

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB

Studijní program: Budovy a prostředí  
Studijní obor: Budovy a prostředí  
Zaměření: Konstrukce budov



Návrh dřevostavby obytné budovy v nízkoenergetickém standardu a  
jeho porovnání s alternativou dřevěného skeletu  
Design of timber structure of apartment house in low energy standard  
and its comparison with heavy timber frame alternative

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Ondřej Fencel

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSc., FEng.

Praha 2021

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Fencel Jméno: Ondřej Osobní číslo: 439108

Zadávací katedra: K124

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Návrh dřevostavby obytné budovy v nízkoenergetickém standardu a jeho porovnání s alternativou dřevěného skeletu

Název diplomové práce anglicky: Design of timber structure of apartment house in low energy standard and its comparison with heavy timber frame alternative

Pokyny pro vypracování:

Vypracujte projekt dřevostavby obytné budovy v nízkoenergetickém až pasivním standardu. Projekt zpracujte v rozsahu rozšířené dokumentace pro stavební řízení, doplněné o komplexní řez v M 1:20 - 1:25, soubor detailů obálky budovy včetně tepelnětechnického posouzení. Proveďte porovnání navrženého řešení s alternativou s nosnou konstrukcí z těžkého dřevěného skeletu (zpracované v rámci bakalářské práce) z hlediska klíčových kritérií udržitelné výstavby.

Seznam doporučené literatury:

Humm: Nízkoenergetické domy

Tywniak: Nízkoenergetické domy 2 a 3 literatura a zdroje informací na webu

Jméno vedoucího diplomové práce: prof. Ing. Petr Hájek CSc., FEng.

Datum zadání diplomové práce: 15.2.2021

Termín odevzdání diplomové práce: 16.5.2021

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 diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.

15.2.2021

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

# SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Ondřej Fencel

Název diplomové práce: Návrh dřevostavby obytné budovy v nízkoenergetickém standardu a jeho porovnání s alternativou dřevěného skeletu

Základní část: Konstrukce pozemních staveb podíl: 80 %

Formulace úkolů:

Projekt dřevostavby penzionu v nízkoenergetickém až pasivním standardu v rozsahu rozšířené dokumentace pro stavební řízení, doplněné o komplexní řez v M 1:20 - 1:25, soubor detailů obálky budovy včetně tepelnotechnického posouzení. Provedte porovnání vámi navrženého řešení s alternativou nosné konstrukce z těžkého dřevěného skeletu z hlediska klíčových kritérií udržitelné výstavby - především kvality vnitřního prostředí (tepelná pohoda v létě i v zimě, akustické vlastnosti, osvětlení atd.) a z hledisek environmentálních.

Podpis vedoucího DP: 

Datum: 21.3.21

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: Ocelové a dřevěné konstrukce podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš, K134

Formulace úkolů:

Orientační statický výpočet stropní desky a podélné stěny s využitím podkladů výrobce, schématický výkres nosných konstrukcí.

Podpis konzultanta: 

Datum: 25.3.2021

3. Část: Technická zařízení budov podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D., K125

Formulace úkolů:

Generel rozvodů vytápění a větrání. Základní trasy rozvodů. Bilanční výpočty, technická zpráva.

Podpis konzultanta: 

Datum: 24.3.2021

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

Poznámka:

Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci. (Vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1. stranou zadání již ve 2. týdnu semestru)

## **Čestné prohlášení**

Tímto prohlašuji, že tuto diplomovou práci jsem zpracoval samostatně za pomoci konzultací vedených prof. Ing. Petrem Hájkem, CSc., FEng. Veškeré zdroje, použité při psaní této práce, jsou řádně uvedeny dle metodického pokynu o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Praha, 13. května 2021

.....

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval panu prof. Ing. Petru Hájkovi, CSc., FEng. za jeho čas a odborné vedení při konzultacích této diplomové práce. Také děkuji své rodině za to, že mi po dobu celého studia byla největší oporou.

## **Anotace**

Tato diplomová práce vychází z již zpracované bakalářské práce a je zaměřena na návrh dřevostavby obytné budovy v nízkoenergetickém až pasivním standardu. Cílem je změna původního konstrukčního systému z těžkého dřevěného skeletu na nový dřevěný stěnový systém s využitím CLT panelů a jejich následné porovnání z hlediska klíčových kritérií udržitelné výstavby. Návrh klade důraz na principy integrovaného navrhování budov, tedy na vytvoření spolehlivého funkčního objektu s nízkou energetickou náročností a kvalitním vnitřním prostředím v rámci udržitelné výstavby.

Součástí práce je předběžné statické posouzení nosných konstrukcí, tepelně technické posouzení obalových konstrukcí, stavebně energetická analýza a rozšířená výkresová dokumentace pro stavební řízení, doplněná o komplexní řez a soubor detailů obálky budovy.

## **Klíčová slova**

Dřevostavba, obytná budova, nízkoenergetický standard, pasivní standard, dřevěný stěnový systém, CLT panel, integrované navrhování budov, kvalita vnitřního prostředí, udržitelná výstavba

## **Annotation**

The diploma thesis is based on previous work completed in the bachelor thesis. The main focus is on a wooden building design of a residential house in a low-energy to passive standard. The objective is to change the original construction system from a heavy timber frame to a new timber wall system using CLT panels, and to compare these systems in terms of key criteria for sustainable construction. The proposal emphasizes on the principles of an integrated building design, i.e. a design of a reliable functional building with low energy performance and a high-quality indoor environment within the framework of a sustainable construction.

The thesis consists of preliminary structural assessment of supporting structures, a thermal technical assessment of cladding structures, a structural energy analysis, and an extended construction documentation sufficient for building permission, supplemented by a complex cross-section with a detailed building envelope set.

## **Keywords**

Wooden building, residential house, low-energy standard, passive standard, timber wall system, CLT panel, integrated building design, quality of the indoor environment, sustainable construction

## Obsah diplomové práce:

<b>1 Úvod</b> .....	<b>16</b>
1.1 Stručný popis objektu .....	17
<b>2 Výhody a nevýhody dřevostaveb obecně</b> .....	<b>23</b>
2.1 Výhody dřevostaveb .....	23
2.2 Nevýhoda dřevostaveb.....	23
<b>3 Konstruktivní systémy dřevostaveb</b> .....	<b>24</b>
3.1 Lehký dřevěný skelet.....	24
3.2 Těžký dřevěný skelet .....	26
3.3 Dřevostavby z vrstveného masivního dřeva .....	28
3.4 Panelové dřevostavby .....	29
3.5 Roubené dřevostavby a sruby .....	31
3.6 Hrázděné dřevostavby .....	33
<b>4 Systém z masivních CLT panelů Novatop</b> .....	<b>35</b>
4.1 Novatop SOLID.....	36
4.2 Novatop ELEMENT .....	36
4.3 Novatop OPEN .....	37
4.4 Novatop STATIC.....	38
4.5 Novatop ACOUSTIC.....	39
<b>5 Obdobně řešené projekty</b> .....	<b>40</b>
5.1 Horská chata Bovida.....	40
5.2 Horská chata – Gubrandslie Cabin .....	42
5.3 Horská usedlost Šumava.....	44
5.4 Rodinný dům Holice.....	46
5.5 Rekreační objekt Pyšely .....	48
<b>6 Skladby obvodového pláště dřevostavby</b> .....	<b>49</b>
6.1 Difuzně otevřená skladba .....	49
6.2 Difuzně uzavřená skladba.....	49
<b>7 Výběr pozemku</b> .....	<b>50</b>
7.1 Obecné informace .....	50
7.2 Vybraný pozemek.....	50
7.3 Výpis z katastru nemovitostí .....	50
<b>8 Požadavky na budovu</b> .....	<b>56</b>
8.1 Požadavky na stavební konstrukce .....	56
8.1.1 Požadavky na součinitele prostupu tepla .....	56
8.1.2 Požadavky na zvukovou neprůzvučnost.....	56

8.1.3 Požadavky na požární odolnost .....	57
8.2 Obecné požadavky .....	57
8.2.1 Požadavky na vnitřní výpočtové teploty a relativní vlhkosti vzduchu .....	57
8.2.2 Požadavky na letní tepelnou stabilitu .....	58
8.2.3 Požadavky na větrání obytných budov .....	58
8.2.4 Požadavky na denní osvětlení obytných budov .....	58
8.2.5 Technické požadavky pro rodinné domy a stavby pro rodinnou rekreaci .....	59
8.3 Požadavky na energetický standard budovy .....	59
<b>9 Skladby konstrukcí .....</b>	<b>60</b>
9.1 Skladby střešního pláště .....	60
9.1.1 Varianta č. 1 – nadkroevní izolace z minerální vlny .....	60
9.1.2 Varianta č. 2 – izolace z dřevovláknité desky v dutinách střešního panelu.....	61
9.2 Skladby obvodového pláště .....	62
9.2.1 Varianta č. 1 – provětrávaná fasáda s dřevovláknitou izolací .....	62
9.2.2 Varianta č. 2 – kontaktní zateplovací systém s dřevovláknitou izolací .....	63
9.2.3 Ztužující jádro – varianta č. 1 – provětrávaná fasáda s minerální a dřevovláknitou izolací.....	64
9.2.4 Ztužující jádro – varianta č. 2 – kontaktní zateplovací systém s minerální izolací .	65
9.2.5 Suterénní stěna .....	66
9.3 Skladby podlah .....	67
9.3.1 Podlaha na terénu – keramická dlažba .....	67
9.3.2 Podlaha na terénu – keramická dlažba .....	68
9.3.3 Podlaha v 1. NP – keramická dlažba .....	69
9.3.4 Podlaha v 1. NP – laminátová podlaha .....	69
9.3.5 Podlaha ve 2. NP a 3. NP – keramická dlažba.....	70
9.3.6 Podlaha ve 2. NP a 3. NP – laminátová podlaha .....	70
9.3.7 Podlaha ve 2. NP – terasa .....	71
9.4 Skladby vnitřních stěn .....	72
9.4.1 Vnitřní nosná stěna – nadzemní podlaží .....	72
9.4.2 Vnitřní nosná stěna – podzemní podlaží a ztužující jádro .....	73
9.4.3 Vnitřní dělicí stěna – nadzemní podlaží .....	74
9.4.4 Vnitřní dělicí stěna – podzemní podlaží .....	75
<b>10 Porovnání obalových konstrukcí .....</b>	<b>76</b>
10.1 Environmentální kritérium.....	76
10.1.1 Environmentální zatížení skladbami obalových konstrukcí .....	76
10.1.2 Porovnání obalových konstrukcí z environmentálního hlediska .....	78
10.2 Funkční kritérium .....	79



10.3 Technologické kritérium.....	80
10.3.1 Pracnost posuzovaných skladeb .....	80
10.3.2 Porovnání obalových konstrukcí z technologického hlediska .....	82
10.4 Tloušťka konstrukce .....	82
10.5 Celkové porovnání obalových konstrukcí .....	83
<b>11 Předběžný statický návrh nosných konstrukcí.....</b>	<b>84</b>
11.1 Konstrukce střechy – krov .....	84
11.2 Vodorovné nosné konstrukce .....	85
11.2.1 Železobetonová stropní deska.....	85
11.2.2 Dřevěný stropní panel.....	86
11.2.3 Ocelový překlad – P0.....	88
11.2.4 Ocelový stropní průvlak – P1 .....	88
11.3 Svislé nosné konstrukce.....	88
11.3.1 Dřevěný stěnový panel.....	88
11.3.2 Dřevěný sloup .....	90
11.4 Spodní stavba.....	90
11.4.1 Železobetonová stěna.....	90
11.4.2 Železobetonová základová deska.....	90
11.5 Konstrukce schodiště .....	90
11.5.1 Železobetonová deska schodišťového ramene.....	91
11.5.2 Železobetonová deska schodišťové mezipodesty .....	92
11.5.3 Dřevěný panel schodišťové mezipodesty .....	93
<b>12 Energetická analýza .....</b>	<b>94</b>
12.1 Výpočetní model.....	94
12.1.1 Základní vstupní údaje .....	94
12.1.2 Neprůsvitné konstrukce a výplně otvorů .....	95
12.1.3 Podlaha na terénu .....	96
12.1.4 Větrání .....	96
12.1.5 Klimatická data .....	97
12.2 Výsledky a vyhodnocení.....	97
12.2.1 Výsledné hodnoty .....	97
12.2.2 Vyhodnocení výsledků .....	98
13 Letní tepelná stabilita .....	99
13.1 Kritická místnost.....	99
13.2 Výpočetní model.....	100
13.2.1 Základní vstupní údaje .....	100
13.2.2 Klimadata.....	100

13.2.3 Větrání .....	100
13.2.4 Vnitřní zdroje tepla .....	100
13.2.5 Výkon zdroje chladu.....	100
13.2.6 Neprůsvitné konstrukce .....	100
13.2.7 Průsvitné konstrukce .....	101
13.3 Výsledky a vyhodnocení.....	101
13.3.1 Výsledné hodnoty .....	101
13.3.2 Vyhodnocení výsledků .....	102
13.4 Navrhovaná opatření.....	102
13.4.1 Opatření A.....	102
13.4.2 Opatření B.....	103
<b>14 Koncept TZB systémů.....</b>	<b>105</b>
14.1 Systém větrání .....	105
14.1.1 Obecný popis systému .....	105
14.1.2 Výpočet potřebného množství vzduchu.....	106
14.1.3 Návrh větrací jednotky.....	107
14.1.4 Návrh dimenzí potrubí .....	107
14.2 Systém vytápění a ohřev TV .....	108
14.2.1 Obecný popis systému .....	108
13.2.2 Návrh zdroje tepla.....	109
<b>15 Porovnání konstrukčních systémů.....</b>	<b>110</b>
15.1 Environmentální kritérium.....	110
15.1.1 Environmentální zatížení skladbami konstrukcí.....	110
15.1.2 Environmentální zatížení konstrukcemi .....	110
15.1.3 Environmentální zatížení konstrukčními systémy.....	115
15.1.4 Porovnání konstrukčních systémů z environmentálního hlediska.....	115
15.2 Energetická náročnost.....	116
15.2.1 Výpočty a vstupní hodnoty .....	116
15.2.2 Porovnání konstrukčních systémů z hlediska energetické náročnosti .....	117
15.3 Letní tepelná stabilita.....	118
15.3.1 Výpočty a vstupní hodnoty .....	118
15.3.2 Porovnání konstrukčních systémů z hlediska letní tepelné stability.....	119
<b>16 Závěr.....</b>	<b>120</b>
<b>17 Zdroje .....</b>	<b>122</b>

**Příloha: Výpočty**

**Příloha: Výkresová dokumentace**

## Seznam obrázků diplomové práce:

<b>Obr. 1:</b> Půdorys výchozího objektu – 1. PP .....	18
<b>Obr. 2:</b> Půdorys výchozího objektu – 1. NP.....	18
<b>Obr. 3:</b> Půdorys výchozího objektu – 2. NP.....	19
<b>Obr. 4:</b> Severní pohled výchozího objektu.....	19
<b>Obr. 5:</b> Jižní pohled výchozího objektu .....	20
<b>Obr. 6:</b> Východní pohled výchozího objektu .....	20
<b>Obr. 7:</b> Západní pohled výchozího objektu.....	21
<b>Obr. 8:</b> Fotografie výchozího objektu 1 .....	21
<b>Obr. 9:</b> Fotografie výchozího objektu 2 .....	22
<b>Obr. 10:</b> Příklad dřevostavby z lehkého skeletu.....	24
<b>Obr. 11:</b> Rozdíl dvou konstrukčních typů lehkého skeletu .....	25
<b>Obr. 12:</b> Příklad dřevostavby z těžkého skeletu.....	26
<b>Obr. 13:</b> Příklad kloubového styčnicku těžkého skeletu.....	27
<b>Obr. 14:</b> Příklad dřevostavby z vrstvených masivních panelů .....	28
<b>Obr. 15:</b> Příklad panelové dřevostavby .....	30
<b>Obr. 16:</b> Příklad roubené dřevostavby .....	31
<b>Obr. 17:</b> Příklad srubu .....	32
<b>Obr. 18:</b> Příklad hrázděné stavby .....	33
<b>Obr. 19:</b> Složení systému Novatop.....	35
<b>Obr. 20:</b> Panely Novatop SOLID .....	36
<b>Obr. 21:</b> Panel Novatop ELEMENT .....	37
<b>Obr. 22:</b> Panel Novatop OPEN .....	37
<b>Obr. 23:</b> Desky Novatop STATIC – podélný směr vláken; příčný směr vláken .....	38
<b>Obr. 24:</b> Možnosti obrábění desek – pero a drážka; drážky z boku; cinkovaný spoj .....	38
<b>Obr. 25:</b> Deska Novatop ACOUSTIC.....	39
<b>Obr. 26:</b> Půdorys horské chaty Bovida – 1. NP .....	40
<b>Obr. 27:</b> Fotografie horské chaty Bovida – interiér .....	41
<b>Obr. 28:</b> Fotografie horské chaty Bovida – exteriér.....	41
<b>Obr. 29:</b> Půdorysy horské chaty – Gubrandslie Cabin – 1. PP a 1. NP.....	42
<b>Obr. 30:</b> Fotografie horské chaty – Gubrandslie Cabin – interiér.....	43
<b>Obr. 31:</b> Fotografie horské chaty – Gubrandslie Cabin – exteriér .....	43
<b>Obr. 32:</b> Půdorys horské usedlosti Šumava – 1. NP .....	44
<b>Obr. 33:</b> Fotografie horské usedlosti Šumava – interiér .....	45
<b>Obr. 34:</b> Fotografie horské usedlosti Šumava – exteriér.....	45
<b>Obr. 35:</b> Půdorys rodinného domu Holice – 1. NP a řez.....	46

<b>Obr. 36:</b> Fotografie rodinného domu Holice – exteriér.....	47
<b>Obr. 37:</b> Fotografie rekreačního objektu Pyšely – exteriér .....	48
<b>Obr. 38:</b> Příklad skladby difuzně otevřené stěny .....	49
<b>Obr. 39:</b> Příklad skladby difuzně uzavřené stěny.....	49
<b>Obr. 40:</b> Výpis z katastru nemovitostí.....	50
<b>Obr. 41:</b> Výkres širších vztahů 1:8000.....	51
<b>Obr. 42:</b> Výkres širších vztahů 1:4000 .....	52
<b>Obr. 43:</b> Situace pozemku 1:500 .....	53
<b>Obr. 44:</b> Výsek územního plánu .....	54
<b>Obr. 45:</b> Letecké snímky pozemku a jeho okolí 1 .....	55
<b>Obr. 46:</b> Letecké snímky pozemku a jeho okolí 2 .....	55
<b>Obr. 47:</b> Skladba střešního pláště – varianta č. 1 – nadkroevní izolace z minerální vlny.....	60
<b>Obr. 48:</b> Skladba střešního pláště – varianta č. 2 – izolace z dřevovláknité desky v dutinách střešního panelu.....	61
<b>Obr. 49:</b> Skladba obvodového pláště – varianta č. 1 – provětrávaná fasáda s dřevovláknitou izolací .....	62
<b>Obr. 50:</b> Skladba obvodového pláště – varianta č. 2 – kontaktní zateplovací systém s dřevovláknitou izolací .....	63
<b>Obr. 51:</b> Skladba obvodového pláště – ztužující jádro – varianta č.1 – provětrávaná fasáda s minerální a dřevovláknitou izolací .....	64
<b>Obr. 52:</b> Skladba obvodového pláště – ztužující jádro – varianta č.2 – kontaktní zateplovací systém s minerální izolací .....	65
<b>Obr. 53:</b> Skladba obvodového pláště – suterénní stěna.....	66
<b>Obr. 54:</b> Skladba podlahy na terénu – keramická dlažba.....	67
<b>Obr. 54:</b> Skladba podlahy na terénu – gumová podlaha .....	68
<b>Obr. 56:</b> Skladba podlahy v 1. NP – keramická dlažba.....	69
<b>Obr. 57:</b> Skladba podlahy v 1. NP – laminátová podlaha .....	69
<b>Obr. 58:</b> Skladba podlahy ve 2. NP a 3. NP – keramická dlažba.....	70
<b>Obr. 59:</b> Skladba podlahy ve 2. NP a 3. NP – laminátová podlaha.....	70
<b>Obr. 60:</b> Skladba podlahy ve 2. NP – terasa.....	71
<b>Obr. 61:</b> Skladba vnitřní nosné stěny – nadzemní podlaží.....	72
<b>Obr. 62:</b> Skladba vnitřní nosné stěny – podzemní podlaží a ztužující jádro.....	73
<b>Obr. 63:</b> Skladba vnitřní dělicí stěny – nadzemní podlaží .....	74
<b>Obr. 64:</b> Skladba vnitřní dělicí stěny – podzemní podlaží .....	75
<b>Obr. 65:</b> Kritická místnost.....	99

## Seznam tabulek diplomové práce:

<b>Tab. 1:</b> Environmentální zatížení od střešního pláště – varianta č. 1 – nadkroevní izolace z minerální vlny.....	76
<b>Tab. 2:</b> Environmentální zatížení od střešního pláště – varianta č. 2 – izolace z dřevovláknité desky v dutinách střešního panelu.....	77
<b>Tab. 3:</b> Environmentální zatížení od obvodového pláště – varianta č. 1 – provětrávaná fasáda s dřevovláknitou izolací .....	77
<b>Tab. 4:</b> Environmentální zatížení od obvodového pláště – varianta č. 2 – kontaktní zateplovací systém s dřevovláknitou izolací .....	77
<b>Tab. 5:</b> Environmentální zatížení od obvodového pláště – ztužující jádro – varianta č. 1 – provětrávaná fasáda s minerální a dřevovláknitou izolací .....	77
<b>Tab. 6:</b> Environmentální zatížení od obvodového pláště – ztužující jádro – varianta č. 2 – kontaktní zateplovací systém s minerální izolací.....	78
<b>Tab. 7:</b> Porovnání obalových konstrukcí z environmentálního hlediska .....	79
<b>Tab. 8:</b> Porovnání obalových konstrukcí z funkčního hlediska .....	80
<b>Tab. 9:</b> Pracnost posuzovaných skladeb.....	81
<b>Tab. 10:</b> Porovnání obalových konstrukcí z technologického hlediska .....	82
<b>Tab. 11:</b> Porovnání obalových konstrukcí z hlediska tloušťky konstrukce.....	83
<b>Tab. 12:</b> Celkové porovnání obalových konstrukcí.....	83
<b>Tab. 13:</b> Charakteristické zatížení podlahovým souvrstvím .....	86
<b>Tab. 14:</b> Charakteristické zatížení vnitřní dělicí stěnou .....	86
<b>Tab. 15:</b> Tabulka pro předběžné dimenzování stropních panelů Novatop Element.....	87
<b>Tab. 16:</b> Tabulka pro předběžné dimenzování stěnových panelů Novatop Solid.....	89
<b>Tab. 17:</b> Plochy neprůsvitných konstrukcí a výplní otvorů mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím.....	95
<b>Tab. 18:</b> Plochy neprůsvitných konstrukcí a výplní otvorů mezi nevytápěným prostorem a vnějším prostředím.....	95
<b>Tab. 19:</b> Plochy neprůsvitných konstrukcí a výplní otvorů mezi vytápěným a nevytápěným prostorem.....	95
<b>Tab. 20:</b> Potřebné množství přiváděného a odváděného vzduchu .....	106
<b>Tab. 21:</b> Dimenze přívodního potrubí .....	107
<b>Tab. 22:</b> Dimenze odvodního potrubí.....	108
<b>Tab. 23:</b> Environmentální zatížení konstrukcemi – stěnový KS z CLT panelů 1A a 2A .....	111
<b>Tab. 24:</b> Environmentální zatížení konstrukcemi – dřevěný KS z těžkého skeletu 1B .....	112
<b>Tab. 25:</b> Environmentální zatížení konstrukcemi – dřevěný KS z těžkého skeletu 2B .....	113
<b>Tab. 26:</b> Environmentální zatížení konstrukčními systémy .....	115
<b>Tab. 27:</b> Porovnání konstrukčních systémů z environmentálního hlediska .....	115

<b>Tab. 28:</b> Porovnání konstrukčních systémů z hlediska energetické náročnosti .....	117
<b>Tab. 29:</b> Porovnání konstrukčních systémů z hlediska letní tepelné stability.....	119

## Seznam grafů diplomové práce:

<b>Graf 1:</b> Měrné tepelné ztráty objektu .....	98
<b>Graf 2:</b> Teplota vnitřního a venkovního vzduchu během modelového dne bez opatření .....	102
<b>Graf 3:</b> Teplota vnitřního a venkovního vzduchu během modelového dne při opatření A...	103
<b>Graf 4:</b> Teplota vnitřního a venkovního vzduchu během modelového dne při opatření B...	104
<b>Graf 5:</b> Environmentální zatížení konstrukcemi – stěnový KS z CLT panelů 2A – PEI.....	111
<b>Graf 6:</b> Environmentální zatížení konstrukcemi – stěnový KS z CLT panelů 2A – GWP...	111
<b>Graf 7:</b> Environmentální zatížení konstrukcemi – stěnový KS z CLT panelů 2A – ODP....	112
<b>Graf 8:</b> Environmentální zatížení konstrukcemi – dřevěný KS z těžkého skeletu 1B – PEI.....	112
<b>Graf 9:</b> Environmentální zatížení konstrukcemi – dřevěný KS z těžkého skeletu 1B – GWP .....	113
<b>Graf 10:</b> Environmentální zatížení konstrukcemi – dřevěný KS z těžkého skeletu 1B – ODP .....	113
<b>Graf 11:</b> Environmentální zatížení konstrukcemi – dřevěný KS z těžkého skeletu 2B – PEI.....	114
<b>Graf 12:</b> Environmentální zatížení konstrukcemi – dřevěný KS z těžkého skeletu 2B – GWP .....	114
<b>Graf 13:</b> Environmentální zatížení konstrukcemi – dřevěný KS z těžkého skeletu 2B – ODP .....	114



# 1 Úvod

V diplomové práci se zaměřuji na vypracování projektu obytné budovy s využitím stěnových CLT panelů na bázi dřeva pro nosnou konstrukci budovy. Samotný návrh vychází z přístupů integrovaného navrhování budov, kdy je mým cílem vytvoření spolehlivě funkčního, esteticky působícího a v rámci principů udržitelné výstavby ekologicky šetrného objektu v nízkoenergetickém až pasivním standardu. Současně budou splněna klíčová kritéria kvality vnitřního prostředí, jako je letní tepelná stabilita, akustická a zraková pohoda a neméně důležitá kvalita vnitřního vzduchu. S ohledem na tyto požadavky je součástí diplomové práce zpracování konceptu TZB systémů.

Oproti mé bakalářské práci, kde jsem se zabýval statickým návrhem všech dřevěných nosných konstrukcí těžkého dřevěného skeletu, a ze které tato práce vychází, je zde změněn konstrukční systém na dřevěný stěnový pro účely výsledného porovnání obou systémů, zejména pak z hlediska dopadu na životní prostředí. V této souvislosti jsou na začátku pro představu popsány a porovnány možné konstrukční systémy dřevostaveb obecně. Následně jsou uvedeny ukázky obdobně řešených staveb se stejnou problematikou.

Součástí návrhu je předběžné statické posouzení pro stanovení dimenzí nosných prvků. Dále jsou navrženy skladby všech konstrukcí, přičemž obalové konstrukce (obvodový a střešní plášť) jsou provedeny ve dvou variantách, porovnány a následně vybrána jedna z nich. Návrh skladeb konstrukcí je doplněn o tepelně technické posouzení. Následně je zpracována stavebně energetická analýza, tedy stanovení měrné potřeby tepla na vytápění a průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy. Pro zajištění kvality vnitřního prostředí je provedeno posouzení rizika letního přehřívání. Osvětlení obytných místností denním světlem je zajištěno velkým množstvím prosklených ploch. Z akustického hlediska jsou konstrukce navrženy tak, aby byly splněny normové požadavky na vzduchovou neprůzvučnost. Současně s tím jsou řešeny klíčové stavební detaily, nezbytné pro správnou funkčnost a dlouhou životnost objektu, a poté vyhotovena výkresová dokumentace a koncept TZB.



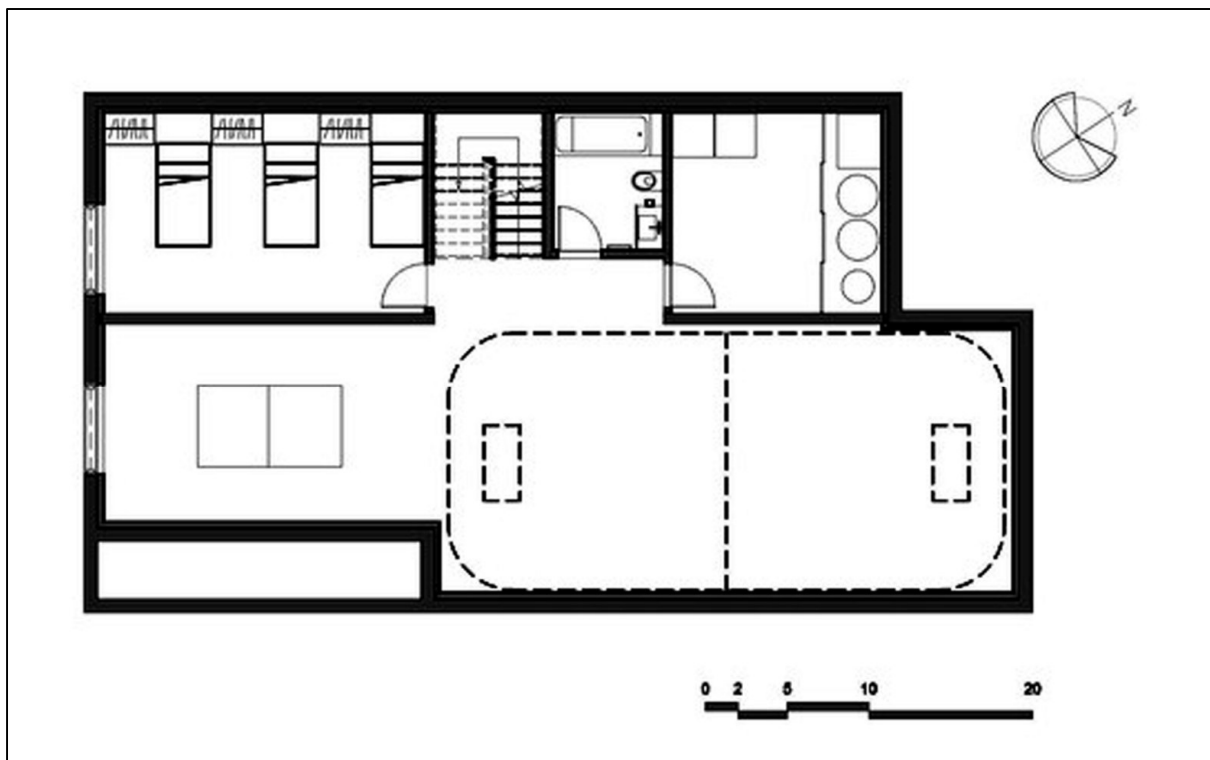


## 1.1 Stručný popis objektu

Výchozím podkladem pro vyhotovení celého projektu jsou půdorysy jednotlivých podlaží a pohledy vybraného objektu v podobě zadávací studie, která je dílem architektonické kanceláře MU Architecture a také fotografie již realizované stavby, nacházející se v oblasti Charlevoix v Québecu na vrcholu hřebene s úchvatným výhledem na řeku svatého Vavřince.

Nově navržený objekt je oproti stávajícímu situován do českého prostředí na Šumavu a rozšířen o jedno nadzemní podlaží. Tento velký dům s částečně zapuštěným suterénem dominuje místu jeho výškou tří nadzemních podlaží. Budova, se střechou plně zabalenou v tmavě šedém kovovém plášti a obvodovými stěnami pokrytými prkny ze sibiřského modřínu, má jednoduchý tvar obdélníka s vystupující částí na zadním průčelí. Tři objemové řezy v průčelích objektu jsou navrženy tak, aby jasně zvýrazňovaly vchod v přízemí a vytvářely prostor pro dvě terasy v horním patře. Spodní stavba objektu a ztužující jádro jsou provedeny z monolitického železobetonu, nosná konstrukce nadzemních podlažích pak z dřevěných CLT panelů.

Převážná část prostoru suterénu je koncipována jako velká herna a zároveň se zde nachází obytná místnost pro děti, dále pak koupelna s WC a technická místnost. V přízemí vás přivítá hlavní lobby, kde je zčásti přiznaná dřevěná konstrukce. Odtud je pak přístup nejen ke čtyřem velkým ložnicím s vlastní koupelnou a WC, ale také ke schodišti. Jak se pohybujeme ze suterénu do nejvyššího patra, vstupujeme do obytných prostor s výhledem na les a okolí. První patro se projevuje jako velký otevřený prostor s kuchyní, jídelnou a společenskou místností. V podkrovní části jsou umístěny tři dětské pokoje, klidová zóna a koupelna s WC. Půdorysné rozměry objektu činí 10,2 x 17,6 m [1].



