěný stěnový KS (CLT) .....	115
Graf 4.2.5.1 Srovnání konstrukčních systémů podle hmotnosti .....	116
Graf 4.2.5.2 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané spotřeby primární energie .....	117
Graf 4.2.5.3 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí CO <sub>2</sub> .....	117
Graf 4.2.5.4 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí SO <sub>2</sub> .....	118
Graf 4.2.5.5 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí R-11 .....	119
Graf 4.2.5.6 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> .....	119
Graf 4.2.5.7 Srovnání konstrukčních systémů podle vlivu na životní prostředí (%) .....	120
Graf 4.2.5.8 Srovnání konstrukčních systémů podle hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku .....	120
Graf 4.2.5.9 Srovnání konstrukčních systémů podle hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti .....	121
Graf 4.2.5.10 Získané normalizované body ve vybraných kapitolách Metodiky SBToolCZ .....	122
Graf 4.2.5.11 Získané vážené body ve vybraných kapitolách Metodiky SBToolCZ .....	122
Graf 4.3.5.1 Srovnání konstrukčních systémů podle hmotnosti .....	125
Graf 4.3.5.2 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané spotřeby primární energie .....	126
Graf 4.3.5.3 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí CO <sub>2</sub> .....	126
Graf 4.3.5.4 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí SO <sub>2</sub> .....	126
Graf 4.3.5.5 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí R-11 .....	127
Graf 4.3.5.6 Srovnání konstrukčních systémů podle svázané produkce emisí C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> .....	127
Graf 4.3.5.7 Srovnání konstrukčních systémů podle hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku .....	127
Graf 4.3.5.8 Srovnání konstrukčních systémů podle hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti .....	128
Graf 6.2.1 Srovnání konstrukčních systémů podle vlivu na životní prostředí (%) .....	131
Graf 6.2.2 Srovnání konstrukčních systémů podle hmotnosti materiálů v kategoriích podle jejich vzniku .....	132
Graf 6.2.3 Srovnání konstrukčních systémů podle hmotnosti materiálů v kategoriích podle recyklovatelnosti .....	132
Graf 6.2.4 Získané vážené body ve vybraných kapitolách Metodiky SBToolCZ .....	132

## Seznam použité literatury a podkladů

### Literatura

[1] ČSN EN 1992-1-1 *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*, Praha, Český normalizační institut, 2006

[2] ČSN 73 4301 *Obytné budovy*, Praha, Český normalizační institut, 2004

[3] ŠIROKÝ, M.: *Konstrukční návrh bytového domu ve variantách s využitím BIM*, Praha, 2018, bakalářská práce, ČVUT, Fakulta stavební, vedoucí práce Ing. Jan Růžička, Ph.D.

[4] ČSN 73 0802 *Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty*, Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009

[5] VONKA, M. a kol.: *Metodika SBToolCZ: manuál hodnocení bytových staveb ve fázi návrhu*, Praha, CIDEAS, 2011, ISBN 978-80-01-04664-7

[6] KAŇKA, J., NOVÁČEK, J.: *Stavební fyzika 3: akustika pozemních staveb*, Praha, ČVUT, 2015, ISBN 978-80-01-05674-5

[7] ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*, Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011

[8] ČSN 73 0532 *Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky*, Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010

[9] ČSN EN ISO 10211 *Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích – Tepelné toky a povrchové teploty – Podrobné výpočty*, Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018

[10] ČSN EN ISO 13788 *Tepelně-vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků – Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce – Výpočtové metody*, Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013

[11] TNI 73 0330 *Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Bytové domy*, Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010

[12] RŮŽIČKA, J. a kol.: *Zdravé domy 2007, Environmentální hodnocení variant konstrukčního návrhu bytového domu – případová studie*, Brno, 2007, ISBN 978-80-214-3360-1

### Internetové zdroje

[13] UCEEB – Univerzitní centrum energeticky efektivních budov: *Environmentálně šetrné resilientní bytové domy*, [online], 2017, [cit. ke dni 13.05.2018], <<http://www.uceeb.cz/projekty/environmentalne-setrne-resilientni-bytove-domy>>, [www.uceeb.cz](http://www.uceeb.cz) > Projekty > Národní granty > Environmentálně šetrné resilientní bytové domy