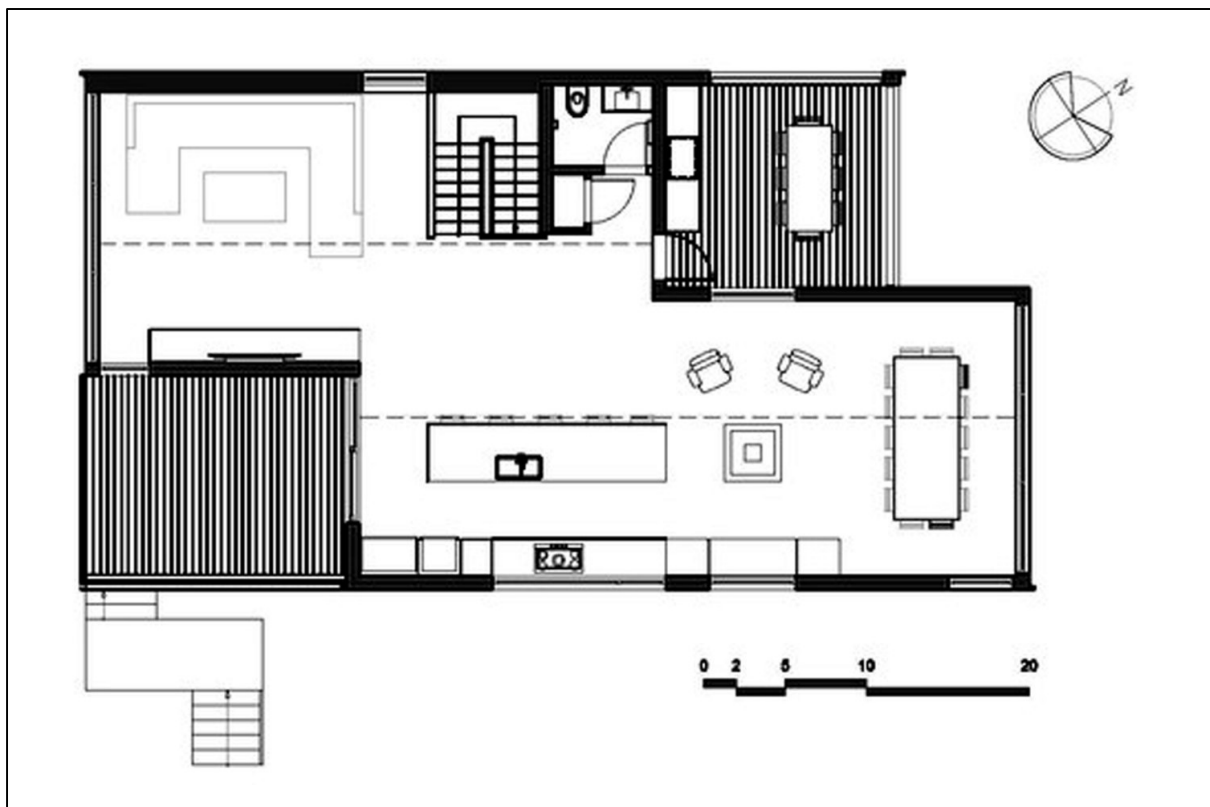
**Obr. 1:** Půdorys výchozího objektu – 1. PP

Převzato z: <https://www.archdaily.com/481786/malbaie-viii-residence-mu-architecture>



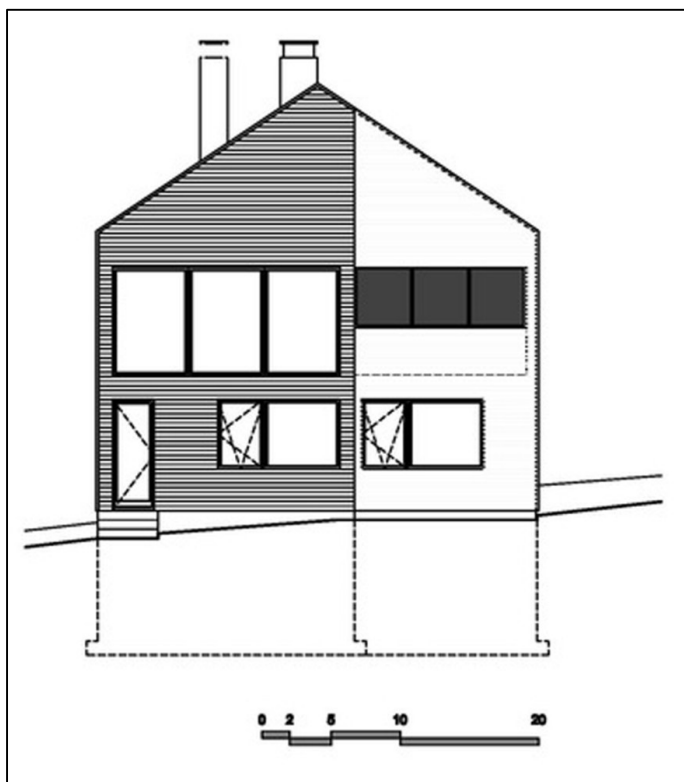
**Obr. 2:** Půdorys výchozího objektu – 1. NP

Převzato z: <https://www.archdaily.com/481786/malbaie-viii-residence-mu-architecture>



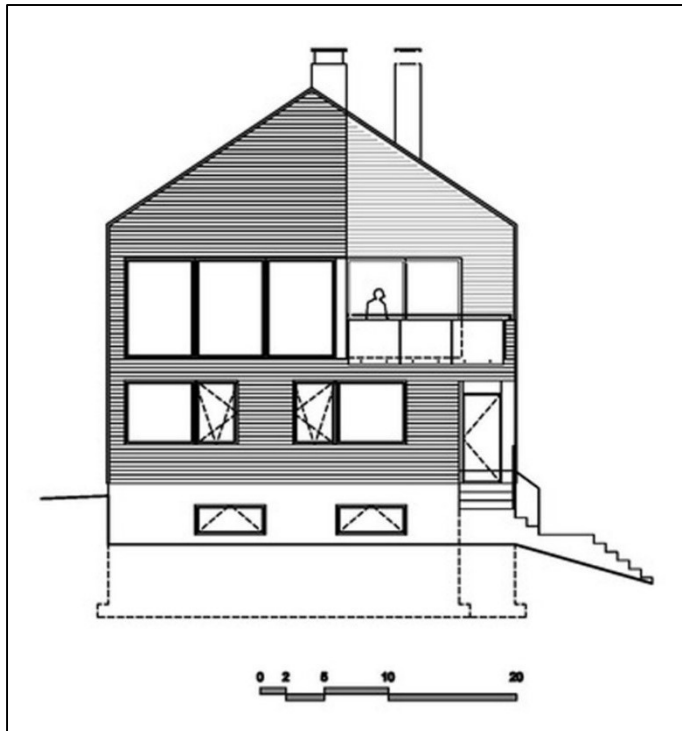
**Obr. 3:** Půdorys výchozího objektu – 2. NP

Převzato z: <https://www.archdaily.com/481786/malbaie-viii-residence-mu-architecture>



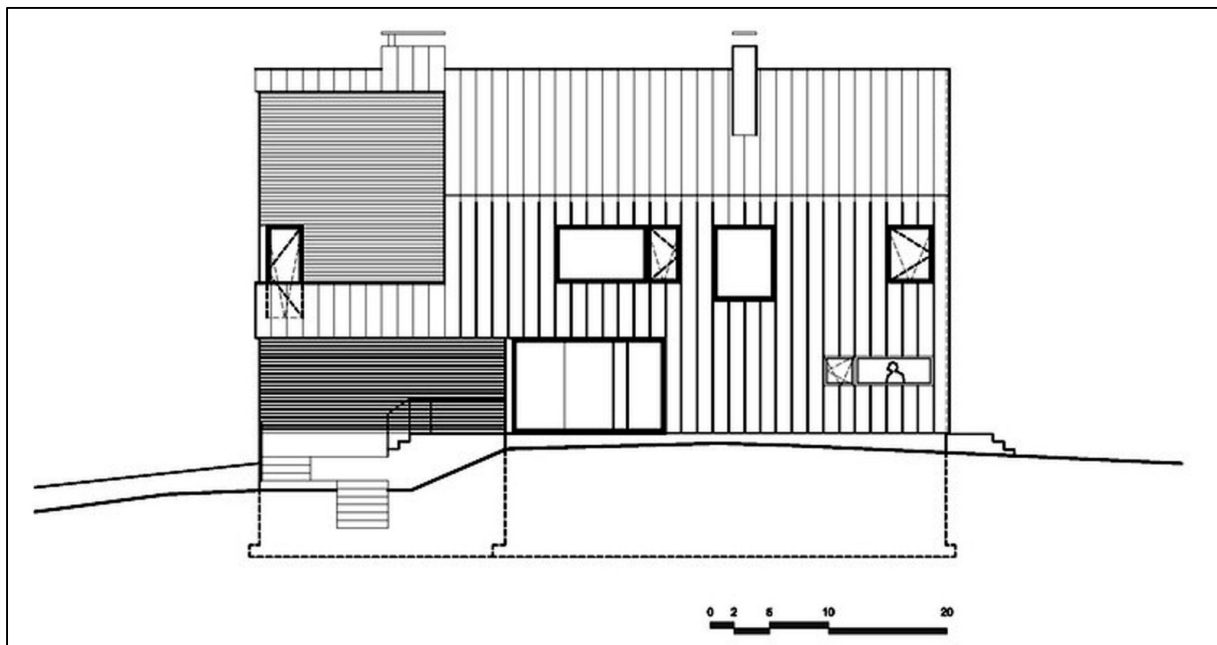
**Obr. 4:** Severní pohled výchozího objektu

Převzato z: <https://www.archdaily.com/481786/malbaie-viii-residence-mu-architecture>



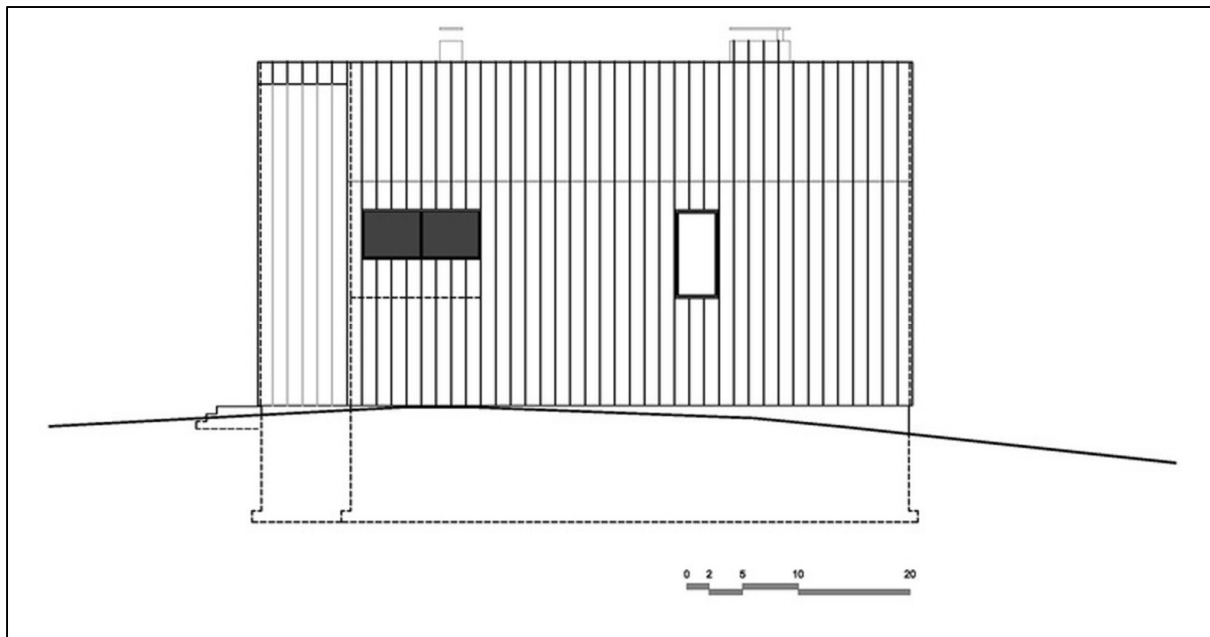
**Obr. 5:** Jižní pohled výchozího objektu

Převzato z: <https://www.archdaily.com/481786/malbaie-viii-residence-mu-architecture>



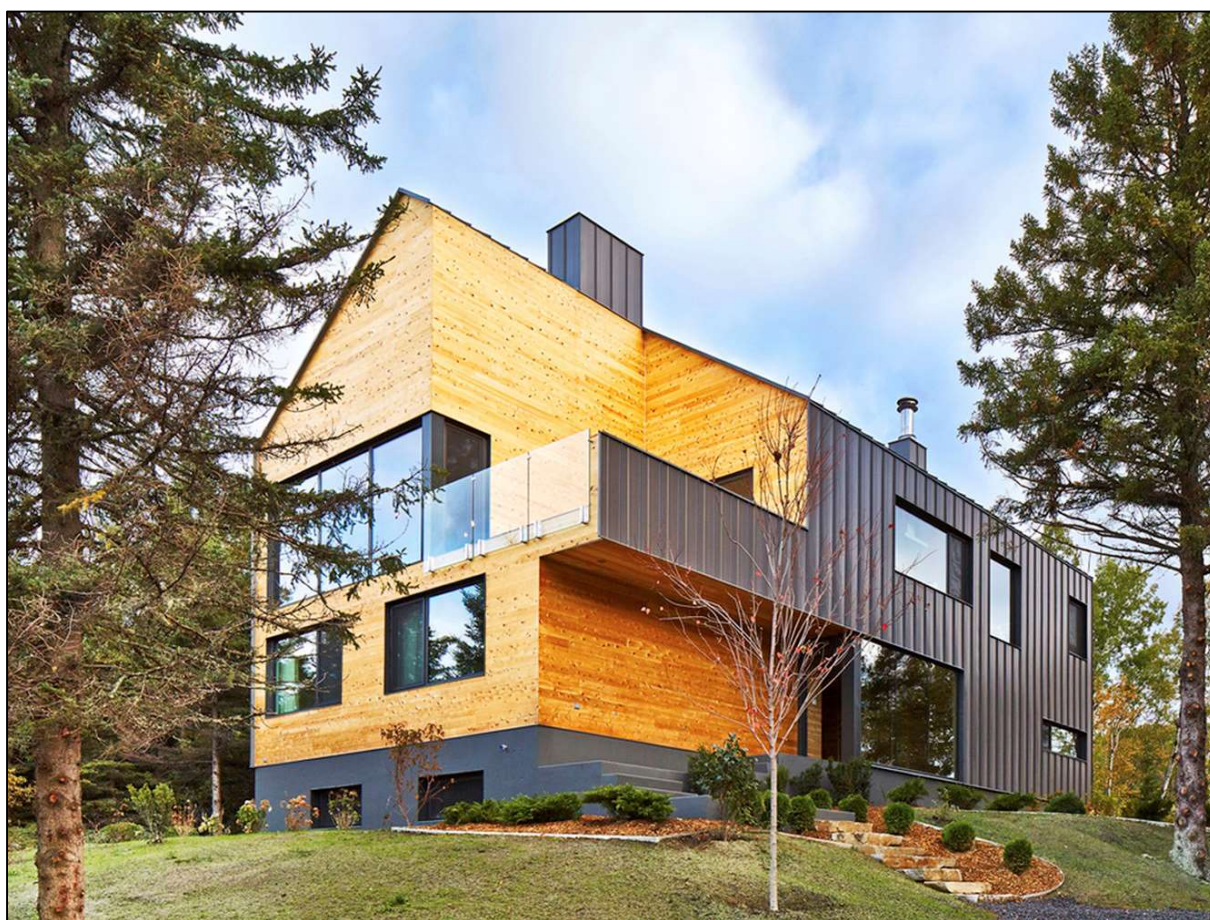
**Obr. 6:** Východní pohled výchozího objektu

Převzato z: <https://www.archdaily.com/481786/malbaie-viii-residence-mu-architecture>



**Obr. 7:** Západní pohled výchozího objektu

Převzato z: <https://www.archdaily.com/481786/malbaie-viii-residence-mu-architecture>



**Obr. 8:** Fotografie výchozího objektu 1

Převzato z: <https://www.archdaily.com/481786/malbaie-viii-residence-mu-architecture>

Foto: Ulysse Lemerise Bouchard



**Obr. 9:** Fotografie výchozího objektu 2

Převzato z: <https://www.archdaily.com/481786/malbaie-viii-residence-mu-architecture>

Foto: Ulysse Lemerise Bouchard



## 2 Výhody a nevýhody dřevostaveb obecně

V této kapitole jsou shrnuty výhody a nevýhody dřevostaveb obecně, tedy v porovnání s jinými materiály, zatímco v následující části jsou porovnávány jednotlivé konstrukční systémy dřevostaveb mezi sebou. Zmíněny jsou zde i ty nevýhody, které umíme eliminovat či zcela odstranit.

### 2.1 Výhody dřevostaveb

- rychlost výstavby
- nižší cena
- variabilita dispozice a materiálu
- zdravotně nezávadný a ekologický materiál
- obnovitelný a plně recyklovatelný materiál
- tepelně izolační vlastnosti

### 2.2 Nevýhody dřevostaveb

- akustika
- hořlavý materiál – odolnost proti účinkům požáru
- malá odolnost proti biologickým škůdcům
- tvarová nestálost – sedání, dotvarování vlivem objemových změn
- akumulací schopnost stěn – rychlý nárůst i pokles teplot
- při silném větru může vrzat



## 3 Konstrukční systémy dřevostaveb

### 3.1 Lehký dřevěný skelet

Lehký dřevěný skelet, také nazývaný jako „two by four“, je pravděpodobně nejpoužívanějším konstrukčním systémem dřevostaveb u nás i ve světě. Jedná se o konstrukci sestávající se ze subtilních dřevěných sloupků obdélníkového průřezu 2” x 4”, odtud také název, tedy cca 50 x 100 mm. Tyto sloupky jsou osazovány na dřevěné, standardně zdvojené, vodorovné prahy s roztečí 625 mm a vytvářejí rastr budoucích obvodových a vnitřních nosných i nenosných stěn. Ukončeny jsou opět dřevěnými vodorovnými průvlaky nejčastěji stejného průřezu. Tuhost v rovině stěny je zajištěna cementovláknitými a dřevoštěpkovými deskovými materiály tl. 12 – 18 mm. Mezery mezi sloupky jsou vyplněny tepelněizolačním materiálem. Strop je pak také tvořen tyčovými a deskovými dřevěnými prvky.

Konstrukce z předem vyrobených prvků se montuje až na stavbě pomocí hřebíků či sponek. Nejběžnější dřevinou pro výrobu těchto prvků je smrk, často používané jsou hoblované lepené KVH profily 60/90, 60/120, 60/140 mm [2].



**Obr. 10:** Příklad dřevostavby z lehkého skeletu

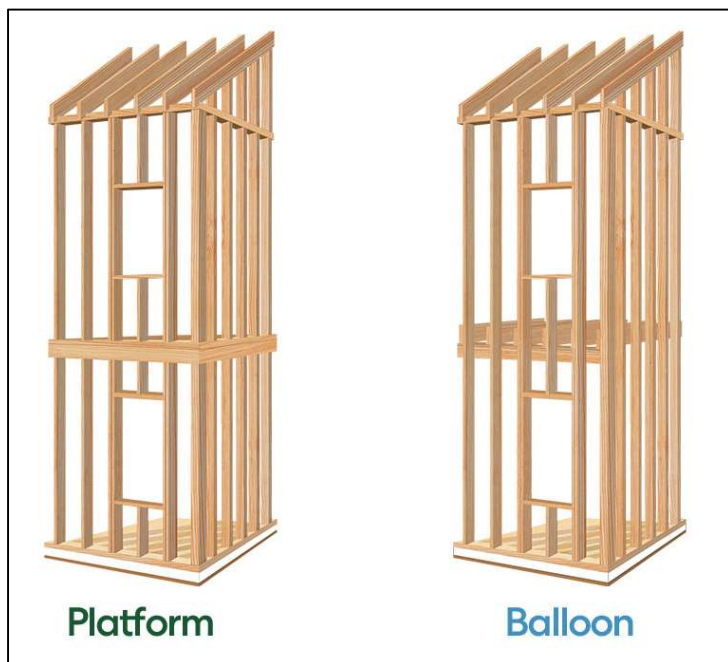
Převzato z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/4909-2018-03-05-06-55-17>





Dle konstrukční návaznosti dalších podlaží se lehký skelet rozděluje na dva typy:

- platform frame: tento konstrukční typ se vyznačuje sloupky na výšku jednoho podlaží ukončených vodorovnými průvlaky, na které jsou osazeny stropní trámy
- balloon frame: tento konstrukční typ se vyznačuje průběžnými sloupky přes více podlaží a na ně jsou připojeny stropní trámy



**Obr. 11:** Rozdíl dvou konstrukčních typů lehkého skeletu  
Převzato z: <https://www.thinkwood.com/light-frame-and-prefab4>

Výhody lehkého skeletu:

- variabilita tvaru konstrukce
- možnost změny dispozice v průběhu stavby
- bez nutnosti těžké mechanizace
- nižší cena za výrobu a dopravu
- kombinace s jinými konstrukčními systémy

Nevýhody lehkého skeletu:

- pracnost při výstavbě
- delší doba výstavby
- menší mechanická odolnost oproti stěnovým systémům
- horší tepelná stabilita – přehřívání
- akustika



### 3.2 Těžký dřevěný skelet

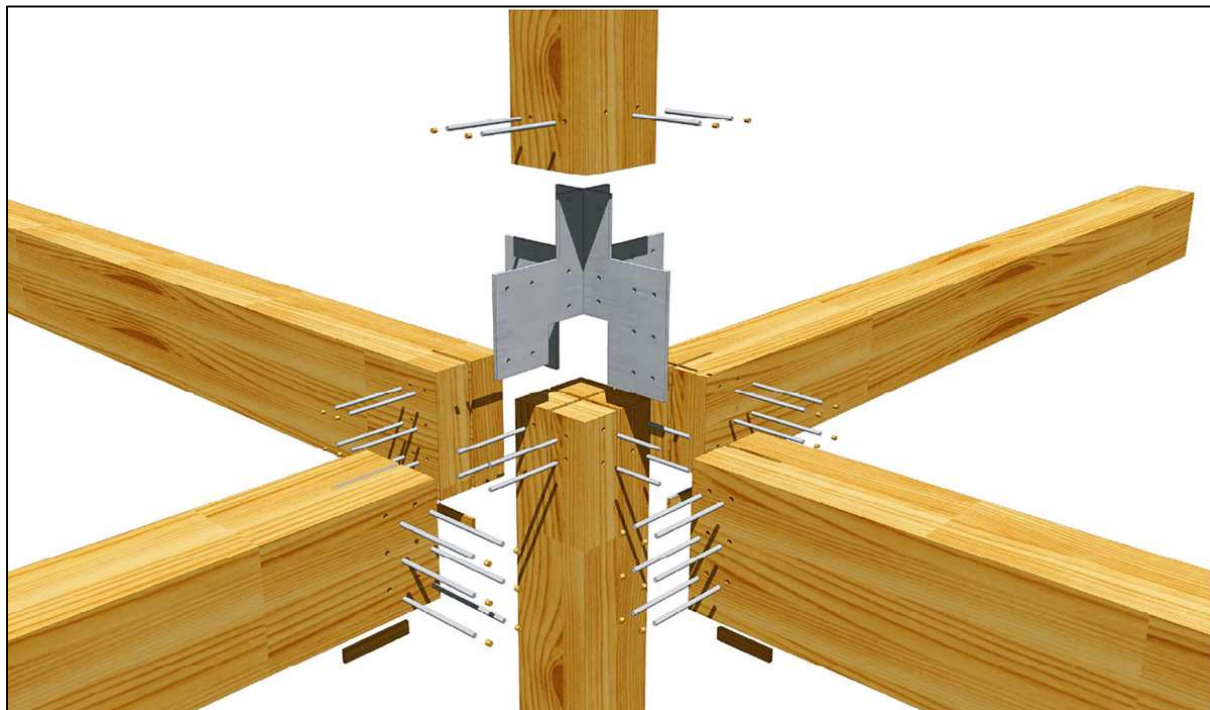
Konstrukci těžkého dřevěného skeletu tvoří pravidelná síť masivních sloupů (průřez od 200 x 200 mm) a na nich osazených vodorovných průvlaků. Běžné rozpony těchto systémů jsou od 5000 – 5500 mm. Stabilita konstrukce je zajištěna především prostřednictvím tuhé stropní tabule ze stropních nosníků, nejčastěji pobytých OSB deskami zajišťujícími jejich spolupůsobení a ocelovými diagonálami. Svislé ztužení je provedeno obvodovým pláštěm, vloženými železobetonovými ztužujícími jádry v místě schodišť či opět ocelovými diagonálami. Obvodový plášť se na nosnou konstrukci montuje z vnější strany z důvodu eliminace tepelných mostů a také z hlediska estetického, kdy nosná konstrukce zůstává v interiéru přiznaná. Plášť může být tvořen přímo na stavbě prostřednictvím dřevěného roštu zakrytého deskovými materiály a do něj vložené tepelné izolace (obdoba lehkého skeletu) či zavěšením předpřipravených obvodových panelů.

Spoje jsou nejčastěji zajištěny pomocí ocelových svorníků a styčnicků. Pro výrobu nosných prvků je nejběžněji využíváno lepené lamelové dřevo [2].



**Obr. 12:** Příklad dřevostavby z těžkého skeletu

Převzato z: <https://www.jakpostavitdrevostavbu.cz/druhy-drevostaveb/>



**Obr. 13:** Příklad kloubového styčníku těžkého skeletu

Převzato z: <https://stavba.tzb-info.cz/nosne-systemy-drevostaveb/7763-stycniky-tezkych-drevenych-skeletu>

Výhody těžkého skeletu:

- variabilita dispozice
- možnost změny dispozice v průběhu stavby
- menší pracnost při výstavbě oproti lehkému skeletu
- kratší doba výstavby oproti lehkému skeletu
- větší rozpony
- eliminace tepelných mostů
- kombinace s jinými konstrukčními systémy
- estetika – přiznaná nosná konstrukce

Nevýhody těžkého skeletu:

- nutnost těžké mechanizace
- technologická kázeň při provádění spojů – výsledné statické působení a stabilita
- vyšší pořizovací cena
- menší mechanická odolnost oproti stěnovým systémům
- horší tepelná stabilita – přehřívání
- akustika



### 3.3 Dřevostavby z vrstveného masivního dřeva

Pro tento typ stále více se rozšiřujících dřevostaveb u nás je charakteristická výstavba z předem vyrobených velkoplošných dřevěných panelů. Celý systém se sestává ze stěnových, stropních a také střešních dílců. Tyto prvky jsou vyráběny na počítačem řízených automatizovaných linkách. V interiéru může být ponechána pohledová textura dřevěného panelu jakožto estetický prvek. Na straně vnější je možností aplikovat kontaktní zateplovací systém či provětrávanou fasádu.

Dílní prvky jsou mezi sebou spojovány pomocí zámků, jištěných lepením a vysokopevnostními vruty. Panely se vyrábějí v rozmezí tlouštěk 80 – 500 mm, přičemž tloušťky jednotlivých lamel jsou 20 – 150 mm, dle použitého druhu materiálu. Nejběžněji používanou dřevinou pro výrobu panelů z masivního dřeva je smrk [2].



**Obr. 14:** Příklad dřevostavby z vrstvených masivních panelů

Převzato z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/5482-drevostavby-z-clt-panelu-vrstveneho-masivniho-dreva>

Foto: Martin Zeman

Vnitřní struktura panelů obvykle využívá následujících čtyř druhů skladeb:

- křížem lepené prvky z jednotlivých vrstev řeziva, nebo desek z aglomerovaného dřeva či jejich vzájemné kombinace
- prvky z vrstveného řeziva – lamel vzájemně spojených kolíky či hřeby
- dutinové nebo komůrkové panely složené z jednotlivých modulů
- masivní homogenní plošně lisované desky (například na bázi OSB)



U nás je nejrozšířenější první možná varianta, tedy křížem lepené nosné prvky, známé také jako CLT panely (Cross Laminated Timber). Mezi výrobce těchto systémů u nás patří jednoznačně systém Novatop, Stora Enso nebo třeba Dekwood – Dekpanel.

Modifikací těchto systémů mohou být dřevěné stropní panely spřažené s železobetonovou monolitickou deskou pomocí ocelových trnů. Tato varianta je optimálním řešením z hlediska ochrany proti účinkům požáru a taktéž i pro zajištění akustických požadavků [2].

Výhody dřevostavby z vrstvených masivních panelů:

- rychlost výstavby
- menší pracnost při výstavbě
- větší rozpory
- statická únosnost
- tvarová stálost
- mechanická odolnost
- přesnost výroby
- tepelně technické vlastnosti – izolační a akumulací
- neprůvzdušnost
- plní funkce parobrzdění – tvorba difúzně otevřených stěn
- akustika – oproti skeletovým a panelovým systémům
- kombinace s jinými konstrukčními systémy
- estetika – přiznaná pohledová textura nosné konstrukce

Nevýhody dřevostavby z vrstvených masivních panelů:

- nutnost těžké mechanizace
- vyšší spotřeba dřeva
- vyšší pořizovací cena
- dodržení minimálních tolerancí při montáži
- menší variabilita změn v průběhu stavby

Pro mnoho výhod a rostoucí trend výstavby objektů z CLT panelů, byl od začátku pro návrh řešené budovy vybrán právě tento systém. Konkrétně pak systém Novatop.

### 3.4 Panelové dřevostavby

Jedná se o dřevostavbu, jejíž výroba je zcela přenesena do výrobních hal. Nejprve jsou vyrobeny kompletní panely s požadovanými výplněmi otvorů (možno i bez), zateplením a podkladní omítkou. Výroba panelů probíhá na hydraulických stolech v horizontální poloze z tyčových prvků tvořících rám, který je zakryt deskovými materiály. Poté je stavba nejprve nanečisto sestavena ve výrobě, provede se její kontrola a následně je převezena na konkrétní místo kde je během krátké doby smontována [3].



**Obr. 15:** Příklad panelové dřevostavby

Převzato z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/5478-panelove-drevostavby-dum-jako-skladacka>

Foto: archiv

Výhody panelové dřevostavby:

- rychlost výstavby
- přenos výroby do výroben
- odstranění klimatických vlivů
- přesnost výroby
- ekonomická efektivita – opakovatelnost
- minimální riziko znehodnocení stavby v průběhu realizace

Nevýhody panelové dřevostavby:

- nutnost těžké mechanizace
- menší variabilita změn v průběhu stavby
- vyšší cena při atypických požadavcích
- technologická kázeň při provádění spojů
- menší mechanická odolnost oproti stěnovým systémům
- akustika



### 3.5 Roubené dřevostavby a sruby

Roubenky i sruby, stejně jako dřevostavby z vrstvených masivních, jsou konstrukce z masivního dřeva, ale jinak se výrazně liší. A liší se i vzájemně mezi sebou. U obou systému jde převážně o jednovrstvé konstrukce (je možné provedení dvojité stěny), kdy jsou stěny tvořeny kladením masivních vodorovných prvků vzájemně na sebe. V případě srubu je to kulatina o průměru cca 30 – 40 cm, zatímco základním konstrukčním prvkem roubenky jsou hranoly o obvyklé šířce 20 – 25 cm a výšce 24 – 28 cm. Společným prvkem obou systémů je právě roubení – spojování předsazených trámů či kulatin ve styčných prostřednictvím tesařských vazeb. Stropní konstrukce tohoto typu dřevostaveb jsou pak trámové, provedené taktéž roubením a celou stavbu tak stahují. Oproti nejvíce využívanému systému z lehkého skeletu spadají tyto do skupiny nejméně používaných dřevostaveb u nás.

Průřez trámů není však jediným a hlavním rozdílem. Zatímco sruby jsou vyráběny výhradně manuálně, tedy pouze za pomoci motorové pily a ručního nářadí a materiálem je, jak už bylo psáno, ručně odkorněná smrková kulatina, tak v případě roubenky probíhá výroba na CNC strojích ze sušeného lepeného dřeva. Srub se musí nejprve postavit ve výrobním areálu a až poté na staveništi. U roubenky je kompletní model stavby naprogramován v počítačovém softwaru a pomocí již zmíněných CNC strojů jsou pak vyrobeny všechny prvky, včetně spojů, prostupů a detailů, takže stavba se montuje rovnou na staveništi. Dalším rozdílem je sedání stavby. U srubu je zapotřebí počítat se sedáním až 20 cm na podlaží, proto je nutné po dokončení montáže nechat stavbu stát přibližně šest měsíců bez uzavření okny, aby mohla vyschnout a sednout si. To výrazně prodlužuje dobu výstavby. Roubenka sedá oproti srubu pouze o 3 – 5 cm na podlaží. Zde technologická přestávka odpadá a dokončení lze provést během tří až čtyř měsíců od montáže [4].



**Obr. 16:** Příklad roubené dřevostavby

Převzato z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/4200-jak-se-stavi-roubenka>

Foto: archiv



**Obr. 17:** Příklad srubu

Převzato z: <https://www.drevostavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/4909-2018-03-05-06-55-17>

Foto: Martin Zeman

Výhody roubené dřevostavby a srubu:

- statická únosnost
- mechanická odolnost
- akumulční schopnost
- akustika – oproti skeletovým a panelovým systémům
- estetika – přiznaná pohledová textura nosné konstrukce

Nevýhody roubené dřevostavby a srubu:

- delší doba výstavby
- nutnost těžké mechanizace
- vyšší pořizovací cena
- tvarová nestálost – sedání
- náročnější údržba
- tepelně technické izolační vlastnosti





### 3.6 Hrázděné dřevostavby

Hrázděné stavby jsou spíše minulostí. Stavby tohoto typu se u nás objevují spíše v pohraničí. Začaly se vyvíjet v období, kdy se dřevo stávalo méně dostupným, a tudíž i drahým materiálem. Jedná se o stavbu kombinující dřevo s jiným stavebním materiálem např. pálenou cihlou (alternativou je směs hlíny s pazdeřím). Dřevěná část vytváří nosnou kostru složenou z velmi kvalitních trámů, jejichž spoje jsou precizně provedeny. Pálená cihla pak slouží jako výplňové pohledové zdivo. Tloušťka vyzdívkvy povětšinou odpovídala tloušťce rámu (150 – 200 mm), ale mohla být i dvojnásobně silnější dle typu užívání budovy. Stěny mohly být z vnitřní strany izolovány např. korkovou drtí či ovčí vlnou prostřednictvím svíslého dřevěného roštu, který se poté pobíl prkny a opatřil omítkou s rákosovou rohoží.

Dřevěná kostra, která většinou oproti vyzdívkce vystupuje o 20 mm je též z exteriérové strany příznána. Skládá se z prahu, který je plochého průřezu a vyroben z jiného než smrkového dřeva. Dále je tvořena věnci/vaznicemi, které je také nutno navrhnout z odolnějšího materiálu, tvoří-li zároveň práh dalšího patra. Mezi tyto vodorovné prvky se čepují sloupky čtvercového průřezu. Jejich osová vzdálenost činí cca 900 – 2000 mm. Neméně důležitým prvkem jsou šikmé vzpěry, které objekt ztužují. Posledním prvkem stěny je paždík tvořící rám pro nadpraží oken a dveří. Spoje všech prvků je třeba zajistit kolíky (kromě křížového čepu) [5].



**Obr. 18:** Příklad hrázděné stavby

Převzato z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/2524-prave-hrazdene-stavby-jsou-jiz-historii>



Výhody hrázděné stavby:

- menší spotřeba dřeva oproti masivním konstrukcím
- mechanická odolnost
- akumulční schopnost
- akustika – oproti skeletovým a panelovým systémům
- estetika – přiznaná pohledová textura nosné konstrukce

Nevýhody hrázděné stavby:

- delší doba výstavby
- pracnost výstavby
- tepelně technické izolační vlastnosti



## 4 Systém z masivních CLT panelů Novatop

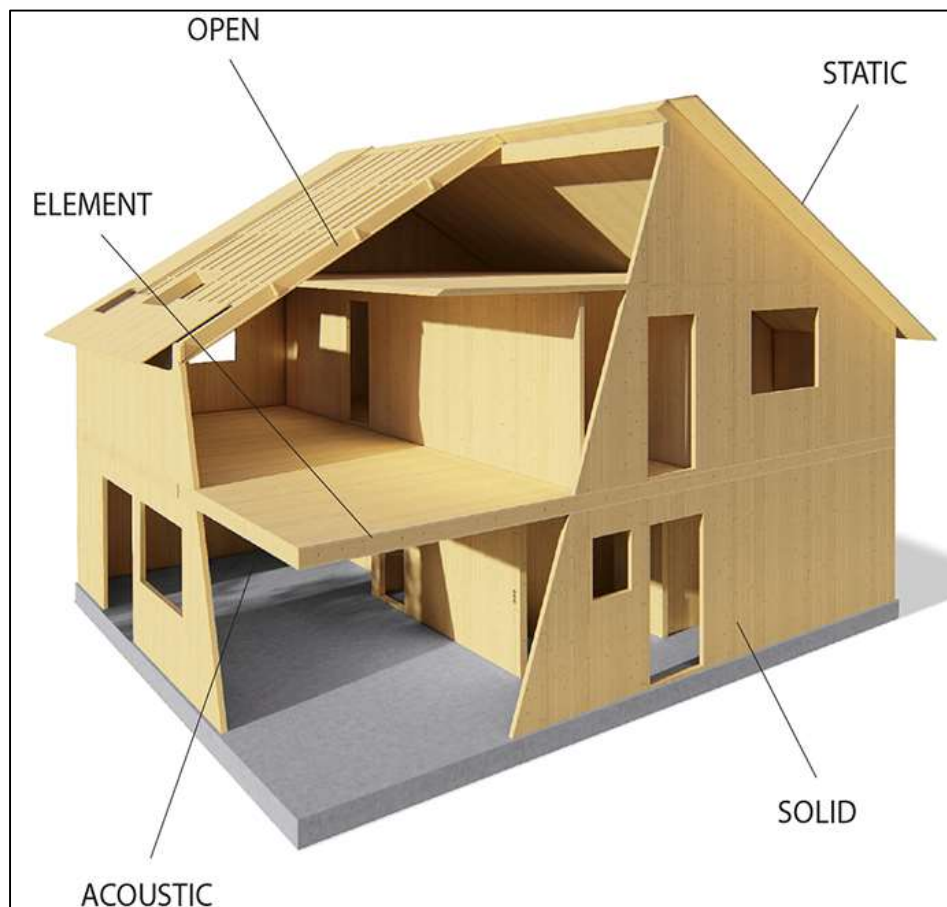
Jelikož byl Novatop systém vybrán pro návrh řešeného penzionu, tak je v této kapitole stručně popsán. Jak už bylo zmíněno, zkratka CLT znamená Cross Laminated Timber, tedy křížem lepené dřevo. Novatop je ucelený stavební systém, který se zabývá výrobou panelů právě z tohoto masivu. Základním prvkem jsou stěnové panely nesoucí označení SOLID. Ty jsou doplněny stropními a střešními prvky ELEMENT a OPEN, jež se vyznačují vysokou statickou únosností při vlastní nízké hmotnosti. Pro řešení prostorové akustiky jsou určeny panely ACOUSTIC, pro vysoce staticky namáhané konstrukce pak pětivrstvé desky STATIC.

Pro jejich výrobu se používají vysušené smrkové lamely, které jsou na sebe skládány po vrstvách. Jednotlivé vrstvy jsou k sobě otočeny o 90°. Počet vrstev panelu určuje jeho výslednou tloušťku. Dřevo je sušeno na vlhkost cca 8 %. Jednotlivé prvky vykazují tvarovou stálost vlivem lepení jednotlivých lamel polyuretanovým lepidlem.

Nosné konstrukce z tohoto systému mohou mít na vnitřní straně přiznanou pohledovou texturu, což působí esteticky a elegantně.

Další výhodou systému je jeho variabilita. Jednotlivé produkty je možno kombinovat jak s jinými dřevěnými konstrukcemi, tak se zděnou stavbou, ocelí či sklem.

Systém je vhodný pro výstavbu rodinných a bytových domů, administrativních budov, škol, sportovišť či velkých průmyslových hal. Novatop splňuje přísná kritéria pro stavění pasivních a energeticky úsporných staveb [6].



**Obr. 19:** Složení systému Novatop

Převzato z: <https://novatop-system.cz/system-novatop/>

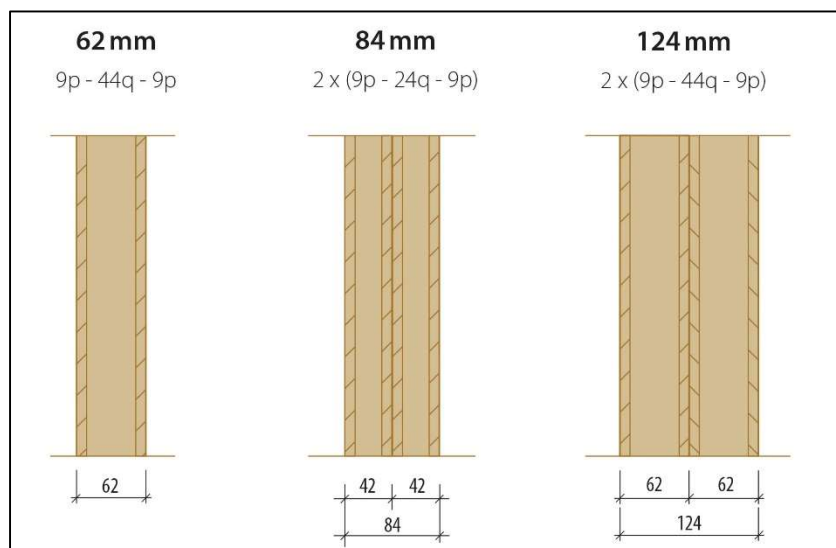
## 4.1 Novatop SOLID

Novatop SOLID jsou prvky určené především pro nosné i nenosné konstrukce stěn v podobě velkoformátových CLT panelů. Mohou sloužit ale také jako podklady stropů a střech či masivní střešní a stropní desky. Panely SOLID se vyrábí ze smrkových lamel skládaných do vrstev a lepených ve všech směrech. Přesné pracování detailů a příprava rozvodů uvnitř panelů probíhá již ve výrobě dle projektu. Tím je usnadněná práce při montáži a zajištěna funkčnost a spolehlivost systému [7].

Standardní formáty: 6000 x 2500, 6000 x 2100, 5000 x 2500, 5000 x 2100 (max. 12000 x 2950) mm

TLoušťky pro stěny: 62, 84, 124 mm

TLoušťky pro stropy: 81, 84, 116 mm



**Obr. 20:** Panely Novatop SOLID

Převzato z: <https://novatop-system.cz/produkt/novatop-solid/>

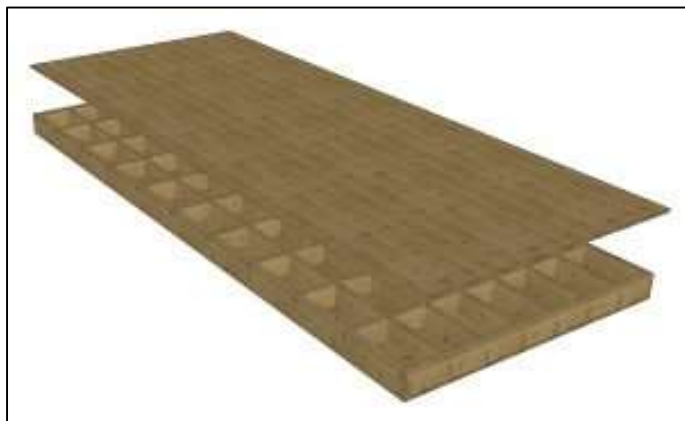
## 4.2 Novatop ELEMENT

Novatop ELEMENT jsou duté velkoplošné panely s žebrovou konstrukcí, určené pro konstrukce stropů a střech. Prostřednictvím těchto panelů je stavba v obou směrech stabilizována. Panely ELEMENT jsou tvořeny spodní vícevrstvou deskou (SWP), na kterou jsou přilepená v obou směrech žebra požadované výšky. Celá konstrukce je pak opět zakryta horní vícevrstvou deskou (SWP). Spojení probíhá lisováním za studena. Žebra vytvářejí kazetové dutiny, do kterých je možno aplikovat izolaci dle požadavků. Panely mohou sloužit jako finální pohledová vrstva a umožňují zapuštění světel a vedení instalací přímo v konstrukci. Přípravy tras pro rozvody a instalace se řeší dle projektové dokumentace uvnitř panelů už ve výrobě. Nespornou výhodou těchto stropů je jejich okamžitá pochůznost. Tyto prvky jsou variabilní a lze vyrábět i velmi atypické tvary [8].

Standardní šířky: 1030, 2090, 2450, max. 2450 mm

Standardní délky: dle projektové dokumentace, standardně 6000, max. 12000 mm

Výšky: 160, 180, 200, 220, 240, 280, 300, 320, max. 400 mm



**Obr. 21:** Panel Novatop ELEMENT

Převzato z: <https://novatop-system.cz/produkt/novatop-element/>

### 4.3 Novatop OPEN

Novatop OPEN jsou velkoplošné panely s žebrovou konstrukcí, určené pro konstrukce difuzně otevřených střech a stěn. Ale také pro konstrukce stropů. Panely OPEN jsou tvořeny spodní vícevrstvou deskou (SWP), na kterou jsou přilepeny hranoly (KVH, DUO, TRIO, BSH či I – nosníky) v osové vzdálenosti 625 mm. Oproti prvkům Novatop Element nejsou zakryty horní vícevrstvou deskou (SWP). Spojení probíhá lisováním za studena. K vyztužení po obvodu a kolem stavebních otvorů se vkládají příčná ztužující žebra. Dimenze a osové vzdálenosti hranolů, plnicích nosnou funkci jsou přizpůsobeny požadavkům projektu. Tyto prvky mají stejné výhody jako panely Novatop Element, navíc je zde možnost uzavření jiným plošným, difuzně otevřeným materiálem [9].

Tloušťky spodní SWP: 19, 27 mm

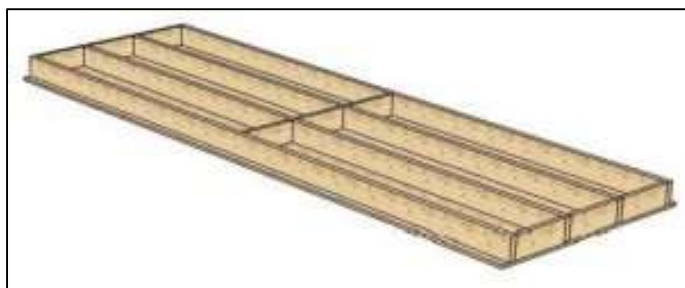
Celkové výšky: 227, 247, 267 mm a jiné

Standardní šířky: 1030, 2090, max. 2450 mm

Délky: dle projektové dokumentace, standardně 6000, max. 12000 mm

Rozměry KVH (DUO,TRIO,BSH, I-nosníky): 200/60, 220/60, 240/60 mm a jiné

Standardní osová rozteč žeber: 625 mm, ostatní podle statického posouzení



**Obr. 22:** Panel Novatop OPEN

Převzato z: <https://novatop-system.cz/produkt/novatop-open/>



## 4.4 Novatop STATIC

Novatop STATIC jsou pětivrstvé velkoplošné desky, určené pro konstrukce střešních přesahů a velkých rozpětí vzhledem k jejich vysoké stabilitě při namáhání tlakem i tahem a také jejich mimořádné statické únosnosti. Tato pětivrstvá deska tvořená smrkovými masivními lamelami má oproti dvěma povrchovým vrstvám z každé strany, středovou vrstvu otočenou o 90°. Její tloušťka může být různá, a tím určuje výslednou tloušťku celé desky. Lamely středové vrstvy jsou lepeny podélně k sobě a délkově jsou napojovány natupo, anebo mohou být průběžné [10].

Tloušťky: 45, 60 mm

### **Novatop STATIC L (podélný směr vláken)**

Šířky: 1040, 1250, 2100, 2500 mm

Délky: 2500, 5000, 6000, max 12000 mm

### **Novatop STATIC Q (příčný směr vláken)**

Šířky: 2500 mm

Délky: 4950 mm



**Obr. 23:** Desky Novatop STATIC – podélný směr vláken; příčný směr vláken

Převzato z: <https://novatop-system.cz/produkt/novatop-static/>

Možnosti obrábění desek:

- Standardní: Pero a drážka, drážky z boku, cinkovaný spoj
- Nestandardní: Perforování do různých profilů (frézováním, řezáním, vrtáním), frézování drážek a otvorů různých tvarů a jiné dle individuální poptávky



**Obr. 24:** Možnosti obrábění desek – pero a drážka; drážky z boku; cinkovaný spoj

Převzato z: <https://novatop-system.cz/produkt/novatop-static/>



## 4.5 Novatop ACOUSTIC

Novatop ACOUSTIC jsou třívrstvé velkoplošné desky (SWP) perforované do různých profilů, určené pro zdokonalení akustických vlastností prostoru. Akustické vlastnosti těchto desek jsou založeny na vhodně zvolené kombinaci dřeva, profilu, absorbéru a povrchové úpravy. Volba absorbéru probíhá na základě požadavků projektu. Dřevinami pro výrobu těchto desek jsou smrk, jedle či dub. Panely ACOUSTIC jsou standardně dodávány bez povrchové úpravy. Povrch panelu je finálně přebroušen až po vyhotovení daného profilu. Panely jsou vhodné do mnoha provozů. Mají nízkou hmotnost a lze je velmi snadno montovat na laťový podkladní rošt i jako zavěšený podhled a jednoduše opracovávat nástroji na dřevo [11].

Maximální rozměr – finální nátěr: 625 x 2500 mm

Standardní šířky: 625, 1250, 2500 mm

Standardní délky: 2500, 3000, 5000 mm

Maximální formát: 2500 x 5000 mm. U všech formátů je nutné zohlednit tvar a provedení profilu při napojování. Min. šířka pro profil Tina je 1250 mm. U profilu Giulia nabízíme standardní délky 3000 a 5000 mm.



**Obr. 25:** Deska Novatop ACOUSTIC

Převzato z: <https://novatop-system.cz/pouziti/dyha-dub-acoustic/>

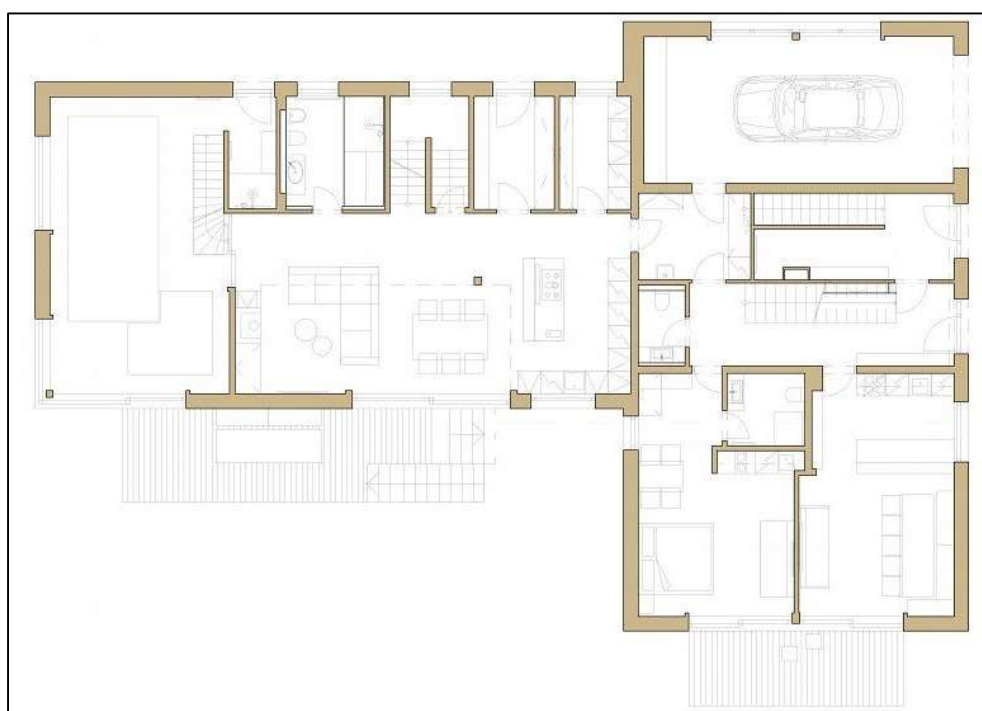


## 5 Obdobně řešené projekty

### 5.1 Horská chata Bovida

Lokalita: Čenkovice – Orlické hory  
Autor studie domu: Ing. arch. Tibor Csukás  
Realizace: 2016

Horská chata je pravidelně využívána rodinou majitele, je zde však také pět apartmánových pokojů. Cílem bylo vytvoření jednoduchého interiéru s požadavkem na maximální využití ubytovací kapacity. Chata pak také disponuje bazénem, vířivkou, saunou, posilovnou, domácím kinem či malou vinárnou.



**Obr. 26:** Půdorys horské chaty Bovida – 1. NP

Převzato z: <https://refresher.cz/61903-Do-teto-ceske-horske-chaty-se-budes-chtit-prestehovat-Najdes-v-ni-saunu-bazen-i-vinarnu>

Zdroj: magdesign.xyz

Konstrukční systém nadzemních podlaží je kompletně tvořen ze stěnových CLT panelů ze smrkového dřeva a je posazen na zděném podzemním podlaží. Textura smrkové desky se objevuje v celém objektu, neboť do celkového konceptu interiéru zapadají i odhalené stropní trámy a podhledy z masivního smrkového dřeva. Ostatní plochy jsou obloženy smrkovou biodeskou. Z biodesek je pak také většina nábytku a dveře. Smrkové dřevo je v interiéru doplněno černými ocelovými prvky. Mezi ně patří i tělo krbu vestavěné do dřevěné stěny. Krb je obložený černým ocelovým plechem, ze kterého je vyrobena i nika na dřevo.

Na podlaze suterénu, u bazénu a v koupelnách je položena velkoformátová gresová dlažba. Ve většině ostatních místností je masivní dubová podlaha. Koberec architekti použili ve vstupních prostorách, v ložnici majitelů, dětských pokojích či domácím kině [12].





**Obr. 27 a 28:** Fotografie horské chaty Bovida – interiér a exteriér

Převzato z: <https://kiva.myportfolio.com/fashion>

Foto: Vladimír Kiva Novotný

Převzato z: <https://www.bovida.cz/cs/m-3-fotogalerie-chaty-bovida-v-cenkovicich>



## 5.2 Horská chata – Gubrandslie Cabin

Lokalita: Tyinkrysset, Filefjell – Norsko

Realizace: 2015

Architekti: Helen & Hard

Plocha: 110 m<sup>2</sup>

Výrobce: Novatop

Konstrukce: Novatop Open

Hrubá stavba: Dřevostavby MC

Doba montáže: 7 dní

Konstrukce objektu je tvořena prefabrikovanými masivními dřevěnými panely, vyrobenými ze smrkového dřeva firmou Novatop. Dřevěná nadzemní část tvoří hlavní obytný prostor objektu a je umístěna na železobetonové suterénní základně. Zde se nacházejí parkovací stání, sauna a skladovací prostory. Nadzemní část je ve tvaru písmene L a má polootevřenou stěnu vedle hlavního vchodu, která se otevírá směrem k nádhernému výhledu ze soukromé části objektu. Objem celého objektu je dělen do tří úrovní respektujících topografii terénu, do kterého je zasazen. Aby byla chata chráněna před nepříznivými povětrnostními a klimatickými podmínkami, má střecha tvar okolní krajiny, což umožňuje snadné přejíždění větru a sněhu. Okolní krajinou jsou inspirovány též tvary oken.



**Obr. 29:** Půdorysy horské chaty – Gubrandslie Cabin – 1. PP a 1. NP

Převzato z: [https://www.archdaily.com/904535/gubrandslie-cabin-helen-and-hard-architects?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_projects](https://www.archdaily.com/904535/gubrandslie-cabin-helen-and-hard-architects?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects)

Hlavním přístupem při výstavbě bylo dosažení co možná nejmenšího dopadu na místo, kde je stavba situována. Volba konstrukce ze stěnových panelů Novatop Open umožnila nejen splnění tohoto požadavku, ale s tím také spojenou krátkou dobu výstavby, což je v nepříznivých horských podmínkách velká výhoda. Avšak klimatické podmínky v místě stavby, vzdálené 2200 km od výroby, nebyly jedinou řešenou problematikou, ale také fakt, že ani jeden úhel mezi dvěma stěnami není pravý [13].



**Obr. 30 a 31:** Fotografie horské chaty – Gubrandslie Cabin – interiér a exteriér

Převzato z: <https://novatop-system.cz/pouziti/rodinny-dum-norsko/>

Foto: Rasmus Norlander, Ragnar Hartvig

Zdroj: Helen & Hard



## 5.3 Horská usedlost Šumava

Lokalita: Šumava

Realizace: 2018

Architekti: tři architekti, Michal Fišer, Tomáš Zdvihal

Spolupráce: Jitka Hofmeisterová

Zastavěná plocha: 291 m<sup>2</sup>

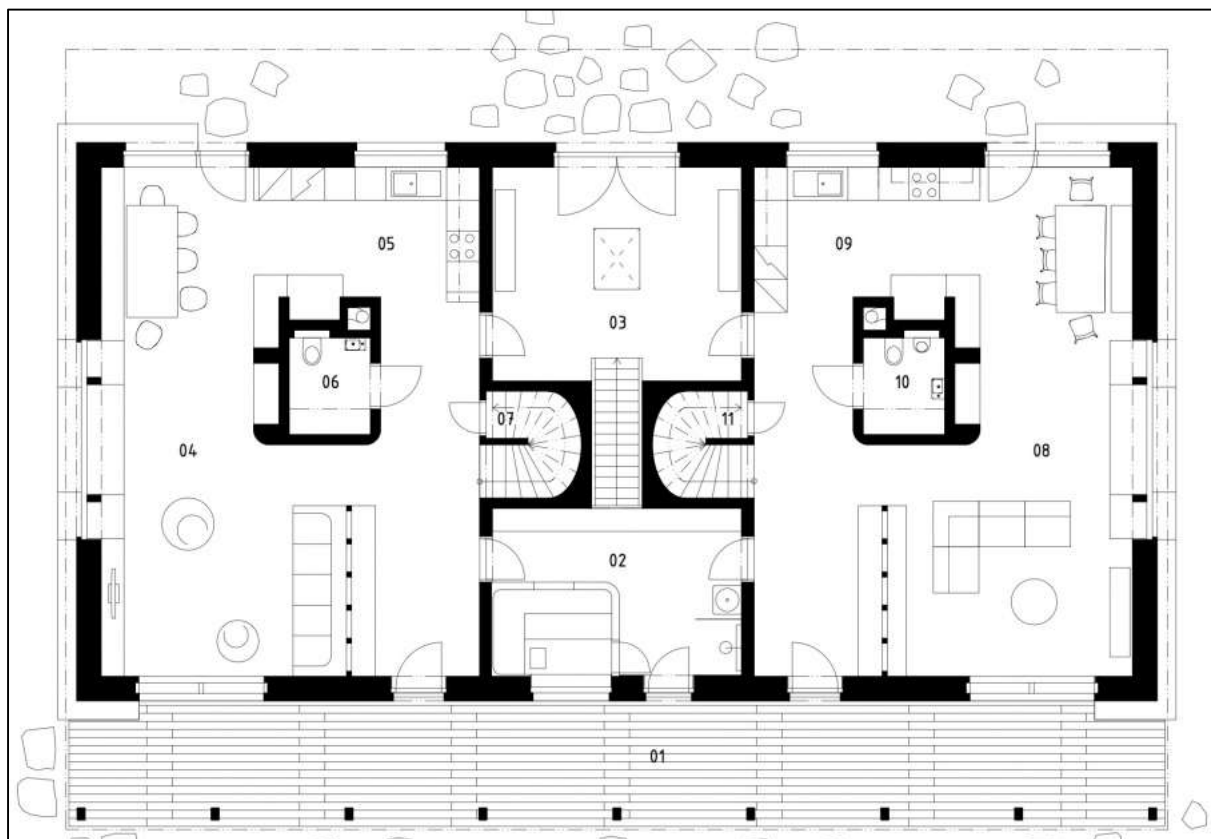
Užitná plocha: 462 m<sup>2</sup>

Obestavěný prostor: 2096 m<sup>3</sup>

Hrubá stavba: Salvete s.r.o.

Objekt je situován v Národním parku Šumava ve výšce přes 1000 m n m. Cílem tedy bylo postavit horskou usedlost umožňující trvalé obývání ve dvou soběstačných jednotkách, která by svým vzezřením zapadala do místního krajinného rázu, a zároveň použitou technologií splňovala nároky moderního bydlení. Aby tedy poskytovala uživatelům dostatečný obytný komfort.

Dispozice vychází z tradičního příčného dělení, zde v podobě dvou totožných, samostatně užitelných obytných jednotkách. Každá má svůj přední i zadní vstup. Přízemí tvoří společenskou část a nachází se zde i společná sauna či lyžárna, v podkroví je pak část ložnicová. Suterén je sdílený a je využíván pro technické zázemí. Podél celé východní strany domu je sdílené kryté zápraží.



**Obr. 32:** Půdorys horské usedlosti Šumava – 1. NP

Převzato z: <https://www.archiweb.cz/b/horska-usedlost-na-sumave>



Vůdčím konstrukčním materiálem je masivní dřevo v podobě velkoplošných prefabrikovaných CLT panelů. Volba této nosné konstrukce přináší výhody v podobě stálosti, šetrnosti k životnímu prostředí, rychlé montáže a flexibility. Právě proto byla upřednostněna před jinými technologiemi (roubená stavba, lehký skelet). Tvrdá spodní stavba z betonu a kamene společně s monolitickou základovou deskou v nepodsklepené části vytváří pevnou bázi pro měkkou horní stavbu. Vnější povrchy obvodového pláště jsou tvořeny tradičním svíslým obkladem, sokl je v exponovaných částech chráněn povětrnostními vlivy kamenným obkladem. Vnitřní povrchy jsou převážně tvořeny pohledovou texturou dřevěné nosné konstrukce. Uvnitř obytné části jsou vytvořena betonová jádra, která jsou určena nejen pro členění dispozice, ale také plní funkce konstrukční a mikroklimatické. Obdobně je řešeno i schodišťové jádro.

Jednoduché hmotě dominuje plocha střechy s krytinou z přírodní břidlice, členěná po obou stranách pásovými vikýři. Přiznaný přesah střechy stlačuje hmotu přízemí, mírně roztažený příčný profil štítu, částečné zapuštění objektu do mírného svahu, kamenné opěrné zídky – to vše podporuje horizontalitu základní hmoty. Dům tak působí jakoby vrstlí do země [14].



**Obr. 33 a 34:** Fotografie horské usedlosti Šumava – interiér a exteriér  
Převzato z: <https://www.3ae.cz/rd-sumava>  
Foto: Tomáš Rasl



## 5.4 Rodinný dům Holice

Lokalita: Holice

Realizace: 2018

Architekti: Nature systems, Márton J., Příbylová J.

Užitná plocha: 133,7 m<sup>2</sup>

Obestavěný prostor: 797 m<sup>3</sup>

Výrobce: Novatop

Hrubá stavba: 3AE s.r.o.

Celková stavební náklady: 6 mil. Kč

Měrná potřeba tepla na vytápění: 15 kWh/(m<sup>2</sup>\*a)

Celková potřeba primární energie: 50 kWh/(m<sup>2</sup>\*a)

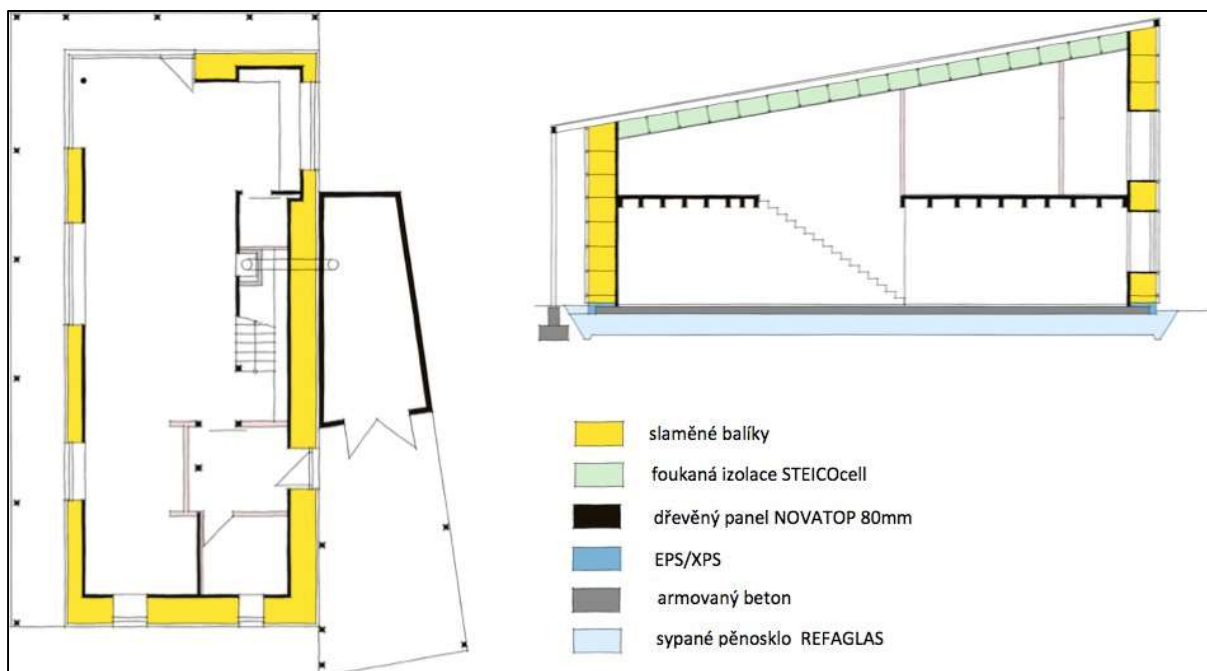
Celková neprůvzdušnost n<sub>50</sub>: 0,3 h<sup>-1</sup>

Průměrný součinitel prostupu tepla U<sub>em</sub>: 0,16 W/(m<sup>2</sup>\*K)

Energetická náročnost budovy (dle PENB): A – mimořádně úsporná

Pozemek rodinného domu se nachází v oblasti s tradiční vesnickou zástavbou v obci Holice. Orientace i celkové umístění domu vychází z protáhlého tvaru pozemku přístupného pouze z východní strany. Dům je proveden v pasivním standardu. Půdorys obdélníkového tvaru je natočen tak, že hlavní obytné místnosti jsou ve vizuálním kontaktu s navazující zahradou a jsou orientovány k osluněné jihozápadní straně. K severovýchodní a jihovýchodní straně jsou pak natočeny místnosti s jiným účelem.

Jihozápadní a severozápadní fasáde objektu je předsazena dřevěná konstrukce pergol vynášející vodorovné stínící prvky využívající popínavou zeď. Stěžejní dvoupodlažní hmota se tak částečně halí do zeleně. Stínící prvky pergoly jsou na dvou místech vystřídány krytými přístřešky. K severovýchodní fasádě je přidružen objekt nezateplené dílny a přístřešek k hlavnímu vstupu s možností krytého parkování pro jedno auto.



**Obr. 35:** Půdorys rodinného domu Holice – 1. NP a řez

Převzato z: <https://www.hlinaproductum.cz/news/vyuziti-slamy-v-soudobe-architekture-a-stavitelstvi/>



Nosná konstrukce obvodových stěn je provedena z velkoplošných křížem lepených panelů Novatop tloušťky 84 mm. Podkladem dřevěné nosné konstrukce je železobetonová deska na šterku z pěnoskla Refaglass. Konstrukce stropu je složena z masivních trámů a desky Novatop. Provětrávaná pultová střecha je vynášena „I“ nosníky Steico joist výšky 450 mm, které jsou opatřeny spodním záklopem a prostor mezi nimi vyplněn foukanou izolací z celulózy.

Obvodový plášť je zateplen dvojitou vrstvou slaměných balíky o celkové tloušťce 700 mm (jeden balík tloušťky 350 mm). Zakládací vrstvu pro slaměné balíky tvoří extrudovaný polystyren (XPS). Slaměné balíky byly po montáži pokryty vrstvou hliněné omítky, která plní závětrnou a protipožární funkci. Finální vrstva zateplené části objektu je provedena obkladem dřevěnými opalovanými prkny tloušťky 22 mm na dřevěném roštu. Všechny střechy jsou ozeleněny jako bezúdržbové extenzivní, se sukulentními společenstvy. Tím se sníží vliv domu na vodní režim v krajině tak, že voda v ní zůstane a ovlivní přirozeným způsobem mikroklima v okolí domu, zbytečně nezvýší teplotu okolního vzduchu a díky menším rozdílům teplot v konstrukci zvýší životnost střešního pláště. Střecha je také osazena fotovoltaické panely.



**Obr. 36:** Fotografie rodinného domu Holice – exteriér

Prevzato z: <https://www.pasivnidomy.cz/domy/nizkoenergeticky-slameny-rd-holice-752#zakladni-udaje>

Interiér v obytných místnostech je řešen pohledovou vrstvou nosné konstrukce. Ta je opatřena dalšími vrstvami pouze v koupelnách, WC a kuchyni. Příčky jsou navrženy z hliněných nepálených cihel s hliněnými omítkami, zajišťující svou absorpční schopností regulaci vlhkosti ve vnitřním prostředí na optimálních hodnotách. V součinnosti s betonovou roznášecí vrstvou v podlaží je zajištěna dostatečná tepelná akumulace budovy. Část příček je dle potřeby provedena ze sádkokartonu, především na místech s posuvnými dveřmi. Okna jsou zasklena izolačními trojskly.

Větrání je navrženo řízené s rekuperací tepla. Vytápění zajišťuje krbová vložka v obývacím pokoji, zálohově topné elektrické podlahové rohože. Provedena je také příprava na přímotopy a elektrickými žebříčky v koupelnách. Ohřev vody probíhá v akumulární nádrži IZT Dražice NADO 500 l pomocí FV a výměníku tepla z krbové vložky [15].