[14] RÝMAŘOVSKÉ DOMY: *BD Twinset*, [online], 2018, [cit. ke dni 13.05.2018], <<http://www.usporedomy.cz/katalog/bytovy-dum-twinset>>, [www.usporedomy.cz](http://www.usporedomy.cz) > Katalog > Developerské projekty > BD Twinset

[15] ARCHIWEB, s.r.o.: *Bytový dům Grmelova*, [online], 2018, [cit. ke dni 13.05.2018], <<https://archiweb.cz/b/bytovy-dum-grmelova>>, www.archiweb.cz > Stavby > Bytový dům Grmelova  
ARCHIWEB, s.r.o.: *Bytový dům Bulovka*, [online], 2017, [cit. ke dni 13.05.2018], <<https://archiweb.cz/b/bytovy-dum-bulovka>>, www.archiweb.cz > Stavby > Bytový dům Bulovka  
ARCHIWEB, s.r.o.: *Bytový dům Domino*, [online], 2017, [cit. ke dni 13.05.2018], <<https://archiweb.cz/b/bytovy-dum-domino>>, www.archiweb.cz > Stavby > Bytový dům Domino  
ARCHIWEB, s.r.o.: *Bytový dům Prostějov 03*, [online], 2017, [cit. ke dni 13.05.2018], <<https://archiweb.cz/b/bytovy-dum-prostejov-03>>, www.archiweb.cz > Stavby > Bytový dům Prostějov 03  
ARCHIWEB, s.r.o.: *Bytový soubor Triangle*, [online], 2016, [cit. ke dni 13.05.2018], <<https://archiweb.cz/b/bytovy-soubor-triangle>>, www.archiweb.cz > Stavby > Bytový soubor Triangle

[16] RTS, a.s.: *České stavební standardy*, [online], 2004, [cit. ke dni 13.05.2018], <<http://www.katalogobjektu.cz/>>

[17] STORA ENSO: *Soundproofing of CLT internal wall structures*, [online], 2015, [cit. ke dni 13.05.2018], <<http://www.clt.info/wp-content/uploads/2015/10/Soundproofing-of-CLT-internal-wall-structures-EN.pdf>>, www.clt.info/cz/ > Produkty > Technické údaje > Zvuková izolace > Zvuková izolace konstrukcí vnitřních stěn CLT > Soundproofing of CLT internal wall structures - EN

[18] STORA ENSO: *Statika, Vnitřní stěny*, [online], 2012, [cit. ke dni 13.05.2018], <<http://www.clt.info/wp-content/uploads/2015/10/Vnitřní-Stěny-CS.pdf>>, www.clt.info/cz/ > Produkty > Technické údaje > Statika > Stěna – vnitřní stěna > Vnitřní Stěny - CS  
STORA ENSO: *Statika, Nosníky o jednom poli - deformace*, [online], 2012, [cit. ke dni 13.05.2018], <<http://www.clt.info/wp-content/uploads/2015/10/Nosníky-O-Jednom-Poli-Deformace-CS.pdf>>, www.clt.info/cz/ > Produkty > Technické údaje > Statika > Stropy – nosníky o jednom poli – deformace > Nosníky O Jednom Poli – Deformace - CS

[19] ENVIMAT.CZ: *Katalog materiálů*, [online], 2010, [cit. ke dni 13.05.2018], <<http://envimat.cz/materialy>>, www.envimat.cz > Materiály

[20] BIMFORUM: *Level of Development Specification, Part I*, [online], 2017, [cit. ke dni 13.05.2018], <<http://bimforum.org/wp-content/uploads/2017/11/LOD-Spec-2017-Part-I-2017-11-07-1.pdf>>, www.bimforum.org > 2017 LOD Specification

### **Použitý software**

GRAPHISOFT: *ArchiCAD 21*, [software], 2017, <<http://www.graphisoft.com/archicad/>>

SVOBODA SOFTWARE: *Teplo 2017 EDU*, [software], 2017, <<http://kcad.cz/cz/stavebni-fyzika/tepelna-technika/teplo/>>

SVOBODA SOFTWARE: *Area 2017 EDU*, [software], 2017, <<http://kcad.cz/cz/stavebni-fyzika/tepelna-technika/area/>>

SVOBODA SOFTWARE: *Energie 2017*, [software], 2017, <<http://kcad.cz/cz/stavebni-fyzika/tepelna-technika/energie/>>