## 5.5 Rekreační objekt Pyšely

Lokalita: Pyšely

Dispozice: 5+1

Podlaží: 1 podzemní a 2 nadzemní

Zastavěná plocha: 150 m<sup>2</sup>

Užitná plocha: 285 m<sup>2</sup>

Výrobce: Stora Enso

Hrubá stavba: Halové objekty – Divize Futurami

Doba montáže: 4 – 5 dní

Tento nízkoenergetický objekt, s dispozicí 5+1 a wellness určený pro celoroční rekreaci, je navržen jako dřevostavba z CLT panelů od výrobce Stora Enso. Z těchto masivních křížem lepených panelů ze smrkového dřeva jsou postavena dvě nadzemní podlaží. Podzemní podlaží, na kterém je dřevostavba položena, je železobetonové. Stěnové panely jsou provedeny jako pohledové tloušťky 100 mm. Stropní panely jsou navrženy v tloušťkách 120 a 140 mm. Obálka budovy je řešena jako difuzně otevřená provětrávaná fasáda, obložena fasádními Rhombus profily ze sibiřské borovice v provedení Thermowood. Aby bylo dosaženo nízkoenergetického standardu, jsou v objektu navržena hliníková okna s dvojskly. Vytápění je řešeno jako podlahové pomocí teplovodní otopné soustavy. Zdrojem je potom plynový kotel [16].



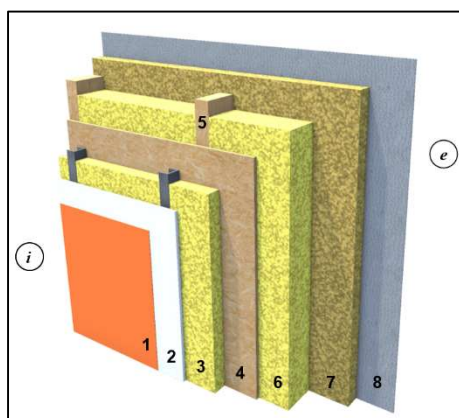
**Obr. 37:** Fotografie rekreačního objektu Pyšely – exteriér  
Převzato z: <https://www.futurami.cz/reference/pysely/>



## 6 Skladby obvodového pláště dřevostavby

### 6.1 Difuzně otevřená skladba

Difuzně otevřená skladba obvodového pláště se vyznačuje absencí parotěsnicí vrstvy u vnitřního povrchu. To znamená, že páry z interiéru mohou procházet skrze konstrukci do exteriéru. To ale také znamená, že ani na vnějším líci konstrukce nemůže být použit materiál s velkým difuzním odporem. Docházelo by totiž k zadržování par ve skladbě konstrukce a jejich následné kondenzaci, což je nežádoucí z hlediska správné funkčnosti a životnosti jednotlivých vrstev obvodového pláště. Příkladem materiálu, který by v takovéto skladbě neměl být použit je tepelná izolace z pěnového polystyrenu (EPS). Jako tepelný izolant se zde používají minerální vlákna či foukaná celulóza. Funkci vzduchotěsnicí vrstvy zde přebírá deskový materiál na vnitřní straně konstrukce.



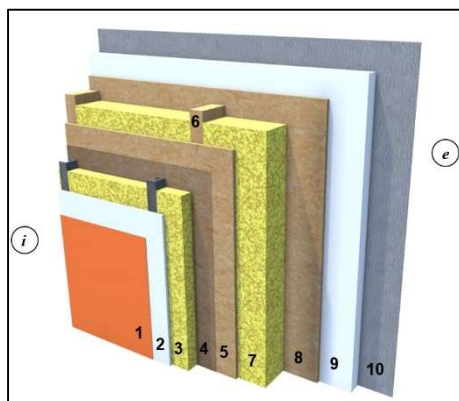
- 1 – Malba včetně penetrace
- 2 – Instalační předstěna – sádkartonové desky tl. 12,5 mm na ocelovém roštu 62,5 mm
- 3 – Minerální vlna mezi ocelovým roštem tl. 40 mm
- 4 – OSB deska PD 15 mm
- 5 – Sloupková konstrukce 60/140 mm
- 6 – Minerální vlna mezi sloupky tl. 140 mm
- 7 – Dřevovláknitá deska 60 mm
- 8 – Vnější silikátová omítka 2 mm

**Obr. 38:** Příklad skladby difuzně otevřené stěny

Převzato z: <https://www.estav.cz/cz/3464.skladby-obvodoveho-plaste-drevostavby>

### 6.2 Difuzně uzavřená skladba

Difuzně uzavřená skladba naopak parotěsnicí vrstvu obsahuje. Často je touto vrstvou PE fólie a je zapotřebí její dokonale těsné provedení. Tím je zabráněno průniku par skrze konstrukci směrem k exteriéru. Zde už je pak aplikace kontaktního zateplovacího systému s tepelnou izolací z pěnového polystyrenu (EPS) možná [17].



- 1 – Malba včetně penetrace
- 2 – Instalační předstěna – sádkartonové desky tl. 12,5 mm na ocelovém roštu 62,5 mm
- 3 – Minerální vlna mezi ocelovým roštem tl. 40 mm
- 4 – Parotěsná fólie
- 5 – OSB deska PD 15 mm
- 6 – Sloupková konstrukce 60/140 mm
- 7 – Minerální vlna mezi sloupky tl. 140 mm
- 8 – OSB deska PD 15 mm
- 9 – Polystyren EPS 70 Z 60 mm
- 10 – Vnější silikátová omítka

**Obr. 39:** Příklad skladby difuzně uzavřené stěny

Převzato z: <https://www.estav.cz/cz/3464.skladby-obvodoveho-plaste-drevostavby>



## 7 Výběr pozemku

### 7.1 Obecné informace

Pro výstavbu tohoto objektu byla vybrána lokalita města Vimperk na Šumavě. Samotný pozemek by měl být situován na kopci v mírně svažitém terénu, s výhledem na město. Pozemek by se měl nacházet v odlehlejší části města, v blízkosti lesů. Rozloha pozemku musí zajišťovat dostatečný prostor jak pro výstavbu objektu, tak pro přilehlou zahradní plochu.

### 7.2 Vybraný pozemek

Tento pozemek se nachází v severovýchodní části města, která spadá do katastrálního území Boubská. Plocha pozemku leží v zastavitelném území města, spadající do smíšených obytných ploch. Výměra pozemku činí 2736 m<sup>2</sup>. S ohledem na fakt, že je pozemek chráněn zemědělským půdním fondem, bude nutné zajistit jeho vyjmutí z něj.

### 7.3 Výpis z katastru nemovitostí

Informace o pozemku	
Parcelní číslo:	<a href="#">895/128</a>
Obec:	<a href="#">Vimperk [550647]</a>
Katastrální území:	<a href="#">Boubská [608611]</a>
Číslo LV:	<a href="#">1988</a>
Výměra [m <sup>2</sup> ]:	2736
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Mapový list:	
Určení výměry:	Graficky nebo v digitalizované mapě
Druh pozemku:	trvalý travní porost

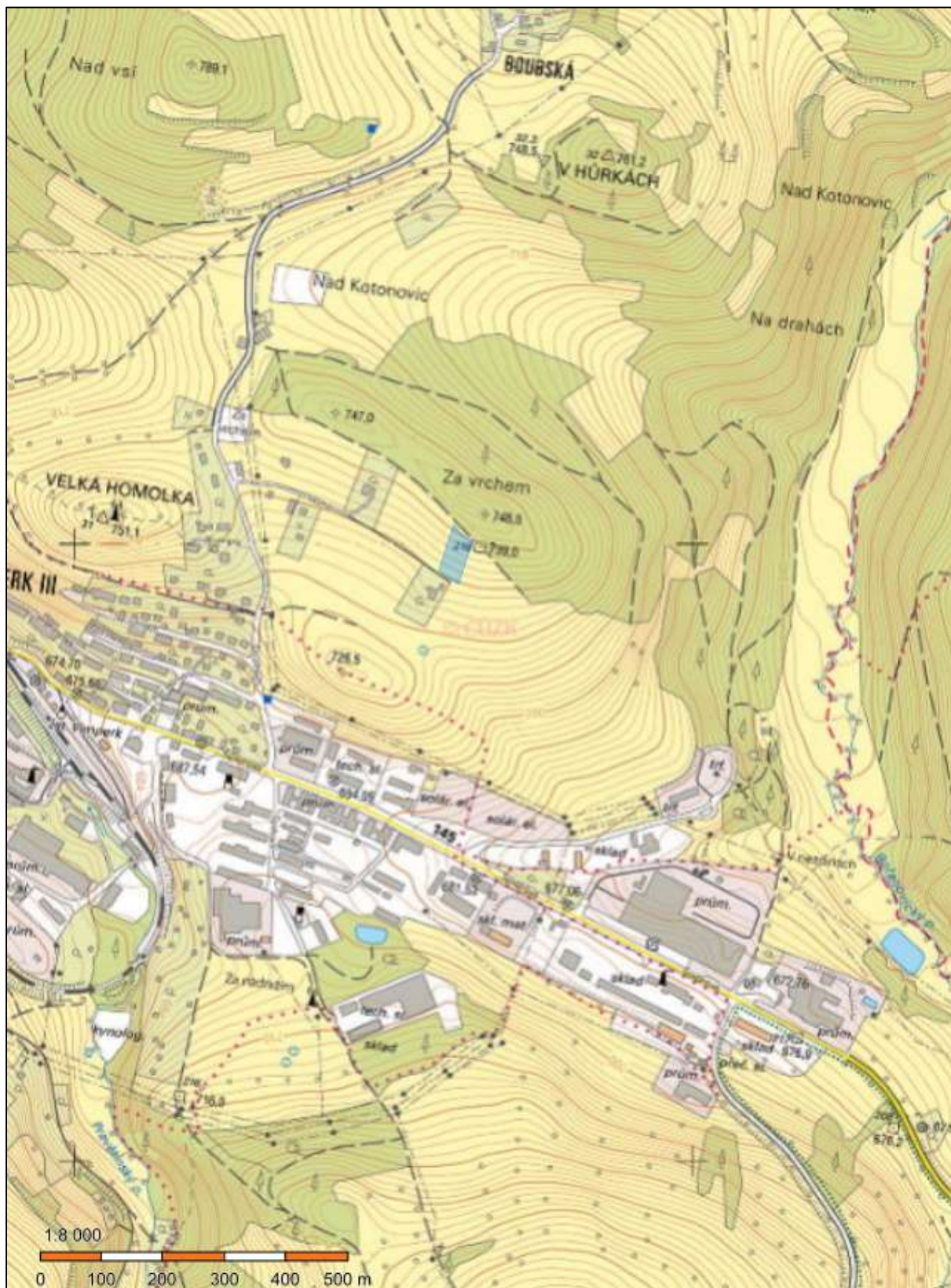


Vlastníci, jiní oprávnění	
Vlastnické právo	Podíl
[Redacted]	

Způsob ochrany nemovitosti	
Název	
zemědělský půdní fond	

Seznam BPEJ	
BPEJ	Výměra
<a href="#">93644</a>	2554
<a href="#">93621</a>	182

**Obr. 40:** Výpis z katastru nemovitostí  
Převzato z: <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>



**Obr. 41:** Výkres širších vztahů 1:8000  
Převzato z: <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>

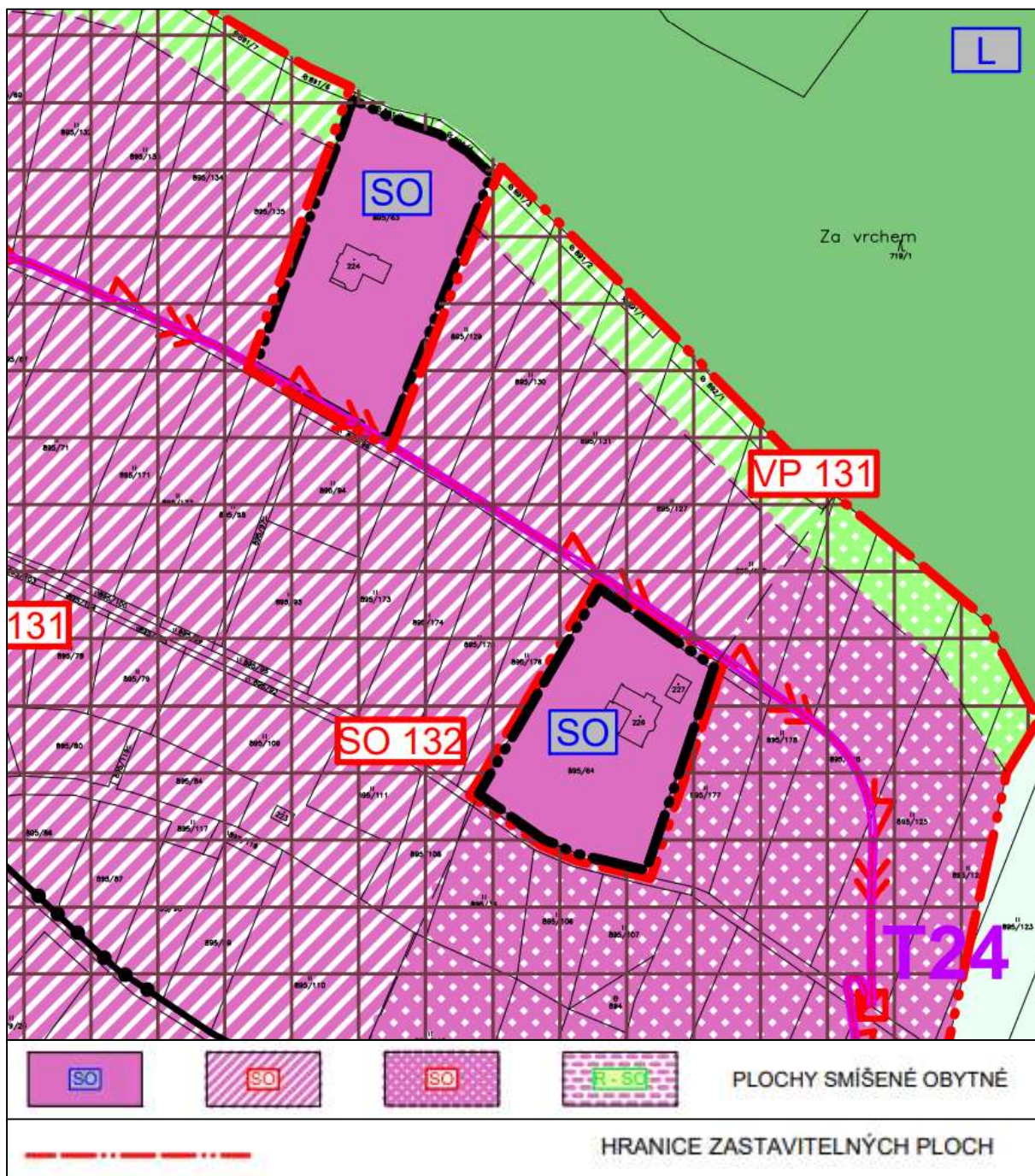


**Obr. 42:** Výkres širších vztahů 1:4000  
Převzato z: <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>



**Obr. 43:** Situace pozemku 1:500

Převzato z: <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>



Obr. 44: Výsek územního plánu

Převzato z: <https://www.vimperk.cz/html/fsmedia/UP/Vimperk/20191220/vimperk2.pdf>



**Obr. 45 a 46:** Letecké snímky pozemku a jeho okolí – 1 a 2  
Převzato z: <https://www.google.com/maps>



## 8 Požadavky na budovu

V této části jsou vypsány základní požadavky na stavební konstrukce, dále obecné požadavky pro obytné budovy, ale také požadavky na budovy v pasivním standardu.

### 8.1 Požadavky na stavební konstrukce

#### 8.1.1 Požadavky na součinitele prostupu tepla

Zde jsou uvedeny doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce dle normy ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky [18].

Pro budovy v pasivním standardu:

- stěna vnější:  $U_{pas,20} = 0,18 - 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- střecha plochá a šikmá se sklonem do  $45^\circ$  včetně:  $U_{pas,20} = 0,15 - 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině:  $U_{pas,20} = 0,22 - 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru:  
 $U_{pas,20} = 0,30 - 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří:  $U_{pas,20} = 0,80 - 0,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  – použito i pro výplň otvoru z vytápěného k nevytápěnému prostoru
- šikmá výplň otvoru se sklonem do  $45^\circ$ , z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:  
 $U_{pas,20} = 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního (včetně rámu):  
 $U_{pas,20} = 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- nekovový rám výplně otvoru:  $U_{pas,20} = 0,90 - 0,70 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

#### 8.1.2 Požadavky na zvukovou neprůzvučnost

Zde jsou uvedeny požadované hodnoty na zvukovou izolaci pro jednotlivé konstrukce dle normy ČSN 73 0532 [19].

Pro bytové domy, rodinné domy – nejméně jedna obytná místnost bytu:

- všechny ostatní obytné místnosti téhož bytu – stropy:  $R'_w, D_{nT,w} = 47 \text{ dB}$
- všechny ostatní obytné místnosti téhož bytu – stěny:  $R'_w, D_{nT,w} = 42 \text{ dB}$
- všechny ostatní obytné místnosti téhož bytu – dveře:  $R'_w = 27 \text{ dB}$





### 8.1.3 Požadavky na požární odolnost

Zde jsou uvedeny požadované hodnoty požární odolnosti pro jednotlivé konstrukce dle normy ČSN 73 0802 [20].

Dle čl. 3.5 ČSN 73 0833 jde o objekt OB1, pro které není v této normě výpočtové požární zatížení. Požární zatížení je stanoveno dle ČSN 73 0802, přílohy B.1 na  $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  a je nutné jej navýšit o hodnotu  $p_v'$ . Stálé požární zatížení je konzervativně uvažováno jako  $p_s = 10 \text{ kg/m}^2$ , tzn.  $p_v' = (p_s - 5) * 1,15 = (10 - 5) * 1,15 = 5,75 \text{ kg/m}^2$ . Výsledné výpočtové požární zatížení je pak stanoveno jako  $p_v + p_v' = 40 + 5,75 = 45,75 \text{ kg/m}^2$ .

Pro stupeň požární bezpečnosti požárního úseku II, stanoveného na základě čl. 4.1.1 ČSN 73 0833:

- obvodové stěny zajišťující stabilitu objektu nebo jeho části – podzemní podlaží: REW 30 DP1
- obvodové stěny zajišťující stabilitu objektu nebo jeho části – nadzemní podlaží: REW 30 DP3
- obvodové stěny zajišťující stabilitu objektu nebo jeho části – poslední nadzemní podlaží: REW 15 DP3
- nosné konstrukce střech: R/RE 15 DP3
- nosné konstrukce uvnitř požárního úseku, které zajišťují stabilitu objektu – podzemní podlaží: R/RE 30 DP1
- nosné konstrukce uvnitř požárního úseku, které zajišťují stabilitu objektu – nadzemní podlaží: R/RE 30 DP3
- nosné konstrukce uvnitř požárního úseku, které zajišťují stabilitu objektu – poslední nadzemní podlaží: R/RE 15 DP3
- nenosné konstrukce uvnitř požárního úseku: není požadavek
- konstrukce schodišť uvnitř požárního úseku, které nejsou součástí chráněných únikových cest: v objektu OB1 se neposuzuje, doporučeno R15 DP3
- střešní pláště: bez požadavku
- výtahové a instalační šachty: nejsou přítomny

## 8.2 Obecné požadavky

### 8.2.1 Požadavky na vnitřní výpočtové teploty a relativní vlhkosti vzduchu

Zde jsou uvedeny vnitřní výpočtové teploty a relativní vlhkosti vzduchu pro jednotlivé místnosti dle normy ČSN EN 12831 a ČSN 06 0210 [21].

Pro obytné budovy – občasně využívané (rekreační):

V době provozu:

- obytné místnosti:  $t_i = 20 \text{ °C}$ ;  $\varphi_{ai} = 60 \%$
- kuchyně:  $t_i = 20 \text{ °C}$ ;  $\varphi_{ai} = 60 \%$
- koupelny:  $t_i = 24 \text{ °C}$ ;  $\varphi_{ai} = 90 \%$



- klobouky:  $t_i = 20 \text{ °C}$ ;  $\varphi_{ai} = 60 \%$
- vytápěné vedlejší místnosti (předsíně, chodby aj.):  $t_i = 15 \text{ °C}$ ;  $\varphi_{ai} = 60 \%$
- vytápěná schodiště:  $t_i = 10 \text{ °C}$ ;  $\varphi_{ai} = 60 \%$

Mimo provoz:

- veškeré:  $t_i = 5 \text{ °C}$ ;  $\varphi_{ai} = 80 \%$

### 8.2.2 Požadavky na letní tepelnou stabilitu

Zde jsou uvedeny požadavky na maximální přípustnou teplotu v interiéru v letním období dle ČSN 73 0540-2 [22].

- nevýrobní objekty, bez strojního chlazení:  $\theta_{ai,max,N} = 27 \text{ °C}$
- obytné budovy: možnost překročení maximální hodnoty o  $2 \text{ °C}$  na souvislou dobu nejvýše 2 hodiny během normového dne, pokud uživatel souhlasí  $\theta_{ai,max,N} = 29 \text{ °C}$

### 8.2.3 Požadavky na větrání obytných budov

Zde jsou uvedeny požadavky na větrání obytných budov podle národní přílohy Z1 k ČSN EN 15665 [23].

Trvalé větrání (průtok venkovního vzduchu):

- intenzita větrání: minimum =  $0,3 \text{ h}^{-1}$ ; doporučeno =  $0,5 \text{ h}^{-1}$
- dávka venkovního vzduchu na osobu: minimum =  $15 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{os})$ ;  
doporučeno =  $25 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{os})$

Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu):

- kuchyně: minimum =  $100 \text{ m}^3/\text{h}$ ; doporučeno =  $150 \text{ m}^3/\text{h}$
- koupelny: minimum =  $50 \text{ m}^3/\text{h}$ ; doporučeno =  $90 \text{ m}^3/\text{h}$
- WC: minimum =  $25 \text{ m}^3/\text{h}$ ; doporučeno =  $50 \text{ m}^3/\text{h}$

### 8.2.4 Požadavky na denní osvětlení obytných budov

Zde jsou uvedeny požadavky na hodnoty činitele denní osvětlenosti dle ČSN 730580-2:2007 Denní osvětlení budov. Část 2. Denní osvětlení obytných budov [24].

- obytné místnosti s bočním osvětlením:
  - ve dvou kontrolních bodech v polovině hloubky místnosti, vzdálených 1 m od vnitřních povrchů bočních stěn musí být hodnota činitele denní osvětlenosti nejméně 0,7 % nejdále 3 m od okna
  - průměrná hodnota z obou těchto bodů nejméně 0,9 %



### 8.2.5 Technické požadavky pro rodinné domy a stavby pro rodinnou rekreaci

Zde jsou uvedeny technické požadavky pro rodinné domy a stavby pro rodinnou rekreaci dle vyhlášky č. 268 /2009Sb. Vyhláška o technických požadavcích na stavby [25].

- světlá výška obytných místností: 2600 mm
- světlá výška podkroví: 2300 mm
- světlá výška v obytných místnostech se šikmým stropem: musí být nejmenší světlá výška dosažena alespoň nad polovinou podlahové plochy místnosti
- sklon schodišťových ramen hlavních schodišť do obytných podlaží: max. 35°, nepřesáhne-li konstrukční výška 3000 mm, je možno zvýšit sklon schodišťových ramen až na 41°
- počet schodišťových stupňů v jednom schodišťovém rameni: max. 18 stupňů
- podchodná výška schodišť a chodeb: min. 2100 mm
- průchodná šířka schodišť a chodeb: min. 900 mm

### 8.3 Požadavky na energetický standard budovy

U navrhovaného objektu je požadováno splnění parametrů pro energeticky pasivní standard, které jsou stanoveny v technických normalizačních informacích TNI 73 0329 (pro rodinné domy) [26]. Tyto parametry též splňují podmínky pro získání dotace z programu Nová Zelená Úsporám:

- průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em,max}$ : 0,22 W/(m<sup>2</sup>\*K)
- měrná roční potřeba tepla na vytápění  $E_{A,max}$ : 20 kWh/(m<sup>2</sup>\*a)
- neprůvzdušnost  $n_{50,max}$ : 0,6 h<sup>-1</sup>
- potřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů (na vytápění, ohřev teplé vody a technické systémy budov)  $PE_{A,max}$ : 60 kWh/(m<sup>2</sup>\*a)

Měrná roční potřeba tepla na vytápění udává, kolik tepla je potřeba na vytápění jednoho metru čtverečního podlahové plochy.

Neprůvzdušnost  $n_{50}$  je hodnota, která nám udává kolik vzduchu se vymění netěsnostmi obálky budovy za jednu hodinu při tlakovém rozdílu 50 Pa.

Dále je kladen důraz na kvalitní a spolehlivé provedení všech stavebních detailů. Větrání objektu musí probíhat řízeně s rekuperací tepla.

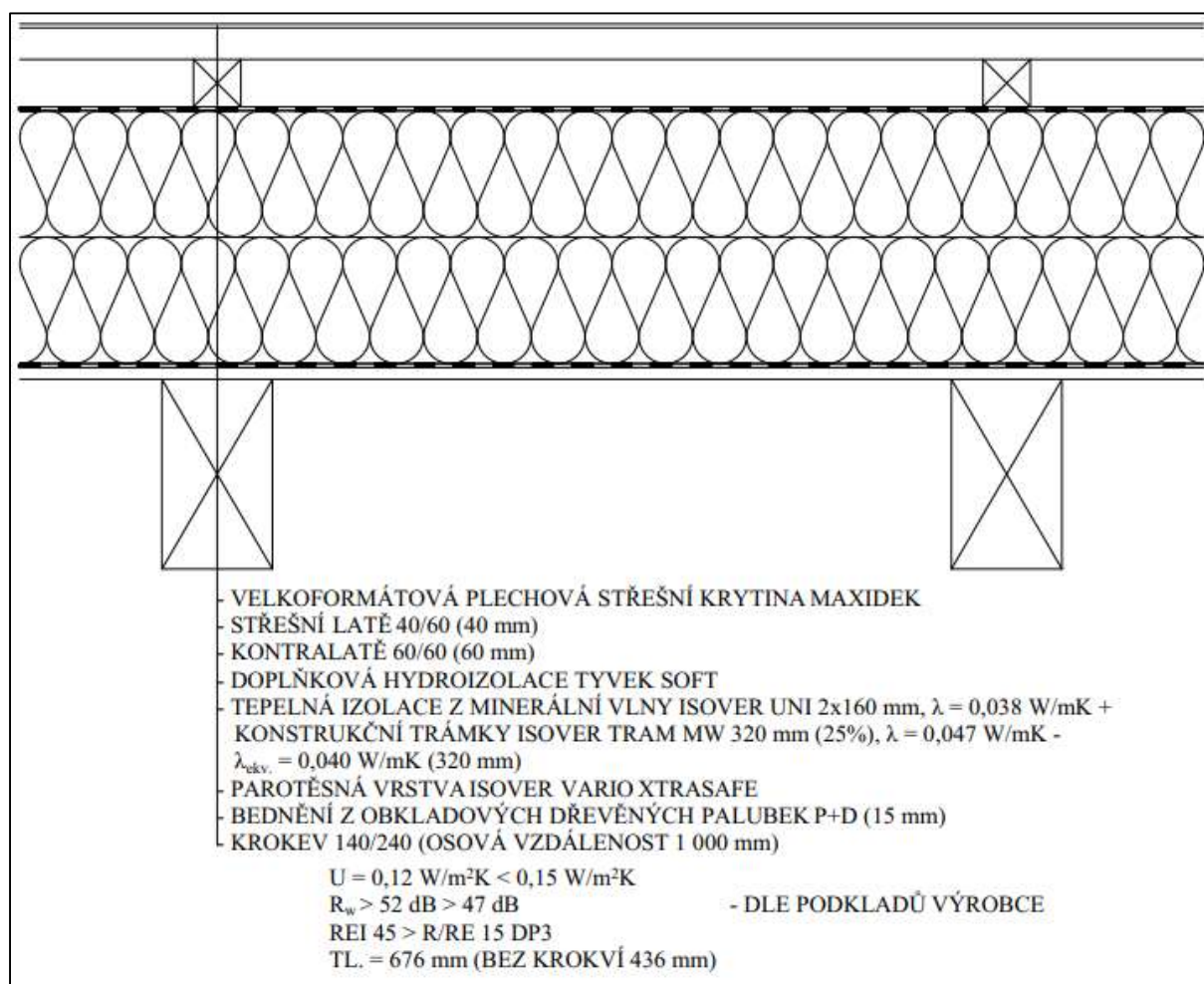
## 9 Skladby konstrukcí

V této kapitole jsou znázorněny navržené skladby obalových i vnitřních konstrukcí. Skladby střešního a obvodového pláště jsou navrženy ve dvou variantách pro jejich porovnání a následný výběr, nejen z hlediska environmentálního, ale také technologického, funkčního či celkové tloušťky konstrukce. Srovnávacím parametrem je součinitel prostupu tepla, splňující požadavky pro objekty navržené v pasivním standardu. Všechny skladby jsou znázorněny v měřítku 1:10. Součástí návrhu skladeb konstrukcí je i jejich tepelně technické posouzení, které bylo provedeno pomocí programu Teplo 2017 EDU [27]. Celkový výstup z programu je uveden ve výpočtové části příloh (kapitola 1).

### 9.1 Skladby střešního pláště

#### 9.1.1 Varianta č. 1 – nadkroevní izolace z minerální vlny

Skladba převzata z bakalářské práce, respektive z prospektu Isover pro šikmé střechy [28].

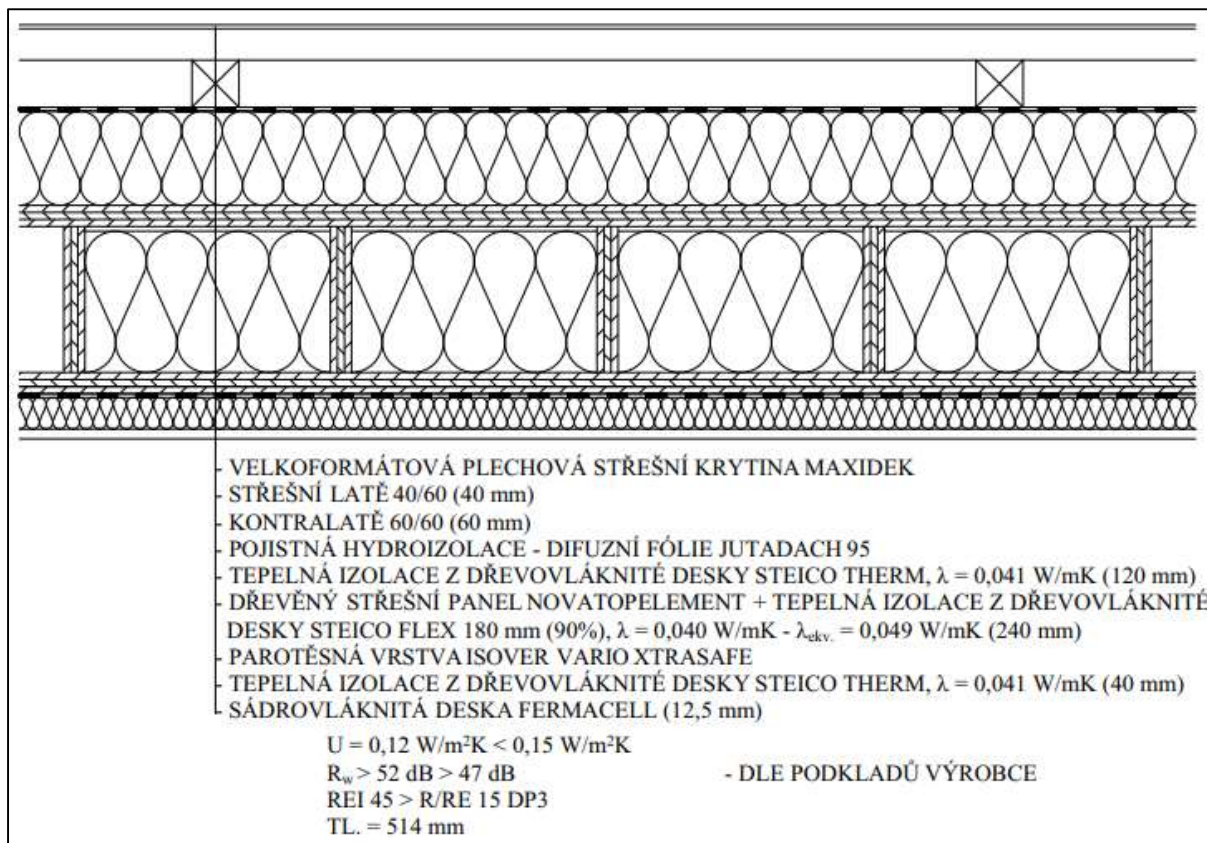


**Obr. 47:** Skladba střešního pláště – varianta č. 1 – nadkroevní izolace z minerální vlny



### 9.1.2 Varianta č. 2 – izolace z dřevovláknité desky v dutinách střešního panelu

Skladba převzata od výrobce Novatop [29].

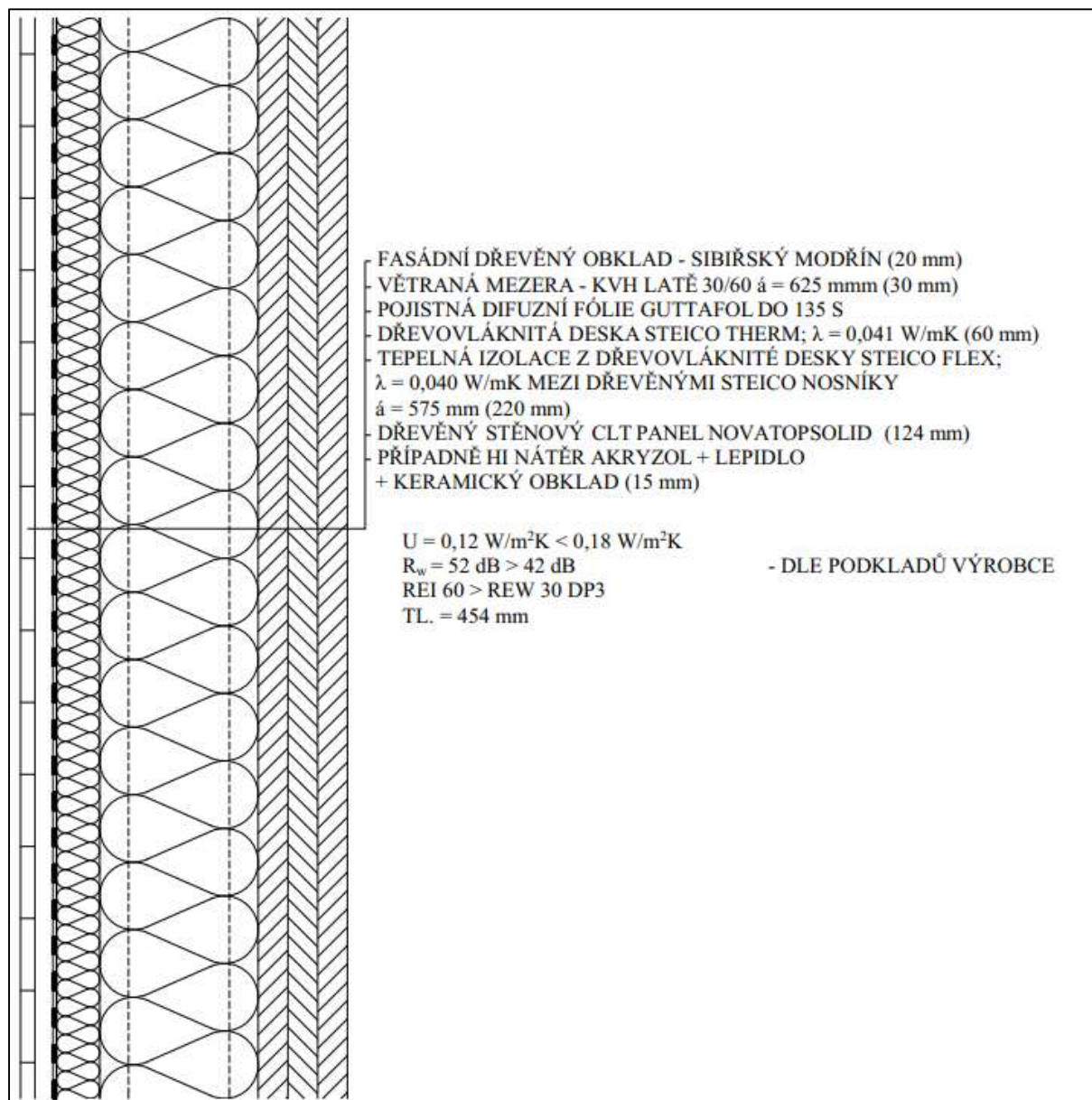


**Obr. 48:** Skladba střešního pláště – varianta č. 2 – izolace z dřevovláknité desky v dutinách střešního panelu

## 9.2 Skladby obvodového pláště

### 9.2.1 Varianta č. 1 – provětrávaná fasáda s dřevovláknitou izolací

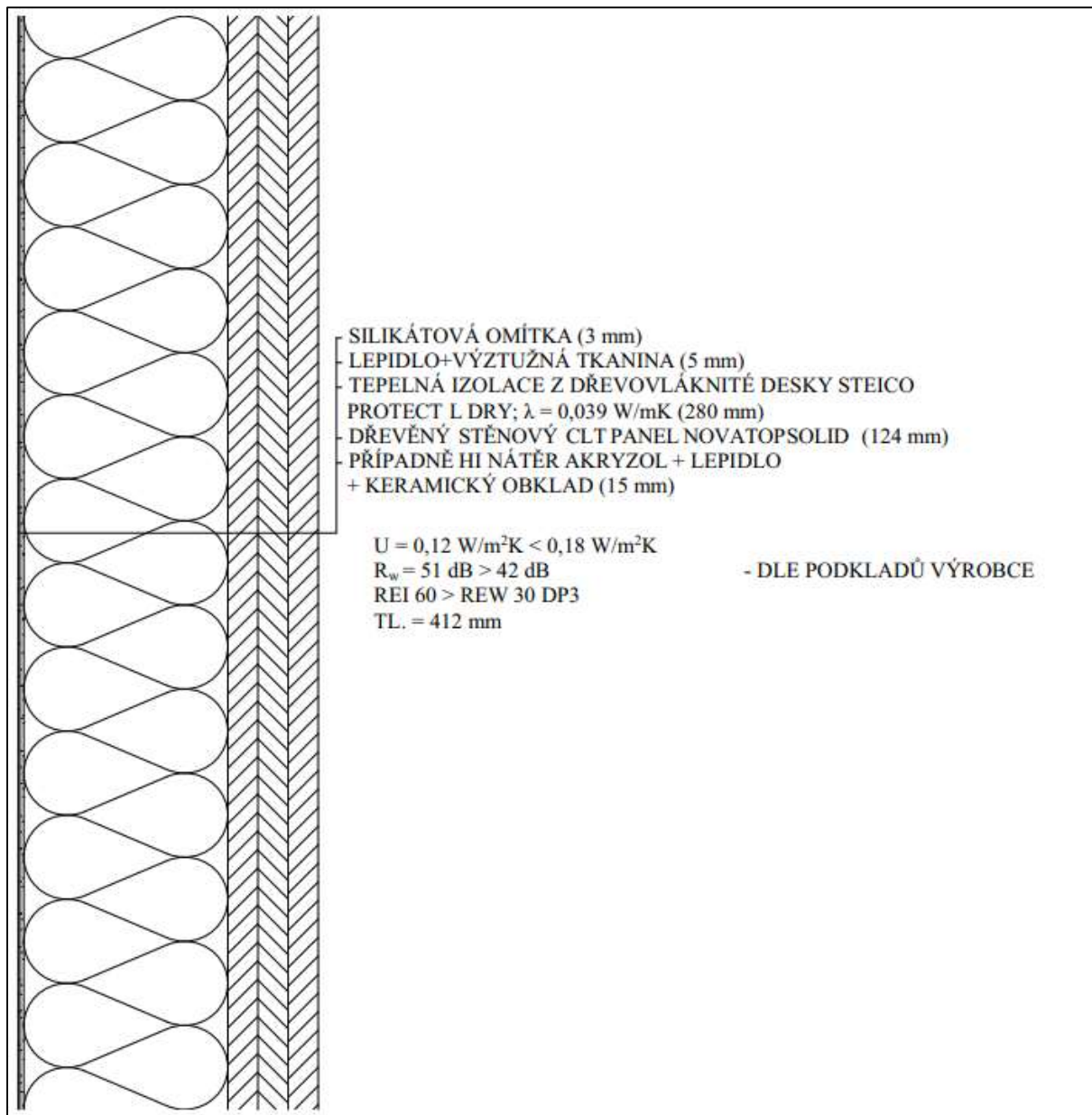
Skladba převzata od výrobce Novatop [30].



**Obr. 49:** Skladba obvodového pláště – varianta č. 1 – provětrávaná fasáda s dřevovláknitou izolací

### 9.2.2 Varianta č. 2 – kontaktní zateplovací systém s dřevovláknitou izolací

Skladba převzata od výrobce Novatop [30].



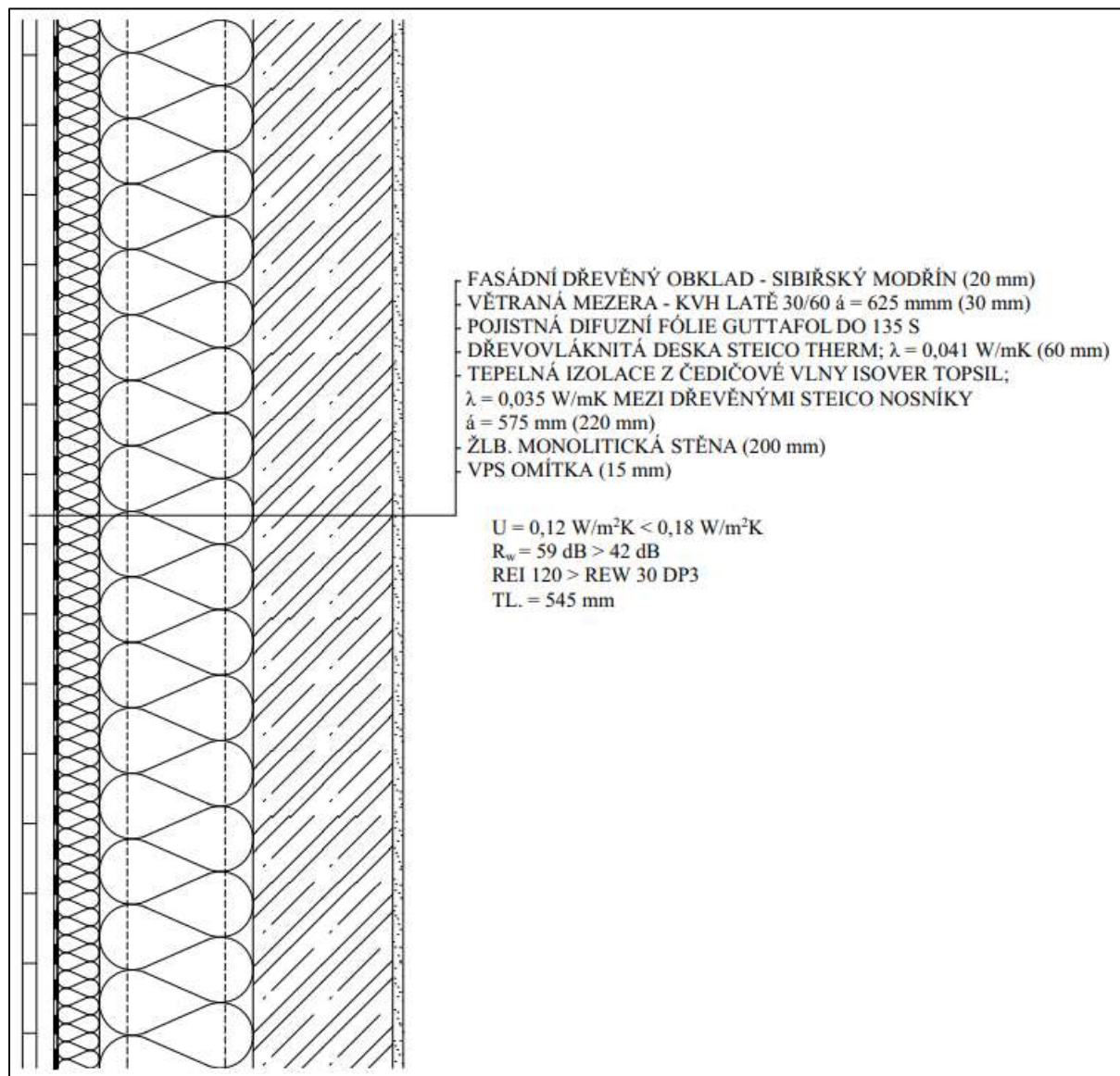
**Obr. 50:** Skladba obvodového pláště – varianta č. 2 – kontaktní zateplovací systém s dřevovláknitou izolací



### 9.2.3 Ztužující jádro – varianta č. 1 – provětrávaná fasáda s minerální a dřevovláknitou izolací

Vzduchová neprůzvučnost stanovena pomocí webového softwaru [31].

Požární odolnost stanovena dle technické pomůcky k činnosti autorizovaných osob [32].



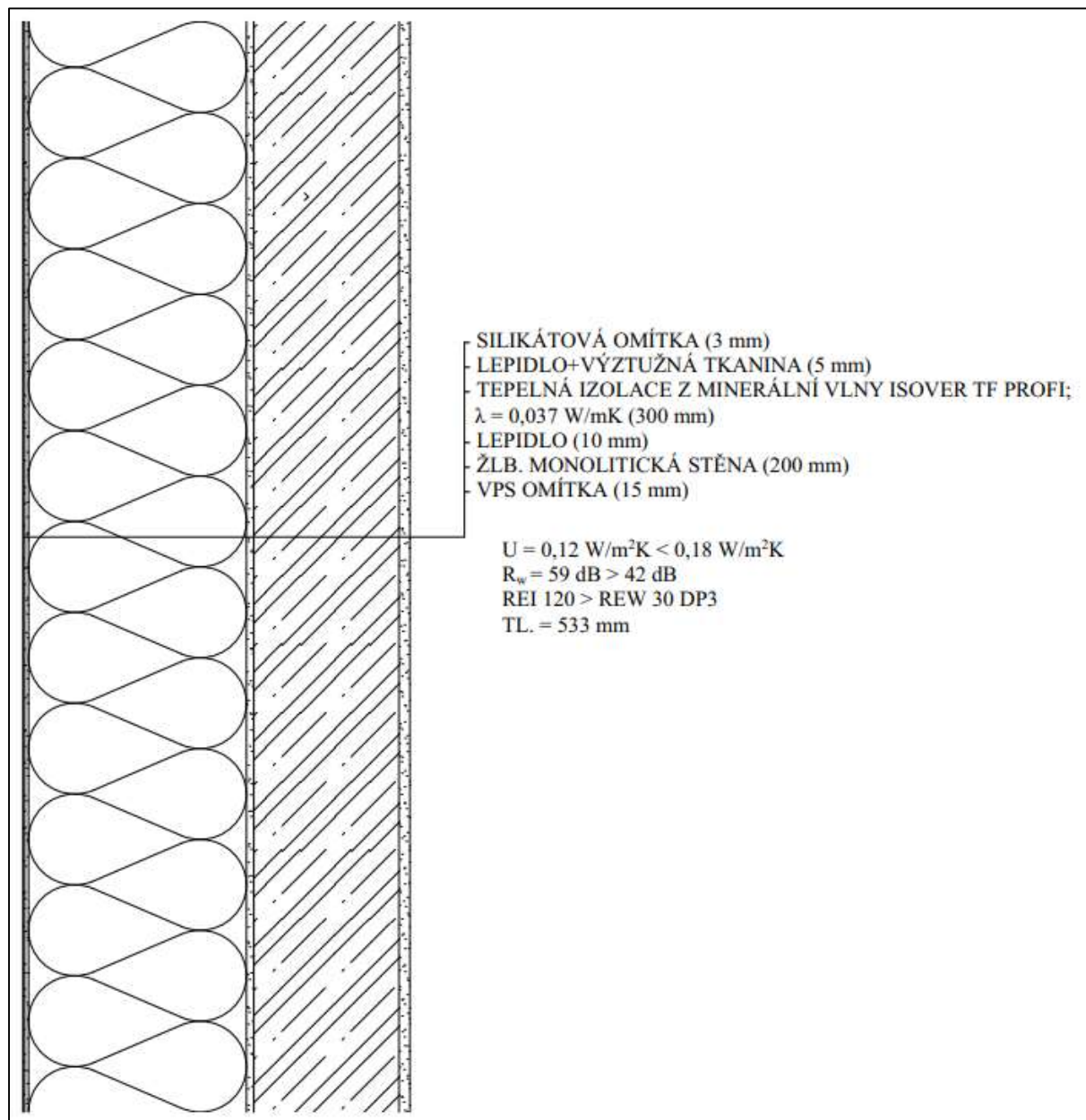
**Obr. 51:** Skladba obvodového pláště – ztužující jádro – varianta č. 1 – provětrávaná fasáda s minerální a dřevovláknitou izolací



### 9.2.4 Ztužující jádro – varianta č. 2 – kontaktní zateplovací systém s minerální izolací

Vzduchová neprůzvučnost stanovena pomocí webového softwaru [31].

Požární odolnost stanovena dle technické pomůcky k činnosti autorizovaných osob [32].



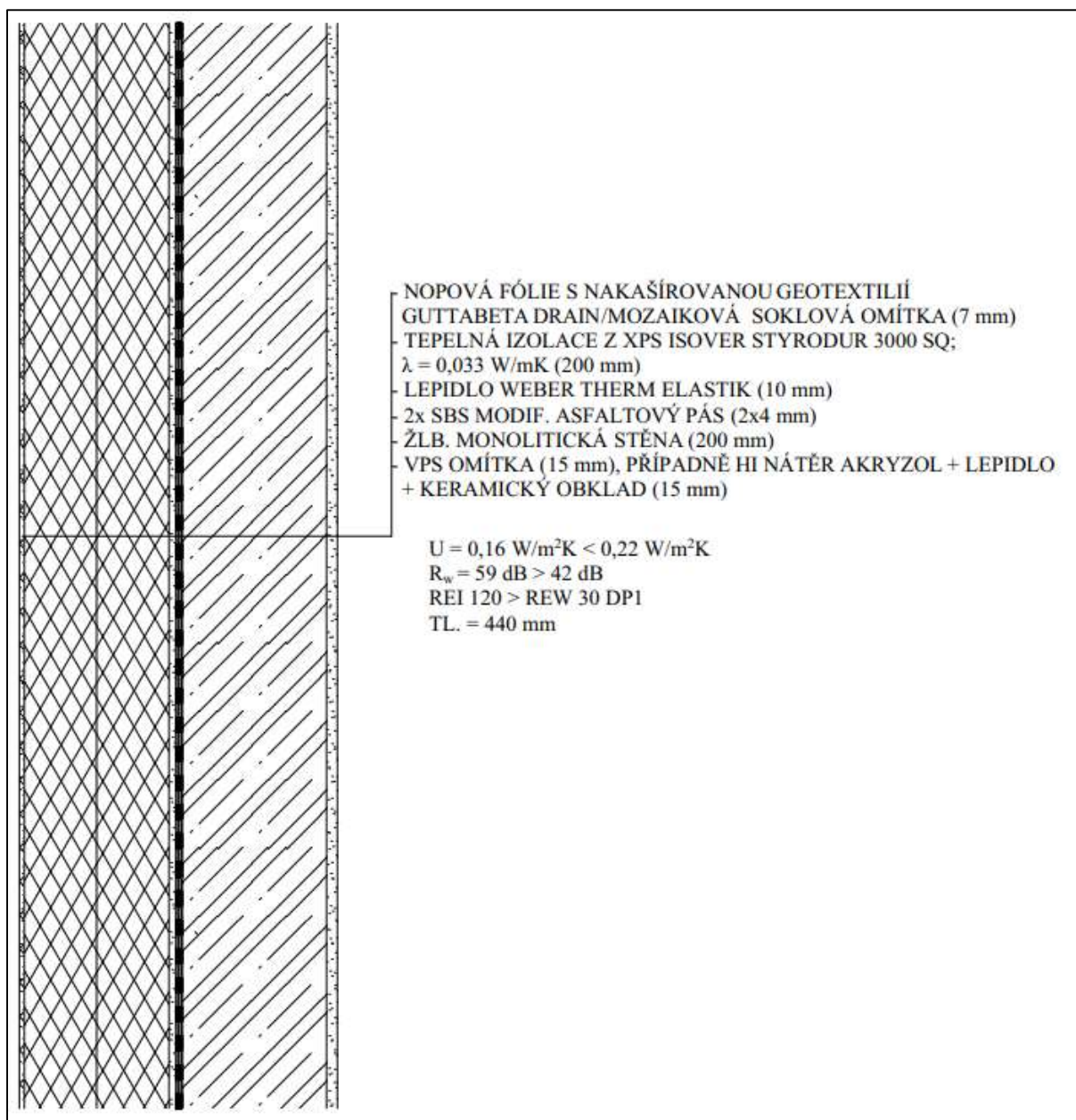
**Obr. 52:** Skladba obvodového pláště – ztužující jádro – varianta č. 2 – kontaktní zateplovací systém s minerální izolací



### 9.2.5 Suterénní stěna

Vzduchová neprůzvučnost stanovena pomocí webového softwaru [31].

Požární odolnost stanovena dle technické pomůcky k činnosti autorizovaných osob [32].



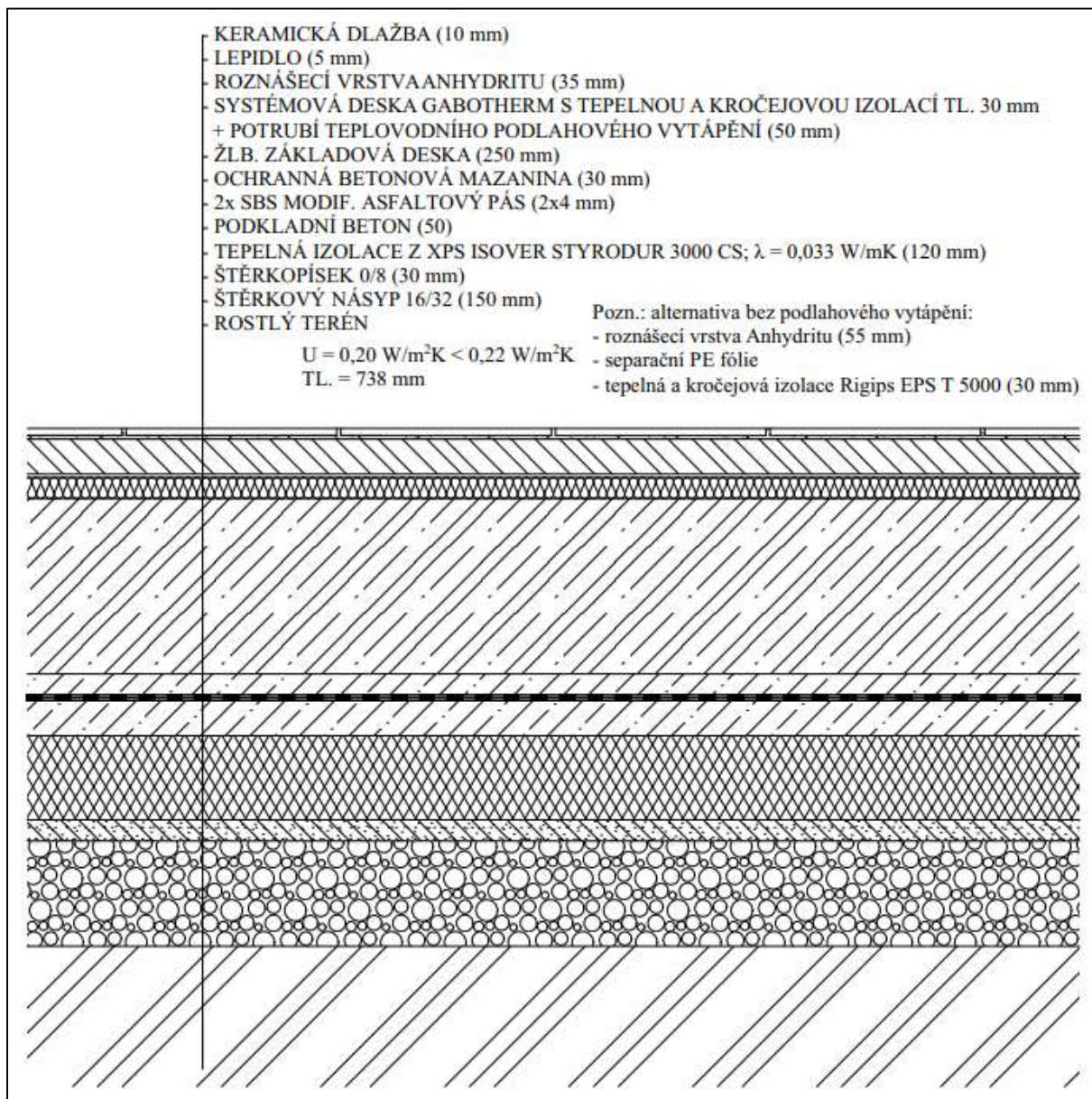
Obr. 53: Skladba obvodového pláště – suterénní stěna



## 9.3 Skladby podlah

### 9.3.1 Podlaha na terénu – keramická dlažba

Składba převzata z konstrukčních detailů pro pasivní a nulové domy [33].

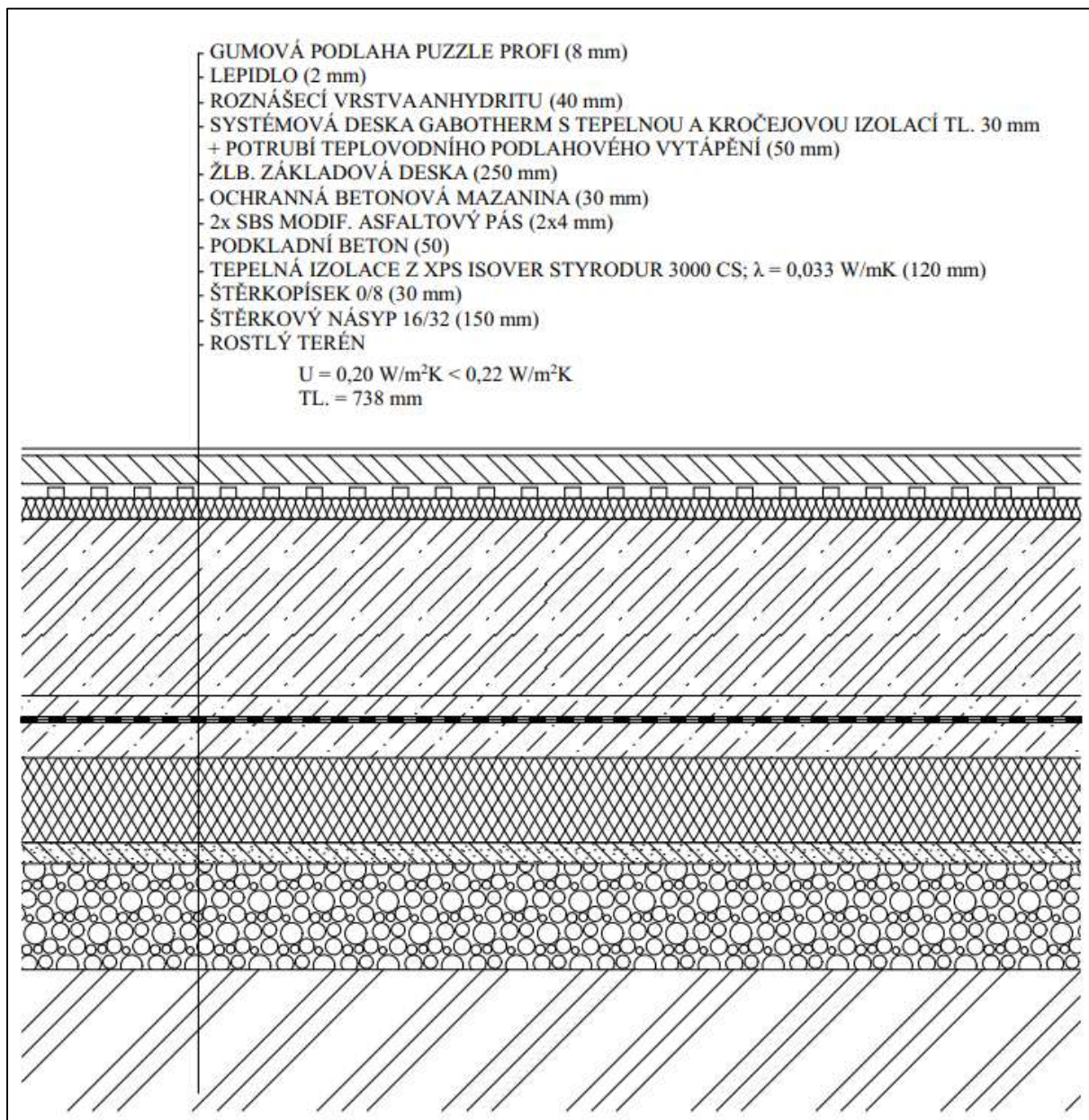


**Obr. 55:** Składba podlahy na terénu – keramická dlažba



### 9.3.2 Podlaha na terénu – gumová podlaha

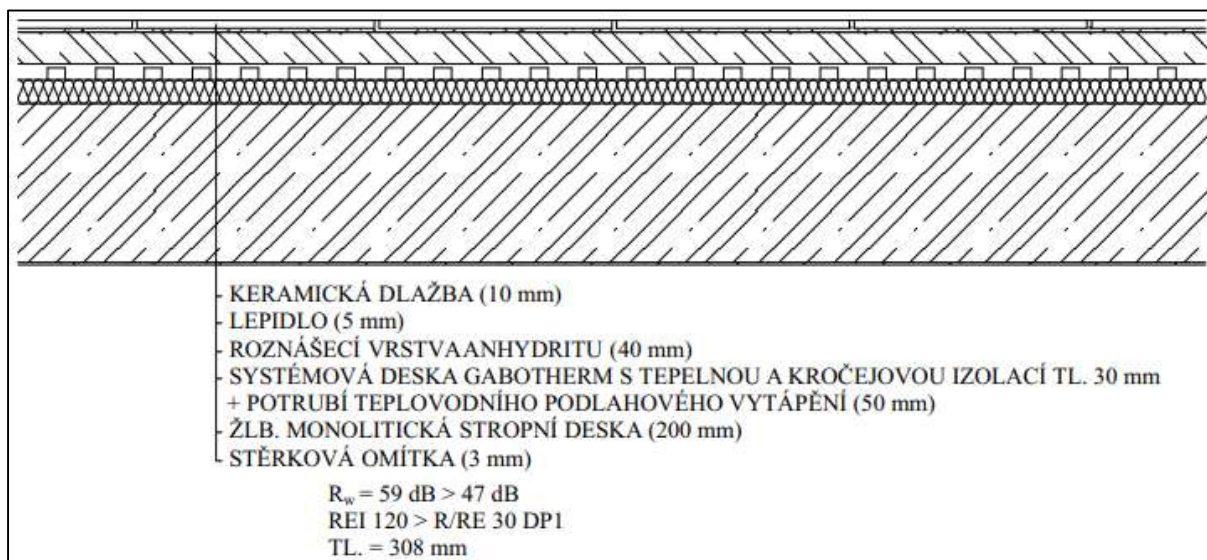
Skladba převzata z konstrukčních detailů pro pasivní a nulové domy [33].



**Obr. 55:** Skladba podlahy na terénu – gumová podlaha

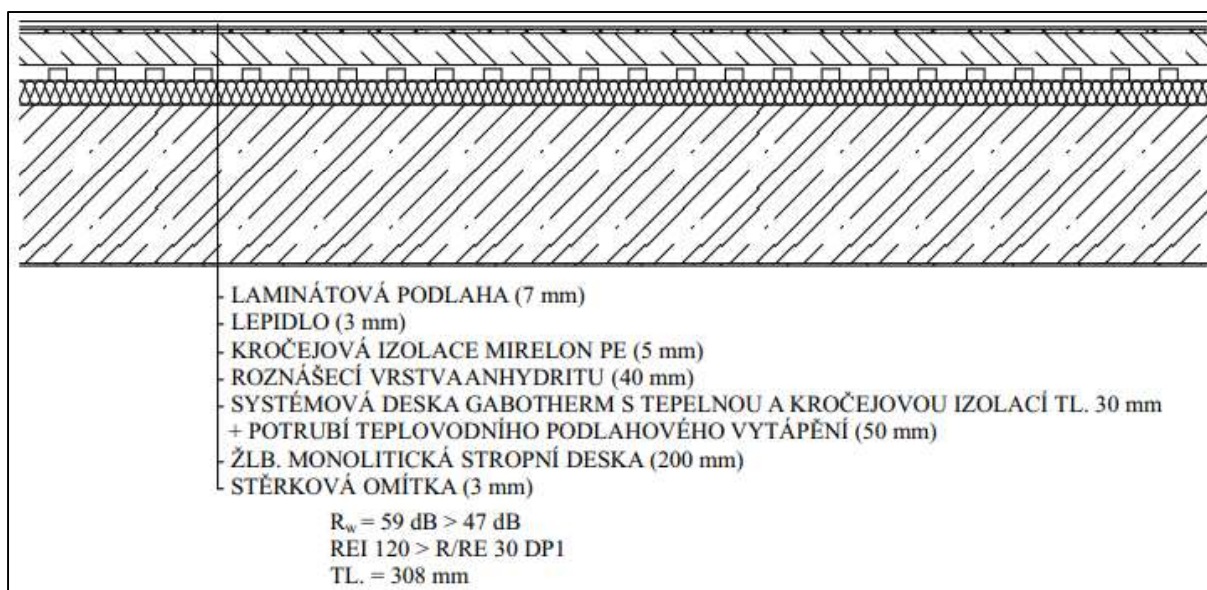


### 9.3.3 Podlaha v 1. NP – keramická dlažba



**Obr. 56:** Skladba podlahy v 1. NP – keramická dlažba

### 9.3.4 Podlaha v 1. NP – laminátová podlaha

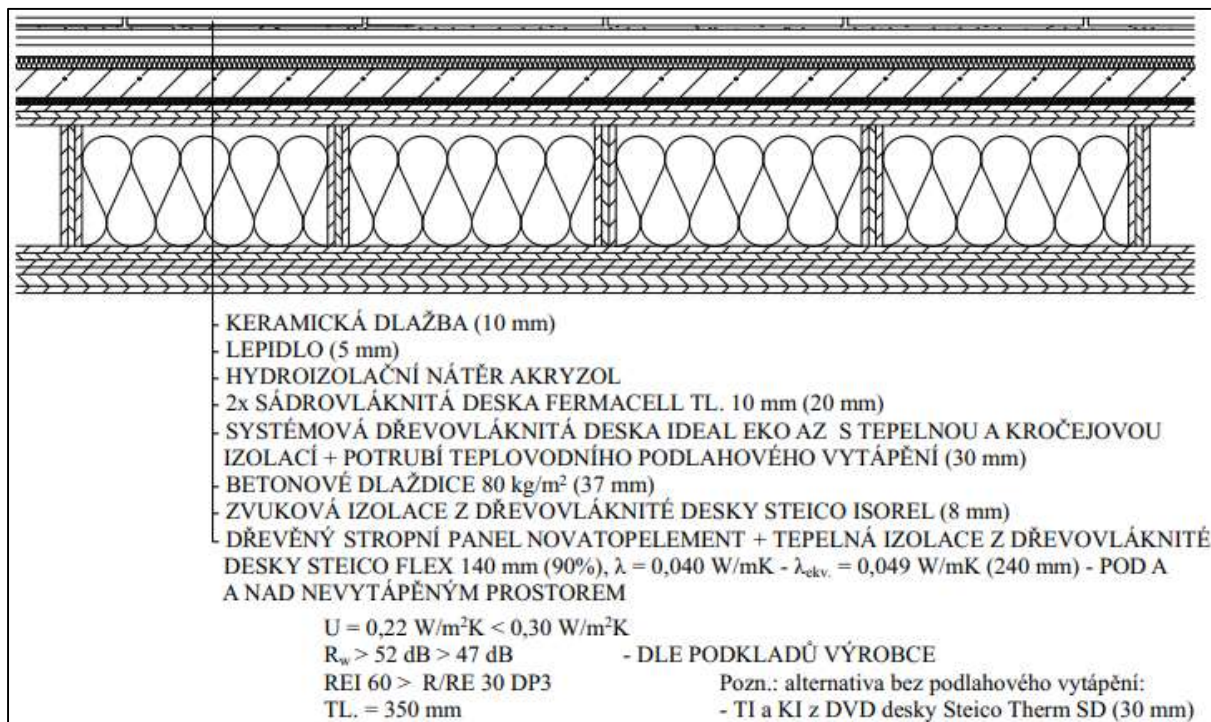


**Obr. 57:** Skladba podlahy v 1. NP – laminátová podlaha

Vzduchová neprůzvučnost stanovena pomocí webového softwaru [31].

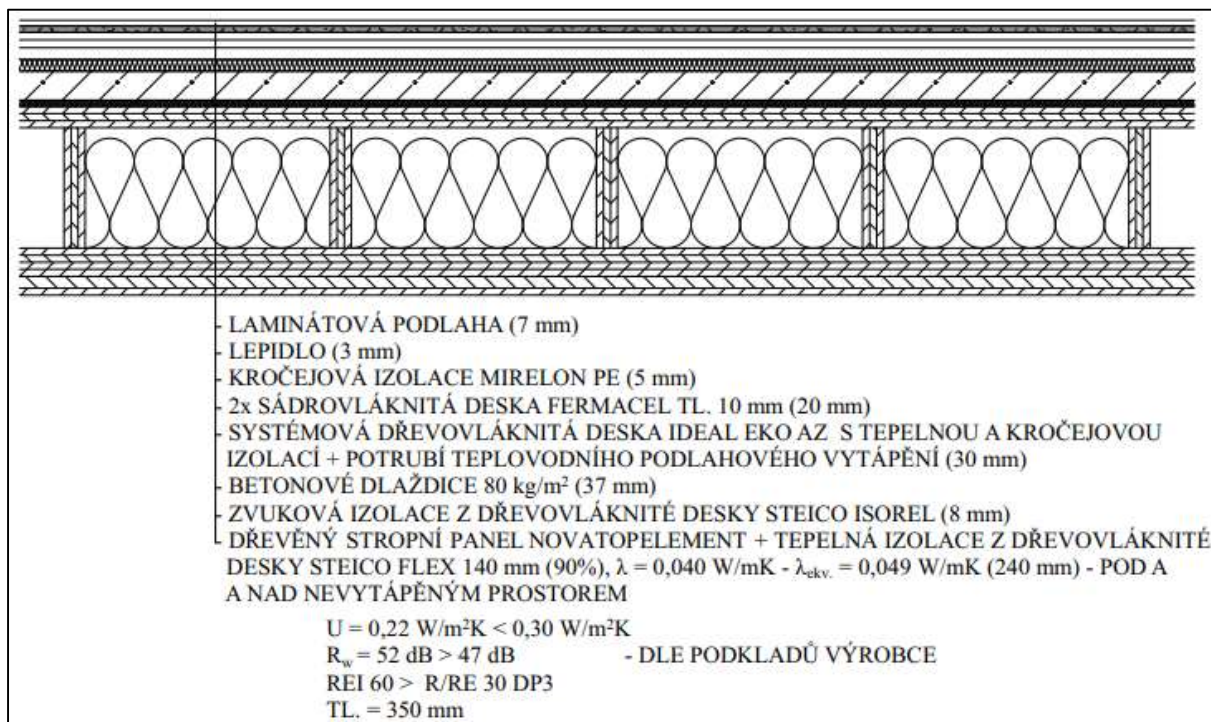
Požární odolnost stanovena dle technické pomůcky k činnosti autorizovaných osob [32].

### 9.3.5 Podlaha ve 2. NP a 3. NP – keramická dlažba



**Obr. 58:** Skladba podlahy ve 2. NP a 3. NP – keramická dlažba

### 9.3.6 Podlaha ve 2. NP a 3. NP – laminátová podlaha

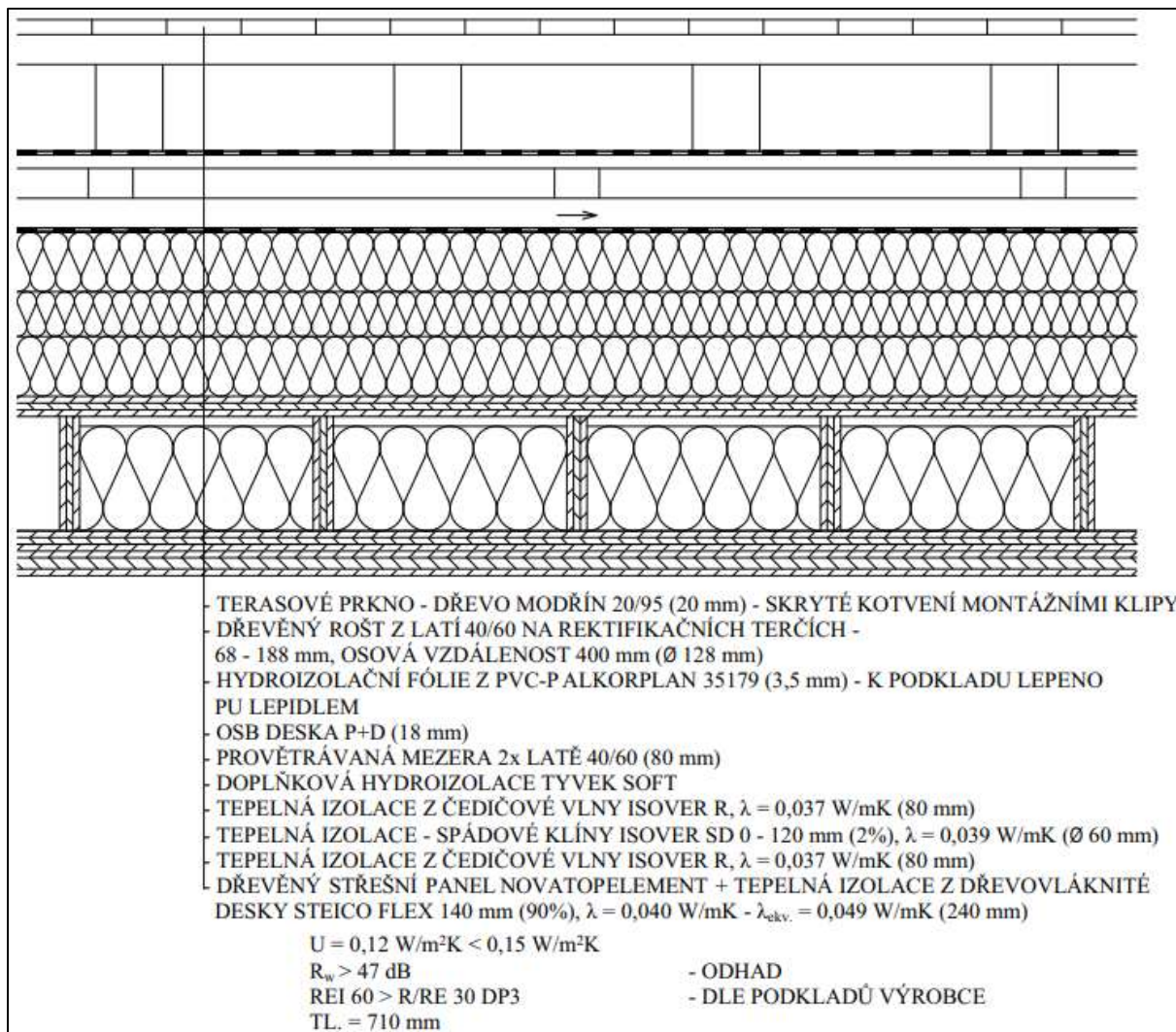


**Obr. 59:** Skladba podlahy ve 2. NP a 3. NP – laminátová podlaha

Skladby převzaty od výrobce Novatop [33].



### 9.3.7 Podlaha ve 2. NP – terasa



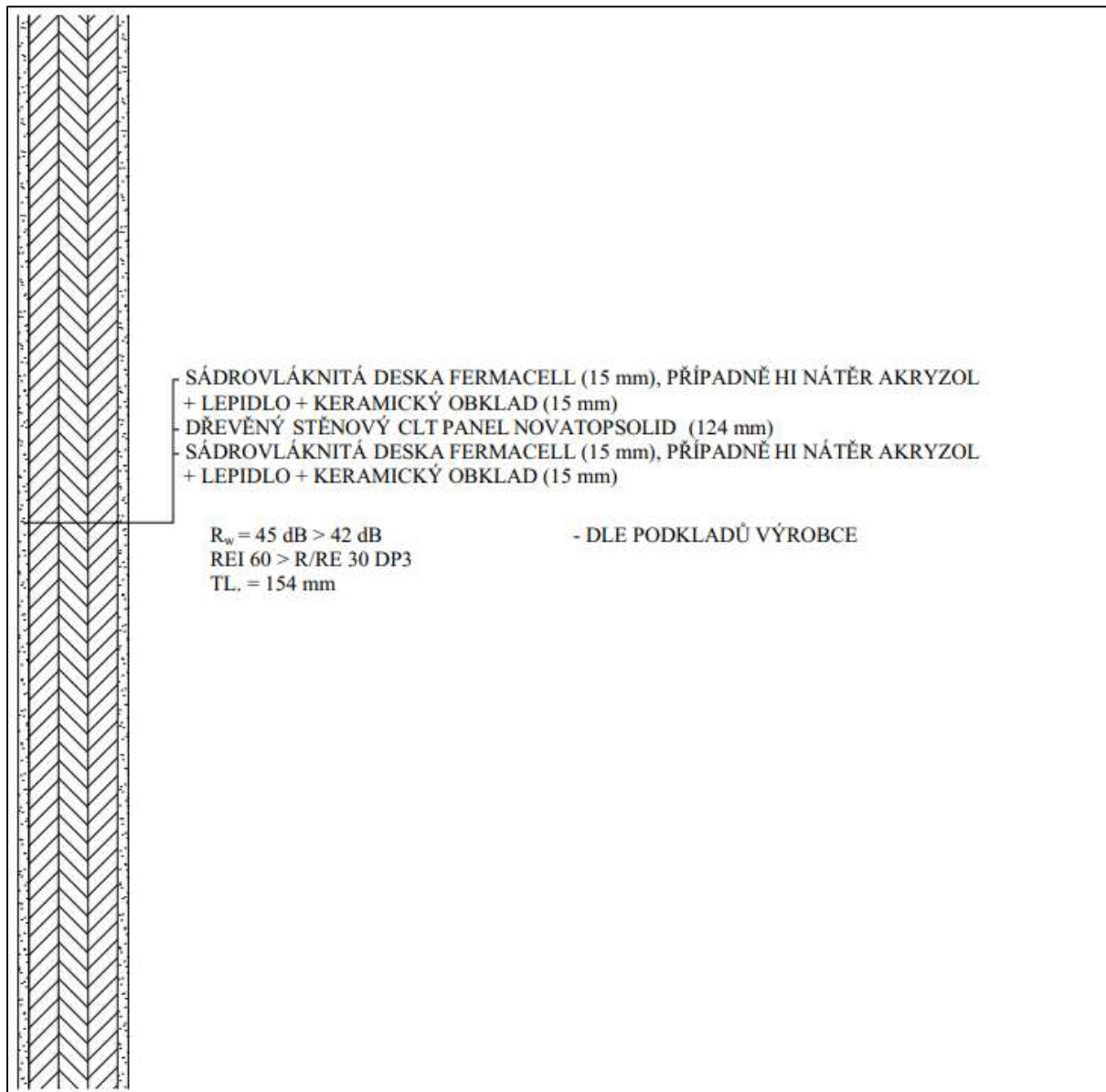
**Obr. 60:** Skladba podlahy ve 2. NP – terasa



## 9.4 Skladby vnitřních stěn

### 9.4.1 Vnitřní nosná stěna – nadzemní podlaží

Składba převzata od výrobce Novatop [30].



**Obr. 61:** Składba vnitřní nosné stěny – nadzemní podlaží

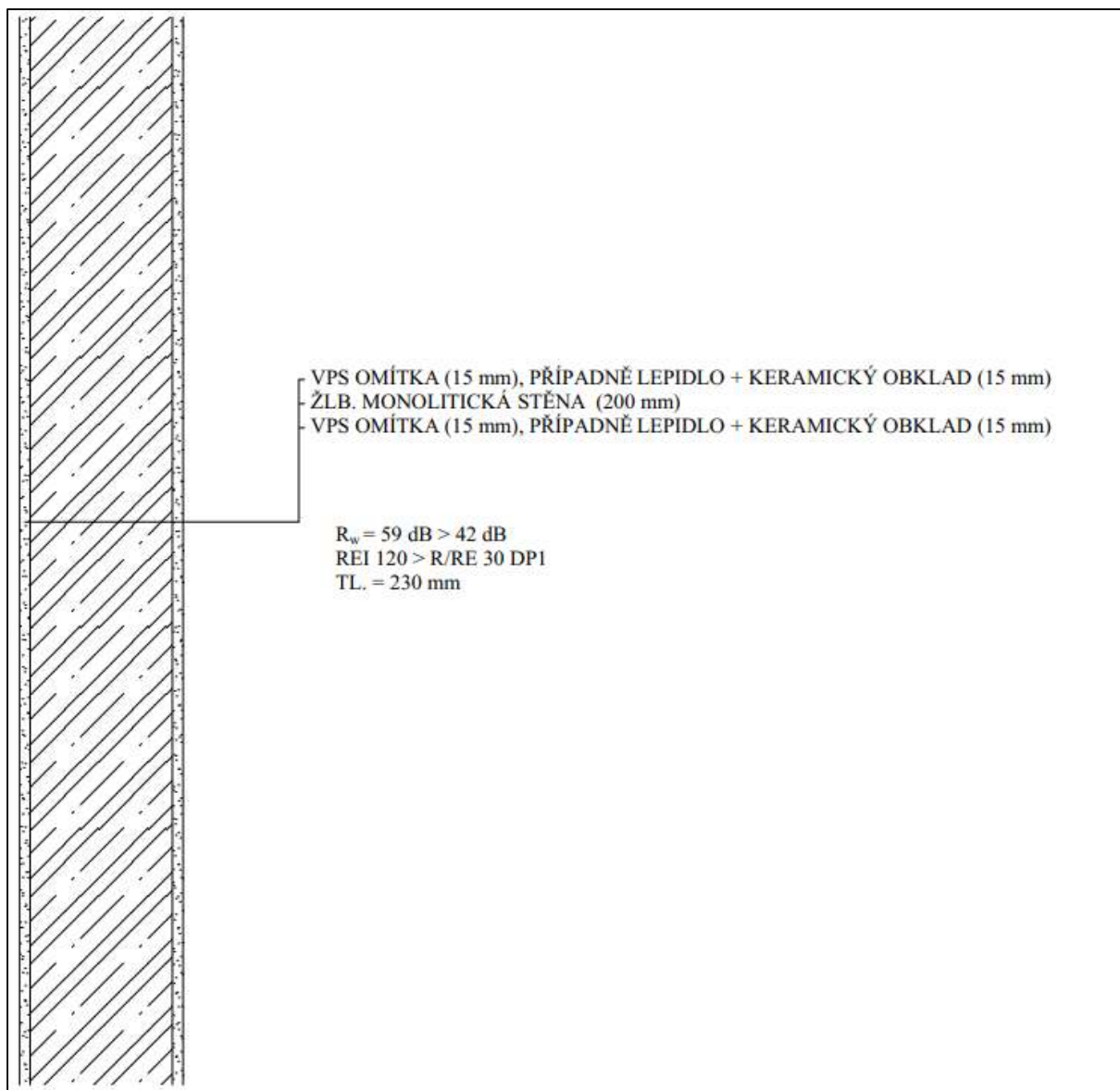




### 9.4.2 Vnitřní nosná stěna – podzemní podlaží a ztužující jádro

Vzduchová neprůzvučnost stanovena pomocí webového softwaru [31].

Požární odolnost stanovena dle technické pomůcky k činnosti autorizovaných osob [32].

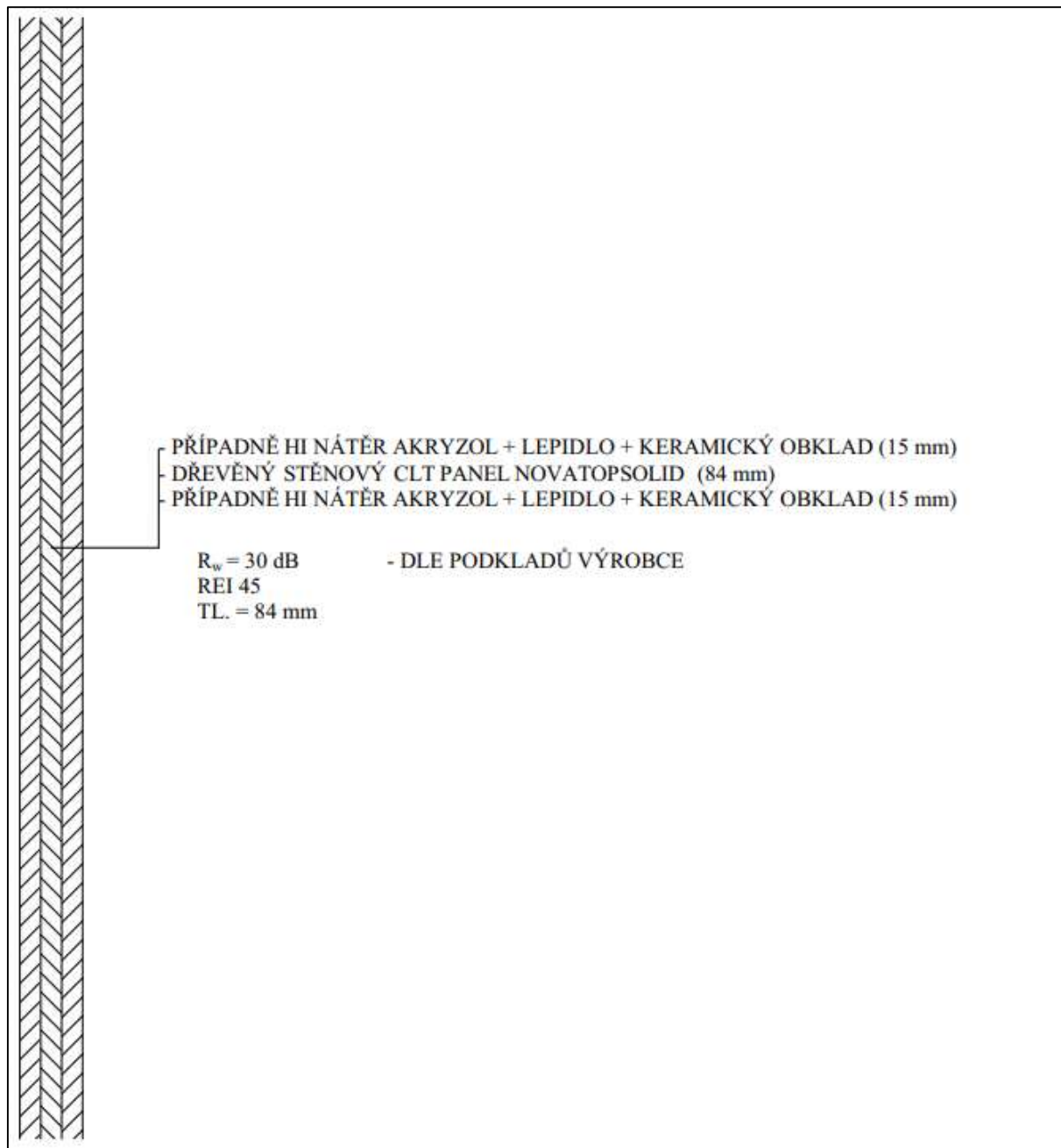


**Obr. 62:** Skladba vnitřní nosné stěny – podzemní podlaží a ztužující jádro



### 9.4.3 Vnitřní dělicí stěna – nadzemní podlaží

Skladba převzata od výrobce Novatop [30].

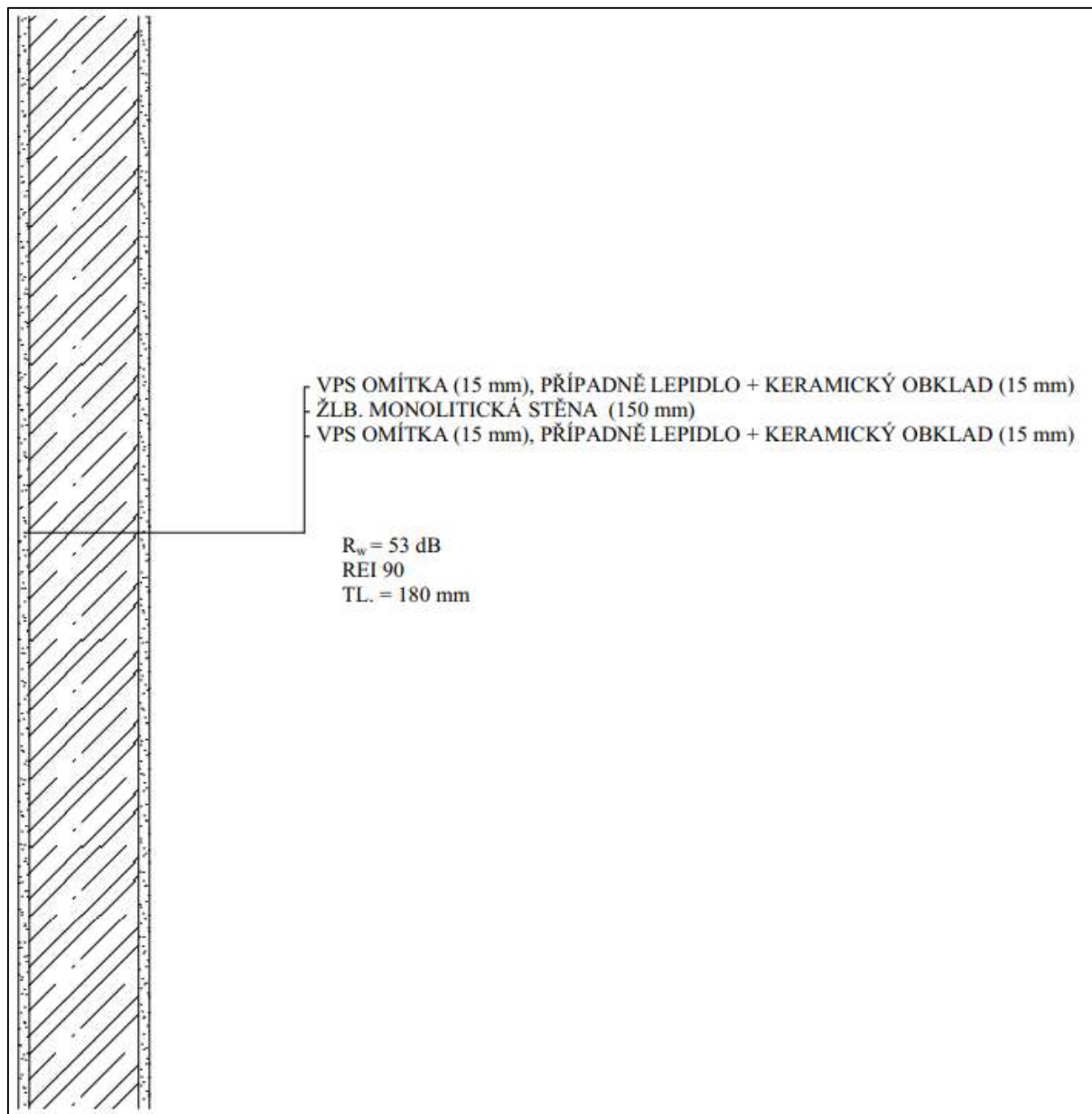


**Obr. 63:** Skladba vnitřní dělicí stěny – nadzemní podlaží

#### 9.4.4 Vnitřní dělicí stěna – podzemní podlaží

Vzduchová neprůzvučnost stanovena pomocí webového softwaru [31].

Požární odolnost stanovena dle technické pomůcky k činnosti autorizovaných osob [32].



**Obr. 64:** Skladba vnitřní dělicí stěny – podzemní podlaží



## 10 Porovnání obalových konstrukcí

V této kapitole jsou porovnány varianty obalových konstrukcí, tedy střešního a obvodového pláště, a následně jedna vybrána pro návrh objektu. Při porovnání byla zohledněna tato kritéria: environmentální, funkční, technologické a tloušťka konstrukce, při stejné hodnotě součinitele prostupu tepla  $U$ , sloužící jako srovnávací parametr.

Z pohledu jednotlivých kritérií byla pro každou variantu spočítána hodnota porovnávané veličiny a stanoveny kritériální meze pro nejlepší a nejhorší dosažitelnou variantu. Tyto meze byly stanoveny metodou nejlepších a nejhorších hodnot porovnávané veličiny či veličiny, která ji nejvíce ovlivňuje. Na základě těchto mezí byly jednotlivým variantám přiděleny body od 0 (nejhorší) do 10 (nejlepší) lineárním rozdělením. Pro názornost porovnání jednotlivých variant byl stanoven i procentuální poměr, přičemž horní kritériální mez slouží jako referenční hodnota, která odpovídá hodnotě 100 %.

V závěru kapitoly je porovnání jednotlivých kritérií sloučeno do jedné tabulky, stručně okomentováno a následně vybrána jedna z variant pro návrh objektu.

Pozn.: plochy obalových konstrukcí jsou zjednodušeně započteny včetně ploch výplní otvorů.

### 10.1 Environmentální kritérium

Environmentální kritérium bylo posouzeno z hlediska množství svázané primární energie (PEI), potenciálu globálního oteplování (GWP) a potenciálu ničení ozonové vrstvy (ODP). Nejprve bylo stanoveno environmentální zatížení posuzovaných skladeb (tab. 1 – 6) a následně provedeno jejich porovnání (tab. 7).

#### 10.1.1 Environmentální zatížení skladbami obalových konstrukcí

Díliční indikátory byly převzaty z katalogu pro stavební materiály Envimat [35] a skrze plošnou hmotnost jednotlivých vrstev vztaženy na plochu konstrukce. Následně byla spočtena celková produkce dané emise pro celou skladbu.

Skladba střešního pláště – varianta č. 1 – nadkroevní izolace z minerální vlny

Vrstva (od exteriéru)	Tl. (mm)	Obj. hm. (kg/m <sup>3</sup> )	Pl. hm. (kg/m <sup>2</sup> )	PEI (MJ/kg)	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	ODP (g R-11 ekv./kg)	PEI (MJ/m <sup>2</sup> )	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	ODP (g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Velkoformátová plechová střešní krytina MAXIDEK	0,5	7850	3,93	48,51	3,38	0,00016	190,39	13,28	0,0006
2 Střešní latě (25 %)	40	450	4,50	3,35	0,19	0,00002	15,09	0,84	0,0001
3 Kontralatě (25 %)	60	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
4 Dplňková HI Tyvek Soft	0,2	330	0,07	78,22	2,10	0,000001	5,16	0,14	0,00000005
5 TI z minerální vlny Isover UNI	320	40	12,80	20,19	1,13	0,00006	258,46	14,50	0,0007
6 Parotěsná vrstva Isover Vario Xtrasafe	0,2	364	0,07	78,22	2,10	0,000001	5,69	0,15	0,00000001
7 Bednění z obkladových dřevěných palubek P+D	15	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
8 Krokev 140/240 GL24h (o.v. 1000 mm - 14 %)	240	380	12,77	8,68	0,46	0,00004	110,81	5,82	0,0006
Celkem	676	-	47,6	-	-	-	630,9	37,3	0,002

**Tab. 1:** Environmentální zatížení od střešního pláště – varianta č. 1 – nadkroevní izolace z minerální vlny



### Skladba střešního pláště – varianta č. 2 – izolace z dřevoláknité desky v dutinách střešního panelu

Vrstva (od exteriéru)	TL	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Velkoformátová plechová střešní krytina MAXIDEK	0,5	7850	3,93	48,51	3,38	0,00016	190,39	13,28	0,0006
2 Střešní latě (25 %)	40	450	4,50	3,35	0,19	0,00002	15,09	0,84	0,0001
3 Kontralatě (25 %)	60	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
4 Pojistná HI Jutadach 95	0,3	460	0,14	78,22	2,10	0,000001	10,79	0,29	0,0000001
5 Dřevoláknitá deska Steico Therm	120	160	19,2	12,72	0,65	0,00006	244,28	12,48	0,0012
6 Novatop Element - horní deska	27	490	13,23	8,68	0,46	0,00004	114,82	6,03	0,0006
Dřevoláknitá deska Steico Flex (90 %)	186	50	8,10	5,10	0,19	0,00003	41,27	1,50	0,0002
Vzduchová dutina + svislé stěny panelu (10 %)	(180)	490	9,10	8,68	0,46	0,00004	78,98	4,15	0,0004
Novatop Element - spodní deska	27	490	13,23	8,68	0,46	0,00004	114,82	6,03	0,0006
7 Parotěsná vrstva Isover Vario Xtrasafe	0,2	364	0,07	78,22	2,10	0,000001	5,69	0,15	0,0000001
8 Dřevoláknitá deska Steico Therm	40	160	6,40	12,72	0,65	0,00006	81,43	4,16	0,0004
9 Sádroláknitá deska Fermacell	12,5	1150	14,38	4,73	0,29	0,00004	67,95	4,21	0,0005
<b>Celkem</b>	<b>514</b>	<b>-</b>	<b>99,0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>988,2</b>	<b>54,4</b>	<b>0,005</b>

**Tab. 2:** Environmentální zatížení od střešního pláště – varianta č. 2 – izolace z dřevoláknité desky v dutinách střešního panelu

### Skladba obvodového pláště – varianta č. 1 – provětrávaná fasáda s dřevoláknitou izolací

Vrstva (od exteriéru)	TL	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Dřevěný fasádní obklad - sibiřský modřín	20	650	13,0	1,96	0,11	0,00001	25,47	1,42	0,0001
2 Větraná mezera - KVH latě (10 %)	30	420	1,26	1,96	0,11	0,00001	2,47	0,14	0,00001
3 Pojistná difúzní fólie Guttafol DO 135 S	0,1	800	0,08	78,22	2,10	0,000001	6,26	0,17	0,0000001
4 Dřevoláknitá deska Steico Therm	60	160	9,6	12,72	0,65	0,00006	122,14	6,24	0,0006
5 Dřevoláknitá deska Steico Flex mezi Steico nosníky	220	50	11,0	5,10	0,19	0,00003	56,05	2,04	0,0003
6 Dřevěný stěnový CLT panel Novatop	124	490	60,76	8,68	0,46	0,00004	527,34	27,71	0,0027
<b>SUMA</b>	<b>454</b>	<b>-</b>	<b>95,7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>739,7</b>	<b>37,7</b>	<b>0,004</b>

**Tab. 3:** Environmentální zatížení od obvodového pláště – varianta č. 1 – provětrávaná fasáda s dřevoláknitou izolací

### Skladba obvodového pláště – varianta č. 2 – kontaktní zateplovací systém s dřevoláknitou izolací

Vrstva (od exteriéru)	TL	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Vnější silikátová omítka	3	1800	5,4	5,08	0,19	0,00002	27,41	1,03	0,0001
2 Lepidlo + výztužná tkanina	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001	10,27	1,48	0,0001
3 Dřevoláknitá deska Steico Protect L	280	110	30,8	12,72	0,65	0,00006	391,87	20,02	0,0020
4 Dřevěný stěnový CLT panel Novatop	124	490	60,76	8,68	0,46	0,00004	527,34	27,71	0,0027
<b>Celkem</b>	<b>412</b>	<b>-</b>	<b>104,7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>956,9</b>	<b>50,2</b>	<b>0,005</b>

**Tab. 4:** Environmentální zatížení od obvodového pláště – varianta č. 2 – kontaktní zateplovací systém s dřevoláknitou izolací

### Skladba obvodového pláště – ztužující jádro – varianta č. 1 – provětrávaná fasáda s minerální a dřevoláknitou izolací

Vrstva (od exteriéru)	TL	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Dřevěný fasádní obklad - sibiřský modřín	20	650	13,0	1,96	0,11	0,00001	25,47	1,42	0,0001
2 Větraná mezera - KVH latě (10 %)	30	420	1,26	1,96	0,11	0,00001	2,47	0,14	0,00001
3 Pojistná difúzní fólie Guttafol DO 135 S	0,1	800	0,08	78,22	2,10	0,000001	6,26	0,17	0,0000001
4 Dřevoláknitá deska Steico Therm	60	160	9,6	12,72	0,65	0,00006	122,14	6,24	0,0006
5 TL z minerální vlny Isover Topsis mezi Steico nosníky	220	60	13,20	20,19	1,13	0,00006	266,538	14,957	0,00073
6 ŽLB monolitická stěna	200	2500	500,0	0,55	0,10	0,000004	275,42	52,42	0,002
7 VPS omítka	15	1200	18,0	1,54	0,08	0,00001	27,68	1,45	0,0002
<b>SUMA</b>	<b>545</b>	<b>-</b>	<b>555,1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>726,0</b>	<b>76,8</b>	<b>0,003</b>

**Tab. 5:** Environmentální zatížení od obvodového pláště – ztužující jádro – varianta č. 1 – provětrávaná fasáda s minerální a dřevoláknitou izolací



## Skladba obvodového pláště – ztužující jádro – varianta č. 2 – kontaktní zateplovací systém s minerální izolací

Vrstva (od exteriéru)	Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Vnější silikátová omítka	3	1800	5,40	5,08	0,19	0,00002	27,41	1,03	0,0001
2 Lepidlo + výztužná tkanina	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001	10,27	1,48	0,0001
3 TI z minerální vlny Isover TF Profi	300	140	42,0	20,19	1,13	0,00006	848,077	47,590	0,00233
4 Lepidlo	10	1550	15,50	1,33	0,19	0,00001	20,54	2,95	0,0001
5 ŽLB monolitická stěna	200	2500	500,0	0,55	0,10	0,000004	275,42	52,42	0,002
6 VPS omítka	15	1200	18,0	1,54	0,08	0,00001	27,68	1,45	0,0002
SUMA	533	-	588,7	-	-	-	1209,4	106,9	0,005

**Tab. 6:** Environmentální zatížení od obvodového pláště – ztužující jádro – varianta č. 2 – kontaktní zateplovací systém s minerální izolací

### 10.1.2 Porovnání obalových konstrukcí z environmentálního hlediska

Ze získaných hodnot v předešlé části byla pro každou skladbu a jednotlivá hlediska stanovena hodnota měrné roční produkce dané emise vztažená k podlahové ploše, která slouží jako porovnávaná veličina. Na základě této hodnoty a kritériálních mezí byly variantám přiděleny body a určen procentuální poměr mezi nimi, jak je zmíněno v úvodu kapitoly. Následně byl určen vážený bodový průměr ze všech hledisek dle jednotlivých vah. Váhy těchto hledisek byly stanoveny procentuálním poměrem vycházejícím z národního nástroje pro certifikaci kvality budov SBToolCZ [36], a to následovně: PEI (60 %), GWP (28 %), ODP (12 %). Varianty s příznivějšími hodnotami jsou označeny zeleně.

Kritériální meze:

- střešní plášť – nejlepší varianta: tradiční dřevěný krov, izolace z foukané celulózy, betonová střešní krytina => pro  $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- střešní plášť – nejhorší varianta: skládaná střecha z železobetonových nosníků a pórobetonových vložek, izolace z desek pěnového polystyrenu, vláknocementová střešní krytina => pro  $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- obvodový plášť – nejlepší varianta: dřevěný rošt + izolace z foukané celulózy, zákryt dřevovláknitými a OSB deskami, hliněná omítka => pro  $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- obvodový plášť – nejhorší varianta: pórobetonové tvárnice, izolace z desek pěnového polystyrenu, VPC omítka v interiéru a silikátová omítka s organickým pojivem v exteriéru => pro  $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$



Skladba		Střešní plášť		Obvodový plášť		OP - ztužující jádro		
		č. 1	č. 2	č. 1	č. 2	č. 1	č. 2	
Hledisko	PEI	PEI (MJ/m <sup>2</sup> )	630,9	988,2	739,7	956,9	726	1209,4
		Výměra konstrukce (m <sup>2</sup> )	169,7	169,7	472,4	472,4	18,5	18,5
		Životnost (roky)	50	50	50	50	50	50
		PEI (MJ/rok)	2141,3	3354,0	6988,7	9040,8	268,6	447,5
		Celková podlahová plocha (m <sup>2</sup> )	513	513	513	513	513	513
		PEI vztaženo na PP (MJ/rok*m <sup>2</sup> )	4,17	6,54	13,62	17,62	0,52	0,87
		Kritériální meze (MJ/rok*m <sup>2</sup> )	1,86 - 16,57		9,05 - 51,87		0,35 - 2,03	
		Kritériální meze v procentech (%) + (body)	11,2 (10) - 100 (0)		17,5 (10) - 100 (0)		17,2 (10) - 100 (0)	
		Procentuální poměr (%)	25,2	39,5	26,3	34	25,6	42,9
		Body (váha 60 %)	8,4	6,8	8,9	8	9	6,9
	GWP	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	37,3	54,4	37,7	50,2	76,8	106,9
		Výměra konstrukce (m <sup>2</sup> )	169,7	169,7	472,4	472,4	18,5	18,5
		Životnost (roky)	50	50	50	50	50	50
		GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv./rok)	126,6	184,6	356,2	474,3	28,4	39,6
		Celková podlahová plocha (m <sup>2</sup> )	513	513	513	513	513	513
		GWP vztaženo na PP (kg CO <sub>2</sub> ekv./rok*m <sup>2</sup> )	0,25	0,36	0,69	0,92	0,06	0,08
		Kritériální meze (kg CO <sub>2</sub> ekv./rok*m <sup>2</sup> )	0,12 - 1,01		0,41 - 3,29		0,02 - 0,13	
		Kritériální meze v procentech (%) + (body)	11,9 (10) - 100 (0)		12,5 (10) - 100 (0)		15,4 (10) - 100 (0)	
		Procentuální poměr (%)	24,8	35,6	21	28	46,2	61,5
		Body (váha 28 %)	8,5	7,3	9	8,2	6,4	4,6
	ODP	ODP (g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )	0,002	0,005	0,004	0,005	0,003	0,005
		Výměra konstrukce (m <sup>2</sup> )	169,7	169,7	472,4	472,4	18,5	18,5
		Životnost (roky)	50	50	50	50	50	50
		ODP (g R-11 ekv./rok)	0,01	0,02	0,04	0,05	0,0011	0,0019
		Celková podlahová plocha (m <sup>2</sup> )	513	513	513	513	513	513
		ODP vztaženo na PP (g R-11 ekv./rok*m <sup>2</sup> )	0,00001	0,00003	0,00007	0,00009	0,000002	0,000004
		Kritériální meze (g R-11 ekv./rok*m <sup>2</sup> )	0,000007 - 0,0002		0,00004 - 0,0006		0,000001 - 0,00002	
		Kritériální meze v procentech (%) + (body)	0,4 (10) - 100 (0)		6,7 (10) - 100 (0)		5 (10) - 100 (0)	
		Procentuální poměr (%)	5	15	11,7	15	10	20
		Body (váha 12 %)	9,5	8,5	9,5	9,1	9,5	8,4
	Vážený bodový průměr		8,6	7,1	9	8,2	8,3	6,4

**Tab. 7:** Porovnání obalových konstrukcí z environmentálního hlediska

## 10.2 Funkční kritérium

U funkčního kritéria byla hodnocena dvě hlediska. Nejprve byla porovnávána funkčnost z pohledu letní tepelné stability. V programu Simulace 2018 [37] byl vymodelován fiktivní prostor o rozměrech 3x3x3 m s jedním okenním otvorem orientovaným na západ, vložený do prostředí s obecnými klimatickými podmínkami. Porovnávací veličinou byla maximální operativní teplota v místnosti (°C). Druhým hodnoceným hlediskem je dvourozměrné stacionární pole teplot, kde byla porovnávána hustota tepelného toku (W/m), pro jejíž získání byly všechny skladby vymodelovány v programu Area 2017 EDU [38]. Poté byla obě hlediska obodována dle hodnotícího systému, který je popsán v úvodu kapitoly a spočten bodový průměr. Varianty s příznivějšími hodnotami jsou označeny zeleně.



Kritériální meze:

- rozsah operativní teploty byl stanoven od 22 °C (dostačující) do 35 °C (nepřípustné)
- střešní plášť – nejlepší varianta: monolitická, železobetonová nosná konstrukce, izolace z desek pěnového skla, kontaktní plechová krytina => pro  $U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
- střešní plášť – nejhorší varianta: tradiční dřevěný krov, izolace deskami ze skelné vlny mezi krokvy, bednění z OSB desek – horní/spodní, plechová střešní krytina, SDK podhled izolovaný deskami ze skelné vlny => pro  $U = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
- obvodový plášť – nejlepší varianta: monolitická, železobetonová nosná konstrukce, izolace z desek čedičové vlny + dřevovláknitá deska, VPC omítka v interiéru a silikátová omítka s organickým pojivem v exteriéru => pro  $U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
- obvodový plášť – nejhorší varianta: sloupková dřevěná nosná konstrukce + izolace z desek čedičové vlny, zákryt OSB deskami, dřevovláknitá deska, SDK instalační předstěna izolovaná deskami ze skelné vlny – interiér, provětrávaná mezera + dřevěný obklad – exteriér => pro  $U = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

		Skladba	Střešní plášť		Obvodový plášť		OP - ztužující jádro	
		Varianta	č. 1	č. 2	č. 1	č. 2	č. 1	č. 2
Hledisko	Letní tepelná stabilita	Operativní teplota (°C)	30,1	29,93	31,52	31,15	29,68	29,54
		Kritériální meze (°C)	22 - 35		22 - 35		22 - 35	
		Kritériální meze v procentech (%) + (body)	62,9 (10) - 100 (0)		62,9 (10) - 100 (0)		62,9 (10) - 100 (0)	
		Procentuální poměr (%)	86	85,5	90,1	89,0	84,8	84,4
		Body	3,8	3,9	2,7	3	4,1	4,2
	Dvourozměrné stacionární pole teplot	Hustota tepelného toku (W/m)	4,26	4,72	4,59	4,21	4,75	4,14
		Kritériální meze (W/m)	3,58 - 12,14		3,73 - 9,37		3,73 - 9,37	
		Kritériální meze v procentech (%) + (body)	29,5 (10) - 100 (0)		39,8 (10) - 100 (0)		39,8 (10) - 100 (0)	
		Procentuální poměr (%)	35,1	38,9	49	44,9	50,7	44,2
		Body	9,2	8,7	8,5	9,2	8,2	9,3
Bodový průměr		6,5	6,3	5,6	6,1	6,2	6,8	

**Tab. 8:** Porovnání obalových konstrukcí z funkčního hlediska

## 10.3 Technologické kritérium

Technologické kritérium bylo posouzeno prostřednictvím pracnosti jednotlivých technologických kroků. Nejprve byla stanovena pracnost dílčích variant posuzovaných skladeb (tab. 9) a následně provedeno jejich porovnání (tab. 10). Varianty s příznivějšími hodnotami jsou označeny zeleně.

### 10.3.1 Pracnost posuzovaných skladeb

Orientační časové ukazatele dílčích prací, vztažené na množstevní jednotku, byly převzaty z webových stránek [39]. Hodnoty nedohledaných pracovních činností byly odhadnuty na základě převzatých ukazatelů. Následně byly všechny ukazatele přepočteny dle výměry dané skladby a stanovena celková pracnost jednotlivých variant.





-		Technologické kroky	Pracnost (Nh/m <sup>2</sup> )	Výměra (m <sup>2</sup> )	Pracnost (Nh)		
Skladba	Střešní plášť	Varianta č. 1	1. Krov - vaznicový	1,15 (Nh/m <sup>3</sup> op)	210,3 (m <sup>3</sup> op)	241,8	
			2. Bednění	0,4	169,7	67,9	
			3. Parotěsná zábrana	0,06		10,2	
			4. Tepelná izolace - 2 vrstvy	0,15		50,9	
			5. Pojistná hydroizolace	0,06		10,2	
			6. Krytina - plechová + latě	0,38		64,5	
			<b>Pracnost celkem</b>			<b>445</b>	
		Varianta č. 2	1. Střešní panel - zateplený	0,5	169,7	84,9	
			2. Teplná izolace	0,15		25,5	
			3. Pojistná hydroizolace	0,06		10,2	
			4. Krytina - plechová + latě	0,38		64,5	
			5. Parotěsná zábrana	0,06		10,2	
			6. Tepelná izolace	0,15		25,5	
			7. Podhled	0,99		168,0	
	<b>Pracnost celkem</b>		<b>389</b>				
	Obvodový plášť	Varianta č. 1	1. Stěnový CLT panel	0,5	472,4	236,2	
			2. Rošt ze Steico nosníků	0,4		189,0	
			3. Tepelná izolace - 2 vrstvy	0,66		623,6	
			4. Pojistná difuzní fólie	0,06		28,3	
			5. Rošt z latí	0,4		189,0	
			6. Dřevěný obklad - vnější	0,49		231,5	
			<b>Pracnost celkem</b>			<b>1497,5</b>	
		Varianta č. 2	1. Stěnový CLT panel	0,5	472,4	236,2	
			2. Tepelná izolace	0,66		311,8	
			3. Lepidlo + výztužná tkanina	0,5		236,2	
			4. Silikátová omítka - vnější	0,83		392,1	
			<b>Pracnost celkem</b>			<b>1176,3</b>	
		Obvodový plášť - ztužující jádro	Varianta č. 1	1.	Bednění stěny	0,23	18,5
Vyztužení stěny					1,16 (Nh/100kg)	185 (kg)	2,1
ŽLB stěna monolitická	1,27 (Nh/m <sup>3</sup> )				3,7 (m <sup>3</sup> )	4,7	
Odbednění stěny	0,12				18,5	2,2	
2. Rošt ze Steico nosníků	0,4			7,4			
3. Tepelná izolace - 2 vrstvy	0,66			24,4			
4. Pojistná difuzní fólie	0,06			1,1			
5. Rošt z latí	0,4		7,4				
6. Dřevěný obklad - vnější	0,49		9,1				
7. VPS omítka - vnitřní	0,5		9,3				
<b>Pracnost celkem</b>			<b>72,0</b>				
Varianta č. 2	1.		Bednění stěny	0,23	18,5	4,3	
			Vyztužení stěny	1,16 (Nh/100kg)	185 (kg)	2,1	
			ŽLB stěna monolitická	1,27 (Nh/m <sup>3</sup> )	3,7 (m <sup>3</sup> )	4,7	
		Odbednění stěny	0,12	18,5	2,2		
	2. Lepidlo	0,5	9,3				
	3. Tepelná izolace	0,66	12,2				
	4. Lepidlo + výztužná tkanina	0,5	9,3				
5. Silikátová omítka - vnější	0,83	15,4					
6. VPS omítka - vnitřní	0,5	9,3					
<b>Pracnost celkem</b>		<b>68,6</b>					

**Tab. 9:** Pracnost posuzovaných skladeb



### 10.3.2 Porovnání obalových konstrukcí z technologického hlediska

Následné porovnání bylo provedeno stejným způsobem jako u předešlých kritérií. Byly stanoveny kritériální meze, a lineárním přerozdělením přiděleny body.

Kritériální meze:

- střešní plášť – nejlepší varianta: montáž prefabrikované nosné střešní konstrukce, montáž střešních panelů s finální povrchovou úpravou
- střešní plášť – nejhorší varianta: tradiční dřevěný krov, izolace mezi krokvy, bednění – záklop, pojistná hydroizolace, laťování + skládaná pálená střešní krytina, parotěsná fólie, izolace pod krokvy, dřevěný podhled
- obvodový plášť – nejlepší varianta: montáž kompletních stěnových panelů s vnější finální povrchovou úpravou + dokončovací práce
- obvodový plášť – nejhorší varianta: zděná nosná konstrukce, izolace mezi dřevěným roštem, tuhá desková izolace, pojistná difuzní fólie, dřevěný rošt – větraná vzduchová mezera, dřevný obklad – vnější, cementová omítka – vnitřní

Skladba Varianta	Střešní plášť		Obvodový plášť		OP - ztužující jádro	
	č. 1	č. 2	č. 1	č. 2	č. 1	č. 2
Pracnost (Nh)	445	389	1497,5	1176,3	72	68,6
Kritériální meze (Nh)	157,8 - 733,2		330,7 - 2171,8		13 - 85,1	
Kritériální meze v procentech (%) + (body)	21,5 (10) - 100 (0)		15,2 (10) - 100 (0)		15,3 (10) - 100 (0)	
Procentuální poměr (%)	60,7	53,1	69	54,2	84,6	80,6
Body	5	6	3,7	5,4	1,8	2,3

**Tab. 10:** Porovnání obalových konstrukcí z technologického hlediska

### 10.4 Tloušťka konstrukce

V posledním hodnoceném kritériu byla porovnána celková tloušťka jednotlivých skladeb. V kapitolách 9 či 10.1.1 jsou uvedeny tloušťky jak dílčích vrstev, tak i výsledné celých skladeb. Porovnání bylo provedeno opět prostřednictvím kritériálních mezí a lineárního rozdělení bodů od 0 do 10. Varianty s příznivějšími hodnotami jsou označeny zeleně.

Pozn.: u varianty střešního pláště č. 1 je výsledná tloušťka uvažována bez výšky příznaných krokví, které jsou součástí obytného prostoru.

Kritériální meze:

- střešní plášť – nejlepší varianta: sendvičové střešní panely, nosná konstrukce je součástí obytného prostoru => pro  $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- střešní plášť – nejhorší varianta: skládaná střecha z železobetonových nosníků a pórobetonových vložek, izolace z dřevovláknitých desek, laťování + skládaná střešní krytina, sádrová omítka – vnitřní => pro  $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$



- obvodový plášť – nejlepší varianta: sendvičové stěnové panely, nosná konstrukce je součástí obytného prostoru => pro  $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- obvodový plášť – nejhorší varianta: monolitická, železobetonová nosná konstrukce, izolace z dřevovláknitých desek, dřevěný rošt – větraná vzduchová mezera, dřevný obklad – vnější, VPC omítka – vnitřní => pro  $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Skladba	Střešní plášť		Obvodový plášť		OP - ztužující jádro	
	č. 1	č. 2	č. 1	č. 2	č. 1	č. 2
Varianta						
Tloušťka konstrukce (mm)	436	514	454	412	545	533
Kritériální meze (mm)	195 - 674		150 - 585		150 - 585	
Kritériální meze v procentech (%) + (body)	28,9 (10) - 100 (0)		27,5 (10) - 100 (0)		27,5 (10) - 100 (0)	
Procentuální poměr (%)	64,7	76,3	83,3	75,6	93,2	91,1
Body	5	3,3	3	4	0,9	1,2

**Tab. 11:** Porovnání obalových konstrukcí z hlediska tloušťky konstrukce

## 10.5 Celkové porovnání obalových konstrukcí

V závěru kapitoly byla všechna hodnocená kritéria porovnána společně. Varianty s vyšším počtem kritérií, ve kterých získaly více bodů než druhá hodnocená varianta, jsou z multikritériálního hlediska výhodnější, avšak konečný výběr variant obalových konstrukcí není tímto hlediskem řízen a záleží na uvážení autora diplomové práce. V tabulce jsou zeleně označeny varianty, které v daném kritériu získaly vyšší počet bodů.

Skladba	Střešní plášť		Obvodový plášť		OP - ztužující jádro	
	č. 1	č. 2	č. 1	č. 2	č. 1	č. 2
Varianta						
Hodnocená kritéria	Body					
Environmentální	8,6	7,1	9	8,2	8,3	6,4
Funkční	6,5	6,3	5,6	6,1	6,2	6,8
Technologické	5	6	3,7	5,4	1,8	2,3
Tloušťka konstrukce	5	3,3	3	4	0,9	1,2

**Tab. 12:** Celkové porovnání obalových konstrukcí

Z pohledu environmentálního kritéria vyšla ve všech třech případech lépe varianta č. 1. U obvodového pláště, včetně ztužujícího jádra, dosáhla ve zbylých kritériích lepších výsledků varianta č. 2. U střešního pláště vyšla naopak varianta č. 2 lépe pouze z technologického hlediska. Pro střešní plášť byla tedy vybrána varianta č. 1 s nadkroevní izolací z minerální vlny. Pro obvodový plášť a ztužující jádro byla vybrána, primárně uvažovaná, varianta č. 1, přestože varianta č. 2 nakonec získala více bodů ve většině hodnocených kritérií. V rámci diplomové práce byl kladen největší důraz na environmentální kritérium, následně pak na funkční. Zde je navíc bodový rozdíl mezi oběma variantami menší než u environmentálního kritéria. Zbylá kritéria mají menší váhu. Varianta provětrávané fasády s dřevěným obkladem byla zvolena i s ohledem na estetické hledisko.

Pozn.: zvolený hodnotící systém, s vlastním kritériálním rozmezím, není vhodný pro obecné hodnocení a porovnávání nezávislých objektů a systémů. Avšak pro účely porovnání variant jednotlivých skladeb v této práci, a následný výběr jedné z nich, je dostačující. Chyba, která by do porovnání mohla být vnesena nesprávně nastavenými kritériálními mezemi, by byla vnesena na všechny varianty a výsledný rozdíl mezi nimi odpovídá reálným hodnotám.



## 11 Předběžný statický návrh nosných konstrukcí

V rámci návrhu objektu byl vypracován orientační statický výpočet nosných konstrukcí s využitím podkladů výrobce či pomocí empirických vzorců a ohybové štihlosti. Některé hodnoty jsou pak stanoveny odborným odhadem nebo převzaty z bakalářské práce. Schématický výkres nosných konstrukcí je součástí výkresové dokumentace v přílohové části.

### 11.1 Konstrukce střechy – krov

Dimenze dřevěných prvků krovu převzaty z bakalářské práce, kde byl proveden podrobný statický výpočet [40].

Krokev – průřez: 140 x 240 mm  
– dřevo: GL24h  
– osová vzdálenost: 1 m

Vaznice – průřez: 200 x 240 mm (odborným odhadem upraveno oproti BP)  
– dřevo: GL24h

Kleština – průřez: 2x 80 x 160 mm  
– dřevo: GL24h

Vzpěra – průřez: 200 x 200 mm  
– dřevo: GL24h

Sloup – průřez: 200 x 200 mm  
– dřevo: GL24h



## 11.2 Vodorovné nosné konstrukce

### 11.2.1 Železobetonová stropní deska

Umístění: 1.PP

Návrh tloušťky železobetonové stropní desky (spojité jednosměrně pnuté):

- beton C35/45 ( $f_{ck} = 35$  MPa,  $f_{cd} = 35/1,5 = 23,3$  MPa)
- ocel B500B ( $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 500/1,15 = 435$  MPa)
- výztuž ( $\varnothing = 10$  mm)
- krytí ( $c = 25$  mm)
- rozpětí ( $l_{max} = 5500$  mm)

1) Empiricky:

$$h_d = \left( \frac{1}{30} \sim \frac{1}{25} \right) * l_{max}$$

$$h_d = \left( \frac{1}{30} \sim \frac{1}{25} \right) * 5500$$

$$h_d = 183 \sim 220 \text{ mm} \Rightarrow h_d = 200 \text{ mm}$$

2) Z ohybové štíhlosti:

$$d \geq \frac{l_{max}}{\chi_{c1} \chi_{c2} \chi_{c3} \lambda_{d,tab}}$$

$$\chi_{c1} = 1,0$$

$$\chi_{c2} = 1,0 (l_{max} < 7\text{m})$$

$$\chi_{c3} = 1,2 (\text{odhad})$$

$$\lambda_{d,tab} = 29,9 (\text{krajní pole spojitého nosníku, beton C35/45, } \rho = 0,5)$$

$$d \geq \frac{5500}{1,0 * 1,0 * 1,2 * 29,9}$$

$$d \geq 154 \text{ mm}$$

$$h_d = 154 + \frac{10}{2} + 25 = 184 \text{ mm} \Rightarrow h_d = 200 \text{ mm}$$

**Návrh tloušťky desky  $h_d = 200$  mm.**



### 11.2.2 Dřevěný stropní panel

Umístění: 1.NP a 2. NP

Návrh výšky dřevěného stropního panelu Novatop Element (prostě podepřený):

- charakteristické zatížení podlahovým souvrstvím:

Vrstva		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )
1	Keramická dlažba	10	2000	20
2	Lepidlo	5	1550	7,75
3	HI nátěr Akryzol	0,001	1800	0,0018
4	2x sádrovláknitá deska Fermacell (10)	20	1150	23
5	Systémová dřevovláknitá deska Ideal EKO AZ	30	160	4,8
6	Betonové dlaždice	37	2162	80
7	Dřevovláknitá deska Steico Isorel	8	230	1,84
8	Novatop Element - horní deska	27	490	13,23
	Dřevovláknitá deska Steico Flex (90 %)	(140)	50	6,3
	Vzduchová dutina + svislé stěny panelu (10 %)	153	490	7,5
	Novatop Element - spodní deska	60	490	29,4
SUMA		<b>350</b>	-	<b>193,8</b>

**Tab. 13:** Charakteristické zatížení podlahovým souvrstvím

$$g_{1,k} = 193,8 \text{ kg/m}^2 = 1,94 \text{ kN/m}^2$$

- ekvivalentní rovnoměrné zatížení od příček:

Vrstva		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )
1	Keramická dlažba	10	2000	20
2	Lepidlo	5	1550	7,75
3	HI nátěr Akryzol	0,001	1800	0,0018
4	Dřevěný stěnový CLT panel Novatop	84	490	41,16
SUMA		<b>99</b>	-	<b>68,9</b>

**Tab. 14:** Charakteristické zatížení vnitřní dělicí stěnou

- vlastní tíha příčky na 1 m délky příčky:  
konstrukční výška k.v. = 2,7 m  
plošná hmotnost příčky m = 68,9 kg/m<sup>2</sup>  
 $g_{př} = k.v. * m = 2,7 * 68,9 = 186 \text{ kg/m} = 1,86 \text{ kN/m}$  délky příčky  
 $g_{př} = 1,86 \text{ kN/m}$  délky příčky  $\leq 2,0 \text{ kN/m} \Rightarrow q_{1,k} = 0,8 \text{ kN/m}^2$



- užitné zatížení:  
kategorie A: obytné plochy a plochy pro domácí činnosti – stropní konstrukce  
 $q_k = q_{2,k} = 2,0 \text{ kN/m}^2$
- celkové rovnoměrné charakteristické zatížení stálé:  
 $g_k = g_{1,k} = 1,94 \text{ kN/m}^2$
- celkové rovnoměrné charakteristické zatížení proměnné:  
 $q_k = n_k = q_{1,k} + q_{2,k} = 0,8 + 2,0 = 2,8 \text{ kN/m}^2$
- rozpětí ( $l_{\max} = 5500 \text{ mm}$ )

Návrh dle podkladů pro předběžné dimenzování od výrobce str. 10 [41]:

Návrhové statické tabulky jsou vytvořeny dle DIN EN 1995-1-1/NA/A1 (2012-02), která využívá stejné či přísnější součinitele jako ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí. Jde o konzervativní výpočet na straně bezpečnosti. Německé normy se liší hodnotou:

– součinitel spolehlivosti materiálu – pro lepené lamelové dřevo  $\gamma_M = 1,25$  dle ČSN EN  
 $\gamma_M = 1,30$  dle DIN EN

- v tabulce zohledněno:  
 $k_{\text{mod}} = 0,9$

Stálé zatížení ( $g_k$ )	Užitné zatížení ( $q_k$ )	Rozpětí / Skladba 27 (9/9/9) - 60 (9/9/9 + 9/15/9)						
		3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
1	1,5	160	160	160	160	160	180	200
	2	160	160	160	160	180	180	200
	3	160	160	160	160	180	200	220
	4	160	160	160	180	200	220	240
	5	160	160	180	200	220	240	260
1,5	1,5	160	160	160	160	180	180	200
	2	160	160	160	160	180	200	220
	3	160	160	160	180	200	220	240
	4	160	160	160	180	200	240	260
	5	160	160	180	200	220	240	280
2	1,5	160	160	160	160	180	200	220
	2	160	160	160	160	180	200	220
	3	160	160	160	180	200	220	260
	4	160	160	180	200	220	240	260
	5	160	180	200	220	240	260	280

**Tab. 15:** Tabulka pro předběžné dimenzování stropních panelů Novatop Element

$h = 220 \text{ mm} \Rightarrow$  konzervativně, a nejen ze statických důvodů  $h = 240 \text{ mm}$

**Návrh výšky stropního panelu Novatop Element  $h = 240 \text{ mm}$ .**



### 11.2.3 Ocelový překlad – P0

Umístění: 1. NP

Stanoveno odborným odhadem:

- průřez: válcovaný profil HEM 100 106 x 120 mm
- ocel: S235

### 11.2.4 Ocelový stropní průvlak – P1

Umístění: 1. NP a 2. NP

Stanoveno odborným odhadem:

- průřez: prolamovaný válcovaný profil IPE 240 120 x 240 mm
- ocel: S235

## 11.3 Svislé nosné konstrukce

### 11.3.1 Dřevěný stěnový panel

Umístění: 1. NP, 2. NP a 3. NP

Návrh tloušťky dřevěného stěnového panelu Novatop Solid:

- zatížení střešním pláštěm:  
liniové rovnoměrné charakteristické zatížení stálé  $g'_{1,k} = 0,4 \text{ kN/m}$   
liniové rovnoměrné charakteristické zatížení proměnné  $g'_{1,k} = 0,75 \text{ kN/m}$
- zatížení stropní konstrukcí:  
zatěžovací šířka z.š. = 2,75 m  
počet pater nad posuzovanou konstrukcí  $n = 2$   
 $g_k = 1,94 \text{ kN/m}^2$  – viz zatížení stropní konstrukcí výše  
 $q_k = 2,8 \text{ kN/m}^2$  – viz zatížení stropní konstrukcí výše  
liniové rovnoměrné charakteristické zatížení stálé  
 $g'_{2,k} = g_k * \text{z.š.} * n = 1,94 * 2,75 * 2 = 10,67 \text{ kN/m}$   
liniové rovnoměrné charakteristické zatížení proměnné  
 $q'_{2,k} = q_k * \text{z.š.} * n = 2,8 * 2,75 * 2 = 15,4 \text{ kN/m}$
- zatížení svislou nosnou konstrukcí nad posuzovanou stěnou:  
výška konstrukce nad posuzovanou stěnou  $h = 4,1 \text{ m}$   
plošná hmotnost nosné konstrukce nad posuzovanou stěnou  $m = 60,76 \text{ kg/m}^2$  viz tab. 4  
liniové rovnoměrné charakteristické zatížení stálé  
 $g'_{3,k} = h * m = 4,1 * 60,76 = 249,12 \text{ kg/m} = 2,5 \text{ kN/m}$





- zatížení fasádním systémem:  
výška fasády  $h = 7,6 \text{ m}$   
plošná hmotnost fasády  $m = 95,7 - 60,76 = 34,94 \text{ kg/m}^2$  viz tab. 4  $\Rightarrow 34,94 + 9$   
(přídavek za Steico nosníky – rošt pro tepelnou izolaci =  $9 \text{ kg/m}^2$ ) =  $43,94 \text{ kg/m}^2$   
liniové rovnoměrné charakteristické zatížení stálé  
 $g'_{4,k} = h * m = 7,6 * 43,94 = 333,94 \text{ kg/m} = \mathbf{3,34 \text{ kN/m}}$
- zatížení vlastní tíhou:  
konstrukční výška k.v. =  $2,7 \text{ m}$   
plošná hmotnost konstrukce  $m = 60,76 \text{ kg/m}^2$  viz tab. 4  
liniové rovnoměrné charakteristické zatížení stálé  
 $g'_{5,k} = \text{k.v.} * m = 2,7 * 60,76 = 164,05 \text{ kg/m} = \mathbf{1,64 \text{ kN/m}}$
- celkové liniové rovnoměrné charakteristické zatížení stálé:  
 $g'_k = g'_{1,k} + g'_{2,k} + g'_{3,k} + g'_{4,k} + g'_{5,k} = 0,4 + 10,67 + 2,5 + 3,34 + 1,64 = \mathbf{18,55 \text{ kN/m}}$
- celkové liniové rovnoměrné charakteristické zatížení proměnné:  
 $q'_k = n'_k = q'_{1,k} + q'_{2,k} = 0,75 + 15,4 = \mathbf{16,15 \text{ kN/m}}$

Návrh dle podkladů pro předběžné dimenzování od výrobce str. 8 [42]:

Návrhové statické tabulky jsou vytvořeny dle DIN EN 1995-1-1/NA/A1 (2012-02), která využívá stejné či přísnější součinitele jako ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí. Jde o konzervativní výpočet na straně bezpečnosti. Německé normy se liší hodnotou:

– součinitel spolehlivosti materiálu – pro lepené lamelové dřevo  $\gamma_M = 1,25$  dle ČSN EN  
 $\gamma_M = 1,30$  dle DIN EN

- v tabulce zohledněno:  
zatížení větrem  $w_k = 0,5 \text{ kN/m}$   
 $k_{\text{mod}} = 0,9$   
excentricita uložení stropních panelů:  $40 \text{ mm}$  pro panely Novatop Solid  $124 \text{ mm}$
- vysvětlivky:  
panely s označením L – povrchová vrstva probíhá ve směru rozpětí  
panely s označením Q – povrchová vrstva probíhá kolmo ke směru rozpětí

stálé zatížení ( $g$ )	užitné zatížení ( $n$ )	$h = 2400 \text{ mm}$	$h = 2500 \text{ mm}$	$h = 2700 \text{ mm}$	$h = 2900 \text{ mm}$
10	10	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 84L / 62L	124L / 84L / 62L
	20	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 84L / 62L	124L / 84L / 62L
	30	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 84L / 62L	124L / 84L / 62L
	40	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 84L / 62L	124L / 84L / --
	50	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 84L / --	124L / 84L / --
20	10	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 84L / 62L	124L / 84L / 62L
	20	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / 62Q	124L / 84L / 62L	124L / 84L / 62L
	30	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 124Q / 84L / 84Q / 62L / --	124L / 84L / 62L	124L / 84L / --

**Tab. 16:** Tabulka pro předběžné dimenzování stěnových panelů Novatop Solid

$d = 62L \sim 124L \text{ mm} \Rightarrow d = 124L \text{ mm}$

**Návrh tloušťky stěnového panelu Novatop Solid  $d = 124L \text{ mm}$ .**



### 11.3.2 Dřevěný sloup

Umístění: 2. NP a 3. NP – krov

Stanoveno odborným odhadem:

- průřez: 200 x 200 mm
- dřevo: GL24h

## 11.4 Spodní stavba

### 11.4.1 Železobetonová stěna

Umístění: 1. PP a ztužující jádro

Stanoveno odborným odhadem:

- tloušťka:  $d = 200$  mm
- beton: C35/45
- ocel: B500B
- výztuž: ( $\varnothing = 8$  mm)
- krytí:  $c = 30$  mm

### 11.4.2 Železobetonová základová deska

Umístění: základy

Podloží: vysoce únosné – R1 – stupeň pevnosti: velmi vysoký – migmatit

Hladina podzemní vody: nízká – pozemek se nachází na kopci

Stanoveno odborným odhadem:

- tloušťka:  $d = 250$  mm
- beton: C40/50
- ocel: B500B
- výztuž: ( $\varnothing = 10$  mm)
- krytí:  $c = 40$  mm

## 11.5 Konstrukce schodiště

Umístění: 1. PP

Konstrukce: dvouramenné přímé deskové schodiště

Materiál: železobeton – monolitický

Uložení: – schodišťové rameno – přímá jednosměrně pnutá deska do stropní desky a mezipodesty

– mezipodesta – jednosměrně pnutá deska do schodišťových stěn



- Parametry: – počet stupňů – 16  
– výška stupně – 175 mm – 1. PP  
– šířka stupně – 260 mm  
– sklon schodišťového ramene – 33,96° – 1. PP  
– šířka schodišťového ramene – 915 mm

### 11.5.1 Železobetonová deska schodišťového ramene

Návrh tloušťky železobetonové desky schodišťového ramene:

- beton C30/37 ( $f_{ck} = 30$  MPa,  $f_{cd} = 30/1,5 = 20$  MPa)
- ocel B500B ( $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 500/1,15 = 435$  MPa)
- výztuž ( $\varnothing = 10$  mm)
- krytí ( $c = 25$  mm)
- rozpětí ( $l_{max} = 1820$  mm)

1) Empiricky:

$$h_d = \left( \frac{1}{30} \sim \frac{1}{25} \right) * l_{max}$$

$$h_d = \left( \frac{1}{30} \sim \frac{1}{25} \right) * 1820$$

$$h_d = 61 \sim 73 \text{ mm} \Rightarrow h_d = 80 \text{ mm}$$

2) Z ohybové štíhlosti:

$$d \geq \frac{l_{max}}{\chi_{c1} \chi_{c2} \chi_{c3} \lambda_{d,tab}}$$

$$\chi_{c1} = 1,0$$

$$\chi_{c2} = 1,0 (l_{max} < 7\text{m})$$

$$\chi_{c3} = 1,20 \text{ (odhad)}$$

$$\lambda_{d,tab} = 20,5 \text{ (prostě podepřená deska, beton C30/37, } \rho = 0,5)$$

$$d \geq \frac{1820}{1,0 * 1,0 * 1,2 * 20,5}$$

$$d \geq 74 \text{ mm}$$

$$h_d = 74 + \frac{10}{2} + 25 = 104 \text{ mm} \Rightarrow h_d = 120 \text{ mm}$$

**Návrh tloušťky desky  $h_d = 120$  mm.**



### 11.5.2 Železobetonová deska schodišťové mezipodesty

Návrh tloušťky železobetonové desky schodišťové mezipodesty:

- beton C30/37 ( $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ ,  $f_{cd} = 30/1,5 = 20 \text{ MPa}$ )
- ocel B500B ( $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 500/1,15 = 435 \text{ MPa}$ )
- výztuž ( $\varnothing = 10 \text{ mm}$ )
- krytí ( $c = 25 \text{ mm}$ )
- rozpětí ( $l_{\max} = 2030 \text{ mm}$ )

1) Empiricky:

$$h_d = \left( \frac{1}{30} \sim \frac{1}{25} \right) * l_{\max}$$

$$h_d = \left( \frac{1}{30} \sim \frac{1}{25} \right) * 2030$$

$$h_d = 68 \sim 82 \text{ mm} \Rightarrow h_d = 90 \text{ mm}$$

2) Z ohybové štíhlosti:

$$d \geq \frac{l_{\max}}{\chi_{c1} \chi_{c2} \chi_{c3} \lambda_{d,tab}}$$

$$\chi_{c1} = 1,0$$

$$\chi_{c2} = 1,0 \text{ (} l_{\max} < 7\text{m)}$$

$$\chi_{c3} = 1,20 \text{ (odhad)}$$

$$\lambda_{d,tab} = 20,5 \text{ (prostě podepřená deska, beton C30/37, } \rho = 0,5)$$

$$d \geq \frac{2030}{1,0 * 1,0 * 1,2 * 20,5}$$

$$d \geq 83 \text{ mm}$$

$$h_d = 83 + \frac{10}{2} + 25 = 113 \text{ mm} \Rightarrow h_d = 120 \text{ mm}$$

**Návrh tloušťky desky  $h_d = 120 \text{ mm}$ .**

Umístění: 1. NP a 2. NP

Konstrukce: dvojramenné přímé vřetenové schodiště

Materiál: stupně a mezipodesta – dřevo, vřetenov – ocel

Uložení: – stupně – prosté na ocelové konzolky ve schodišťových stěnách a na ocelovém vřetení

– mezipodesta – na ocelové úhelníky kotvené do schodišťových stěn

– vřetenov – na mezipodestu a ocelový úhelník ve stropní konstrukci



- Parametry: – počet stupňů – 16  
– výška stupně – 184 mm – 1. NP – 3. NP  
– šířka stupně – 260 mm  
– sklon schodišťového ramene –  $35,34^\circ$  – 1. NP – 3. NP  
– šířka schodišťového ramene – 915 mm

### 11.5.3 Dřevěný panel schodišťové mezipodesty

Návrh výšky dřevěného panelu schodišťové mezipodesty:

Stanoveno odborným odhadem:

- výška: 180 mm
- dřevo: CLT panel Novatop Element



## 12 Energetická analýza

Pro ověření, že navrhovaná budova splňuje podmínky energeticky pasivního standardu, byl spočten průměrný součinitel prostupu tepla a měrná roční potřeba tepla na vytápění vztažená k vytápěné ploše. Výpočet byl proveden pomocí školního programu pro výpočet potřeby tepla, který byl vytvořen v Excelu [43]. Výpočet vychází z postupu, který je popsán v technických normalizačních informacích TNI 73 0329 (pro rodinné domy) [26]. Celkový výstup z programu je uveden ve výpočtové části příloh (kapitola 2).

### 12.1 Výpočetní model

V této části jsou uvedeny veškeré vstupní údaje, které byly pro výpočet zadány do programu.

#### 12.1.1 Základní vstupní údaje

- počet osob: obsazenost objektu je uvažována takto – 4 dvoulůžkové ložnice, 2 třílůžkové a 1 dvoulůžkový pokoj s oddělenými lůžky => celkový počet lůžek =  $8 + 6 + 2 = 16$  => **16 osob**
- přítomnost osob: **70 %**
- požadovaná vnitřní teplota: v celé vytápěné zóně je požadována teplota alespoň **21 °C**
- objem vytápěné zóny (z vnějších rozměrů => u dvouplášťové větrané konstrukce => vnější povrch vnitřního pláště):  
podlaží = plocha (m<sup>2</sup>) \* výška (m) = objem (m<sup>3</sup>)  
1. PP =  $155,01 * 2,8 = 434 \text{ m}^3$   
1. NP =  $158,04 * 2,94 = 464,6 \text{ m}^3$   
2. NP =  $127,79 * 2,94 = 375,7 \text{ m}^3$   
3. NP – podkroví =  $(144,19 * 1,1) + 283$  (objem střechy) =  $158,6 + 283 = 441,6 \text{ m}^3$   
celkem: **1715,9 m<sup>3</sup>**
- plocha obalových konstrukcí vytápěné zóny (z vnějších rozměrů):  
podlaha na terénu =  $155,01 \text{ m}^2$   
terasa =  $13,85 \text{ m}^2$   
střecha =  $166,49 \text{ m}^2$   
obvodové stěny nadzemní =  $462,79 \text{ m}^2$   
obvodové stěny podzemní =  $147,85 \text{ m}^2$   
strop a podlaha z vytápěného k nevytápěnému prostoru =  $2 * 16,4 = 32,8 \text{ m}^2$   
celkem: **978,8 m<sup>3</sup>**
- podlahová plocha vytápěné zóny (z celkových vnitřních rozměrů):  
1. PP =  $131,69 \text{ m}^2$   
1. NP =  $136,3 \text{ m}^2$   
2. NP =  $106,09 \text{ m}^2$   
3. NP – podkroví =  $122,49 \text{ m}^2$   
celkem: **496,6 m<sup>3</sup>**
- měrné vnitřní tepelné zisky:  
metabolické teplo a teplo z provozu technologického vybavení =  $100 \text{ W/os}$   
stálá produkce tepla na každou bytovou jednotku =  $100 \text{ W}$



### 12.1.2 Neprůsvitné konstrukce a výplně otvorů

- plochy neprůsvitných konstrukcí a výplní otvorů:

Vytápěný prostor a vnější prostředí

Konstrukce	Orientace	Celková plocha (m <sup>2</sup> )	Plocha výplní otvorů (m <sup>2</sup> )	Čistá plocha (m <sup>2</sup> )
Stěna nad 1. PP	S	124,0	6,48	117,6
Stěna 1. PP	S	47,0	0,00	47,0
Stěna nad 1. PP	V	79,1	26,56	52,6
Stěna 1. PP	V	27,0	0,00	27,0
Stěna nad 1. PP	J	145,2	31,57	113,6
Stěna 1. PP	J	47,0	0,00	47,0
Stěna nad 1. PP	Z	90,6	31,89	58,7
Stěna 1. PP	Z	27,0	2,24	24,7
<b>Celkem</b>	-	<b>586,8</b>	<b>98,7</b>	<b>488,1</b>
Střecha	H	166,5	1,70	164,8
Terasa	H	13,9	0,00	13,9
<b>Celkem</b>	-	<b>180,3</b>	<b>1,7</b>	<b>178,6</b>

**Tab. 17:** Plochy neprůsvitných konstrukcí a výplní otvorů mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím

Nevytápěný prostor a vnější prostředí

Konstrukce	Orientace	Celková plocha (m <sup>2</sup> )	Plocha výplní otvorů (m <sup>2</sup> )	Čistá plocha (m <sup>2</sup> )
Stěna	S	12,4	4,32	8,1
Stěna	V	11,4	4,32	7,1
<b>Celkem</b>	-	<b>23,8</b>	<b>8,6</b>	<b>15,2</b>

**Tab. 18:** Plochy neprůsvitných konstrukcí a výplní otvorů mezi nevytápěným prostorem a vnějším prostředím

Vytápěný a nevytápěný prostor

Konstrukce	Orientace	Celková plocha (m <sup>2</sup> )	Plocha výplní otvorů (m <sup>2</sup> )	Čistá plocha (m <sup>2</sup> )
Stěna	vnitřní	23,8	5,44	18,4
Podlaha		16,4	0,00	16,4
Strop		16,4	0,00	16,4
<b>Celkem</b>	-	<b>56,6</b>	<b>5,4</b>	<b>51,2</b>

**Tab. 19:** Plochy neprůsvitných konstrukcí a výplní otvorů mezi vytápěným a nevytápěným prostorem



- součinitele prostupu tepla neprůsvitných konstrukcí:  
obvodový plášť nadzemní  $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
obvodový plášť podzemní  $U = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \Rightarrow$  tepelná ztráta stěn pod úrovní terénu konzervativně započtena do tepelných ztrát stěn v kontaktu s vnějším prostředím  
střešní plášť a terasa  $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
stěna mezi vytápěným a nevytápěným prostorem  $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
podlaha a strop mezi vytápěným a nevytápěným prostorem  $U = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- jednotlivé rozměry okenních a dveřních otvorů viz celkový výstup z programu v přílohové části  $\Rightarrow$  rozměry odečteny z výkresové dokumentace
- parametry výplní otvorů:  
součinitel prostupu tepla skla –  $U_g = 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  – okna/dveře (mimo vchodových)  
–  $U_g = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  – střešní okno a výlez na střeche  
součinitel prostupu tepla rámu –  $U_f = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  – okna/dveře – zimní zahrada  
–  $U_f = 0,87 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  – dveře HS portál – terasa  
–  $U_f = 1,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  – střešní okno a výlez na střeche  
energetická propustnost –  $g = 54 \%$  – okna/dveře (mimo vchodových)  
–  $g = 44 \%$  – střešní okno a výlez na střeche  
součinitel prostupu tepla vchodových dveří –  $U_D = 0,67 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- redukční činitel stínícího zařízení  $F_C: 1,0$
- dílčí korekční činitele stínění: viz celkový výstup v přílohové části  
korekční činitel stínění horizontem  $F_h$  – ze severní strany je objekt stíněn přilehlým lesem; z okolních pozemků je zastaven pouze jeden, avšak do budoucna lze jejich zástavbu očekávat  $\Rightarrow$  pro výpočet byla uvažována zástavba nezastavených pozemků obdobně velkými objekty jako navrhovaná budova viz situace ve výkresové dokumentaci

### 12.1.3 Podlaha na terénu

- plocha podlahy (z vnějších rozměrů): **155,01 m<sup>2</sup>**
- exponovaný obvod podlahy (z vnějších rozměrů): **54,76 m**
- součinitel prostupu tepla podlahy  $U: 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- tloušťka obvodové suterénní stěny: **0,44 m**
- tloušťka svislé okrajové tepelné izolace: **0,2 m**
- součinitel tepelné vodivosti svislé okrajové tepelné izolace  $\lambda: 0,033 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
- hloubka svislé okrajové tepelné izolace pod terénem (střední hodnota): **2,08 m**

### 12.1.4 Větrání

#### Vytápěný prostor

- objem vnitřního vzduchu (z podlahové plochy a světlé výšky podlaží):  
podlaží = plocha (m<sup>2</sup>) \* světlá výška (m) = objem (m<sup>3</sup>)  
1. PP = 131,69 \* 2,5 = 329,2 m<sup>3</sup>  
1. NP = 136,3 \* 2,6 = 354,4 m<sup>3</sup>  
2. NP = 106,09 \* 2,6 = 275,8 m<sup>3</sup>  
3. NP – podkroví = (122,49 \* 1,1) + 205,2 (objem střechy) = 134,7 + 205,2 = 339,9 m<sup>3</sup>  
celkem: **1299,3 m<sup>3</sup>**





- dávka venkovního vzduchu na osobu: **25 m<sup>3</sup>/(h\*os)**
- účinnost rekuperace: **84 %**

#### Nevytápěný prostor

- objem vnitřního vzduchu (z ploch místností a vnitřních rozměrů):  
podlaží = plocha (m<sup>2</sup>)\* světlá výška (m) = objem (m<sup>3</sup>)  
2. NP = 12,92 \* 2,6 = **33,6 m<sup>3</sup>**
- násobnost výměny vzduchu mezi vytápěným a nevytápěným prostorem a v nevytápěném prostoru se uvažuje nulová

#### 12.1.5 Klimatická data

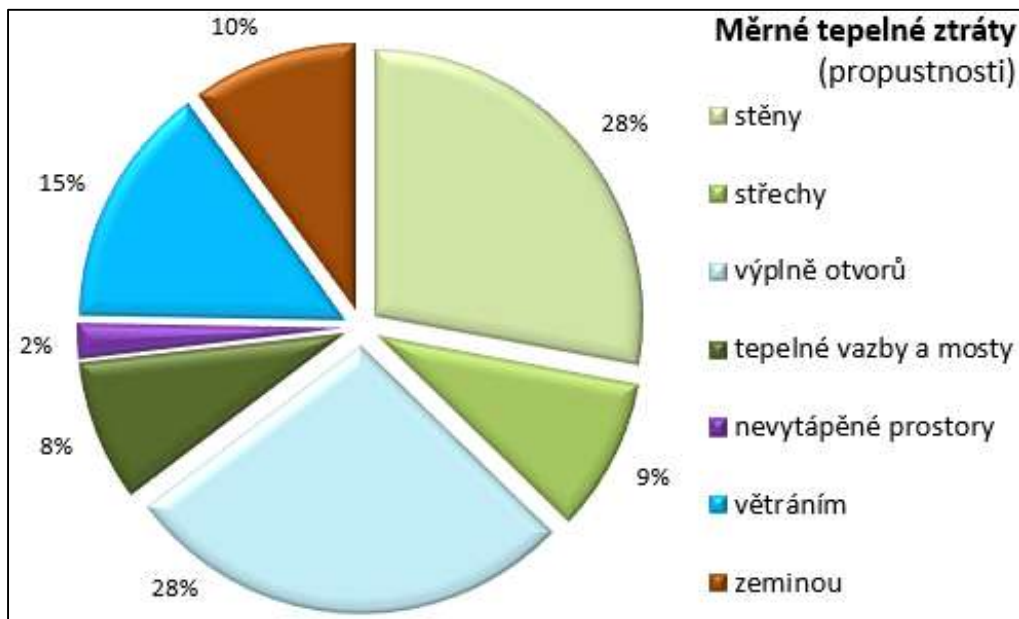
- teplota venkovního vzduchu (Vimperk): z ČHMÚ [44] byly staženy hodnoty průměrných měsíčních teplot venkovního vzduchu z let 1987 až 2019, ze kterých byly následně vypočteny výsledné průměry pro jednotlivé měsíce v roce (viz celkový výstup z programu v přílohové části)
- energie slunečního záření: hodnoty celkové energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace jsou převzaty z tabulky 1 TNI 73 0329 => tyto hodnoty jsou odlišné od skutečných hodnot pro oblast, do které je objekt navrhován => v rámci zjednodušených předpokladů výpočetního modelu však byly tyto hodnoty ponechány => do výpočtu je tak vnesena chyba, která je však pro účely diplomové práce přijatelná (rozdíl hodnot z tabulky a slunečního záření pro Vimperk nebude větší jak 10 %)

### 12.2 Výsledky a vyhodnocení

Nejprve jsou uvedeny výsledné hodnoty z programu, následně je provedeno jejich vyhodnocení.

#### 12.2.1 Výsledné hodnoty

- průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy  $U_{em}$ : **0,20 W/(m<sup>2</sup>\*K)**
- měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěné ploše  $E_A$ : **13,7 kWh/(m<sup>2</sup>\*a)**
- měrná tepelná ztráta  $H'$ : **230,5 W/K**



**Graf 1:** Měrné tepelné ztráty objektu

### 12.2.2 Vyhodnocení výsledků

- průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy  $U_{em}$ :  
 $U_{em} = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_{em,max} = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$
- měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěné ploše:  
 $E_A = 13,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < E_{A,max} = 20 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$   
 $E_A = 13,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) \Rightarrow$  splňuje doporučené hodnoty pro energeticky pasivní standard dle TNI 73 0329

V grafu 1 jsou znázorněny dílčí měrné tepelné ztráty objektu. Odtud je patrné, že tepelná ztráta konstrukcemi objektu je více jak 3/4 z celkových tepelných ztrát. Z toho pak cca 1/3 pokrývá ztráta výplněmi otvorů, a stejně tak je tomu i v případě obvodových stěn. Tepelná ztráta řízeným větráním tvoří 15 %.

Budova splňuje podmínky pro energeticky pasivní standard, avšak je nutné splnění dalších požadavků, které jsou uvedeny v kapitole 8.3.

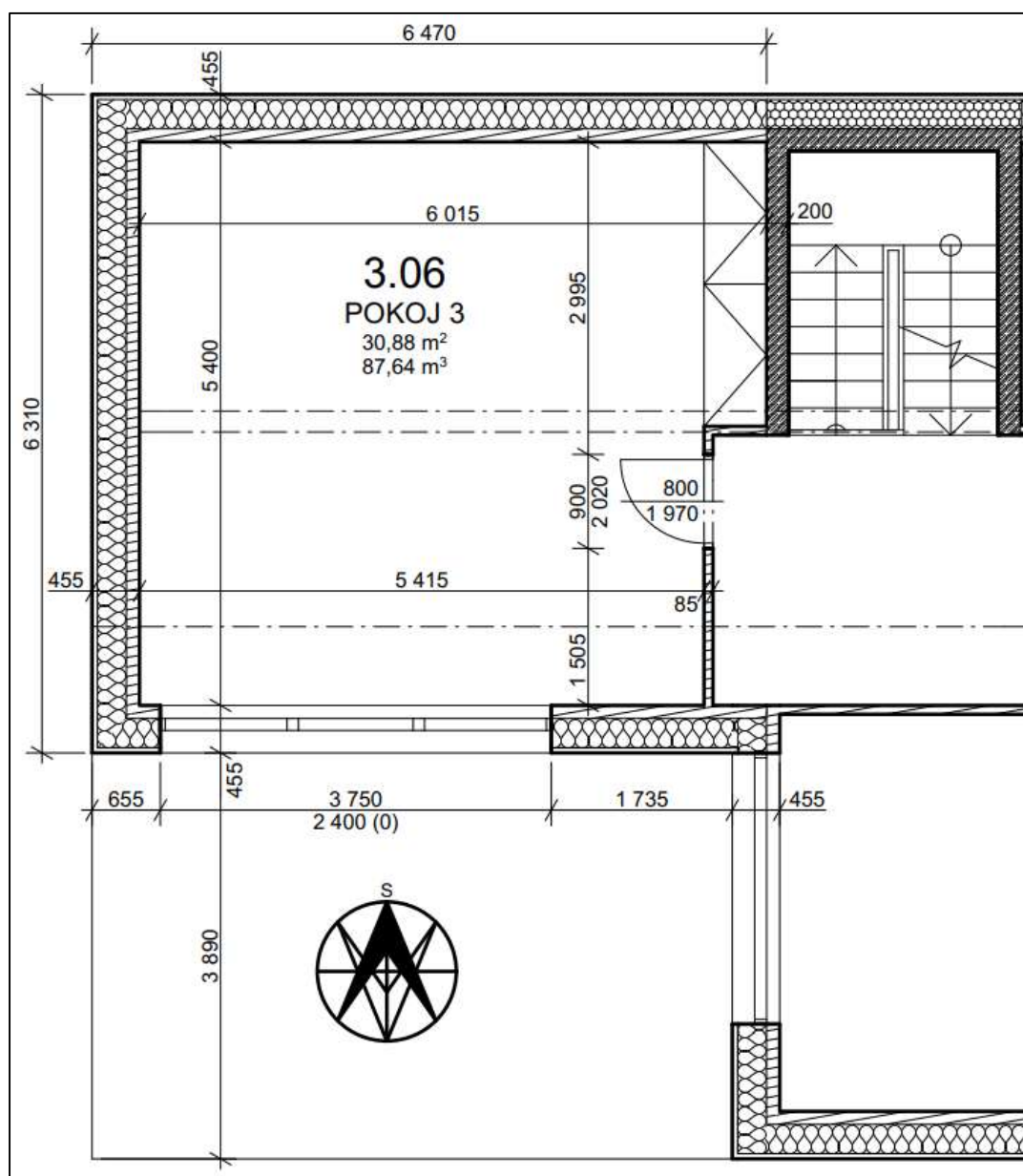


## 13 Letní tepelná stabilita

Posouzení rizika přehřívání objektu v letním období bylo provedeno pomocí programu Simulace 2018 [37]. Zde byla vymodelována a posouzena kritická místnost z pohledu maximální teploty vnitřního vzduchu. Výpočet podle EN ISO 52016-1. Celkový výstup z programu je uveden ve výpočtové části příloh (kapitola 3).

### 13.1 Kritická místnost

Pro posouzení byl zvolen podkrovní dětský pokoj s velkou prosklenou plochou orientovanou na jih. Tato místnost tedy bude ohřívána nejen přímým slunečním zářením skrze prosklenou plochu a nepřímo přes obvodový plášť, ale také střešním pláštěm.



Obr. 65: Kritická místnost



## 13.2 Výpočetní model

Zde jsou uvedeny vstupní údaje, které bylo do výpočtu nutné zadat.

### 13.2.1 Základní vstupní údaje

- hodnocený den: **21. srpen**
- lokalita: **Vimperk – zeměpisná šířka 49,05°; zeměpisná délka 13,8°**
- odrazivost terénu: **0,2** – standard dle EN ISO 52016-1
- rozdíl mezi teplotou oblohy a teplotou venkovního vzduchu: **11 K** – pro oblast v ČR
- podlahová plocha hodnocené místnosti (z vnitřních rozměrů): **30,88 m<sup>2</sup>**
- objem vzduchu v hodnocené místnosti: **87,64 m<sup>3</sup>**
- měrná tepelná kapacita vzduchu a nábytku: **10000 J/(m<sup>2</sup>\*K)**
- přírážka na vliv tepelných vazeb: **0,02 W/(m<sup>2</sup>\*K)**

### 13.2.2 Klimadata

- denní průběh návrhové teploty vzduchu v letním období a intenzita globálního slunečního záření na vodorovnou rovinu: stanoveny podle tabulky H.8 v ČSN 73 0540-3 => viz celkový výstup z programu v přílohové části

### 13.2.3 Větrání

- intenzita větrání v místnosti je uvažována takto:  
**n = 0,5 h<sup>-1</sup>** od 10:00 do 17:00 – minimální doporučená hodnota výměny vzduchu  
**n = 0,86 h<sup>-1</sup>** od 17:00 do 10:00 – potřebná hodnota výměny vzduchu dle doporučené dávky venkovního vzduchu na osobu 25 m<sup>3</sup>/(h\*os) a počtu osob v místnosti 3 =>  
 $3 * 25 = 75 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow n = 75/87,64 = \mathbf{0,86 \text{ h}^{-1}}$

### 13.2.4 Vnitřní zdroje tepla

- vnitřní tepelné zisky: dle článku 8.2.1 v ČSN 73 0540-2 se hodnocení provádí bez započtení vnitřních zisků v místnosti

### 13.2.5 Výkon zdroje chladu

- zdroj chladu: chlazení v objektu není primárně uvažováno

### 13.2.6 Neprůsvitné konstrukce

Specifikace dílčích vrstev vybraných obalových konstrukcí a vnitřních konstrukcí, které byly zadány do programu viz kapitola 9 Skladby konstrukcí => parametry vrstev viz celkový výstup z programu v přílohové části.

- činitel větrání dvouplášťové konstrukce: dle EN ISO 52016-1 se vliv větrání dvouplášťových konstrukcí zanedbává => **1,0**



- korekční činitel stínění = **1,0**
- pohltivost slunečního záření = **0,6**
- obvodový plášť:  
orientace = plocha bez výplní otvoru (m<sup>2</sup>)  
**S = 10,46 m<sup>2</sup>**  
**J = 14 m<sup>2</sup>**  
**Z = 20,85 m<sup>2</sup>**  
korekční činitel stínění = **1,0**
- střešní plášť:  
orientace = plocha bez výplní otvoru (m<sup>2</sup>)  
**H = 39,1 m<sup>2</sup>**
- vnitřní stěna:  
orientace = plocha bez výplní otvoru (m<sup>2</sup>)  
vnitřní konstrukce CLT panel = **9,58 m<sup>2</sup>**  
vnitřní konstrukce ŽLB stěna = **5,9 m<sup>2</sup>**
- podlaha:  
orientace = plocha bez výplní otvoru (m<sup>2</sup>)  
vnitřní konstrukce = **30,88 m<sup>2</sup>**

### 13.2.7 Průsvitné konstrukce

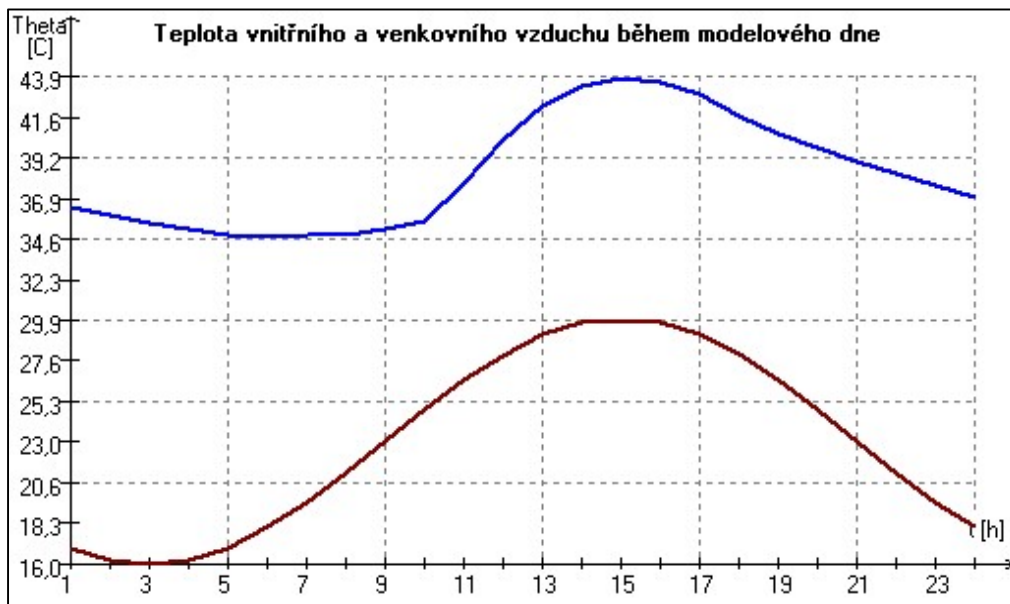
- součinitel prostupu tepla okna  $U_w$ : **0,6 W/(m<sup>2</sup>\*K)**
- součinitel prostupu tepla skla  $U_g$ : **0,5 W/(m<sup>2</sup>\*K)**
- energetická propustnost slunečního záření  $g$ : **54 %**
- počet skel: **3**
- typ pokovení skel: PLANITHERM – katodové rozprašování kovového povlaku – není v programu => konzervativně zvolen neznámý typ pokovení
- korekční činitel zasklení: rám činí 13 % plochy okna => **0,87**
- korekční činitel stínění: okno je stíněno boční stěnou zprava – vodorovný přesah pravé boční stěny = **3,89 m**; vodorovná vzdálenost boční stěny od okna = **1,735 m**
- redukční činitel stínícího zařízení: okna jsou primárně uvažována bez stínících prvků
- okno:  
orientace = plocha (m<sup>2</sup>)  
**J = 9 m<sup>2</sup>**

## 13.3 Výsledky a vyhodnocení

Nejprve jsou uvedeny výsledné hodnoty z programu, následně je provedeno jejich vyhodnocení.

### 13.3.1 Výsledné hodnoty

- teplota vnitřního vzduchu  $\theta_{ai,max}$ : **43,84 °C** => v 15:00



Graf 2: Teplota vnitřního a venkovního vzduchu během modelového dne

### 13.3.2 Vyhodnocení výsledků

- teplota vnitřního vzduchu  $\theta_{ai,max}$ :  
 $\theta_{ai,max} = 43,84 \text{ °C} > \theta_{ai,max,N} = 27 \text{ °C} \Rightarrow \text{NEVYHOVUJE}$

Dosažená teplota vnitřního vzduchu překračuje přípustnou mezní hodnotu, stanovenou v ČSN 73 0540-2 a v kritické místnosti dochází během modelového dne k přehřívání. Graf 2 znázorňuje průběh teploty vnitřního a venkovního vzduchu během modelového dne. Zde je patrné, že křivka průběhu teploty vnitřního vzduchu (modrá čára) téměř kopíruje průběh venkovní teploty (hnědá čára). Je však posunutá nahoru po ose y vlivem naakumulovaného tepla z předchozího dne. Maxima obou křivek nastávají ve stejný čas, takže nedochází k téměř žádnému časovému posunu nárůstu teploty vnitřního vzduchu. K přehřívání dochází v důsledku vysokých tepelných zisků skrze prosklenou plochu, nízké akumulací schopnosti dřevostaveb a pomalého chladnutí objektu. Je tedy zapotřebí navrhnout vhodná opatření, vedoucí ke snížení tepelných zisků z exteriéru, nárůstu teploty v místnosti a zamezení jejímu přehřívání.

## 13.4 Navrhovaná opatření

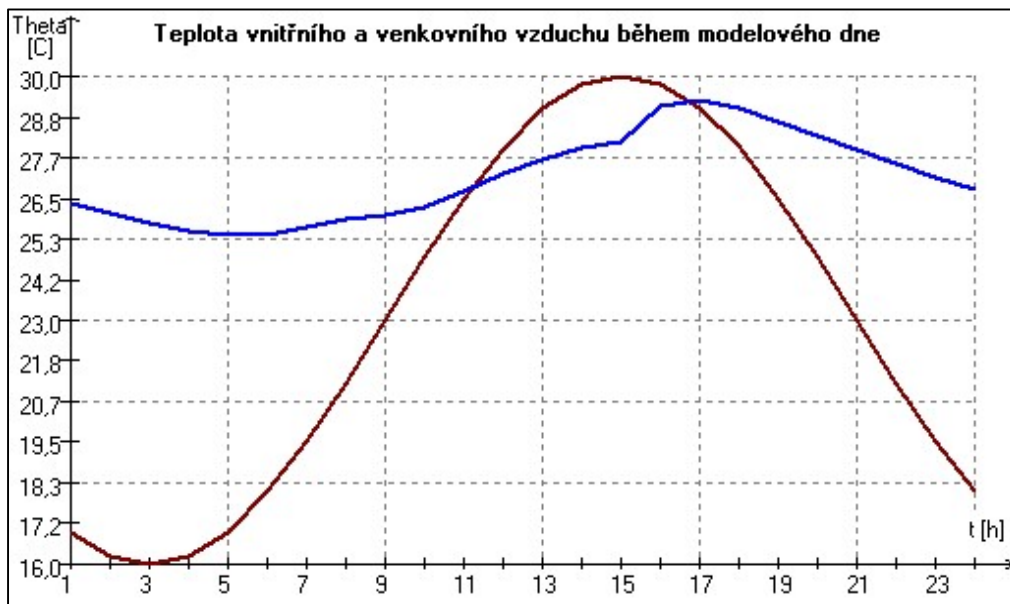
### 13.4.1 Opatření A

Prvním aplikovaným opatřením je stínění oken prostřednictvím exteriérových žaluzií. Navrženy jsou žaluzie z hliníkových lamel se sklonem 45°, ven jasné, dovnitř tmavé.

- redukční činitel stínícího zařízení  $F_C$ : **0,13**

Výsledné hodnoty

- teplota vnitřního vzduchu  $\theta_{ai,max}$ : **29,32 °C** => v 17:00



**Graf 3:** Teplota vnitřního a venkovního vzduchu během modelového dne při opatření A

#### Vyhodnocení výsledků

- teplota vnitřního vzduchu  $\theta_{ai,max}$ :  
 $\theta_{ai,max} = 29,32 \text{ °C} > \theta_{ai,max,N} = 27 \text{ °C} \Rightarrow$  **NEVYHOVUJE**

Aplikace stínícího zařízení výrazně snížila teplotu vnitřního vzduchu, a to na hodnotu 29,33 °C, což dokazuje, že k přehřívání dochází zejména vlivem prosklené plochy. Nicméně přípustná mezní hodnota je stále překročena, pro splnění normového požadavku je tak potřeba navrhnout další opatření. Na grafu 3 je vidět, jak se křivka teploty vnitřního vzduchu zplošťuje a maximální hodnoty, oproti křivce venkovní teploty, nabývá s časovým posunem dvou hodin.

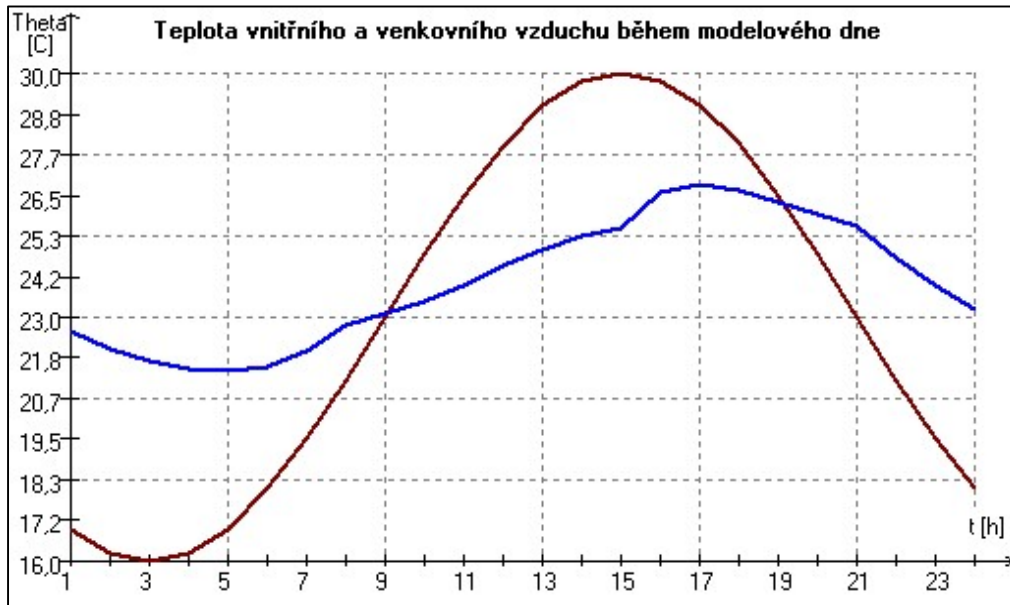
#### 13.4.2 Opatření B

Druhé navrhované opatření je kombinací stínění oken vnějšími žaluziemi a nočního větrání. V opatření B je tedy navíc uvažováno s nočním větráním od 21:00 do 7:00 s intenzitou výměny vzduchu 3,0 h<sup>-1</sup>. Takovéto výměny vzduchu je dosaženo zejména přirozeným větráním okny, ale také pomocí vzduchotechnického systému.

- redukční činitel stínícího zařízení  $F_C$ : **0,13**
- intenzita větrání v místnosti je uvažována takto:  
 $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$  od 10:00 do 17:00 – minimální doporučená hodnota výměny vzduchu  
 $n = 0,86 \text{ h}^{-1}$  od 7:00 do 10:00 a od 17:00 do 21:00 – potřebná hodnota výměny vzduchu dle doporučené dávky venkovního vzduchu na osobu 25 m<sup>3</sup>/(h\*os) a počtu osob v místnosti 3  $\Rightarrow 3 * 25 = 75 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow n = 75/87,55 = 0,86 \text{ h}^{-1}$   
 $n = 3,0 \text{ h}^{-1}$  od 21:00 do 7:00 – výměna vzduchu pro noční větrání

#### Výsledné hodnoty

- teplota vnitřního vzduchu  $\theta_{ai,max}$ : **26,80 °C**  $\Rightarrow$  v 17:00



**Graf 4:** Teplota vnitřního a venkovního vzduchu během modelového dne při opatření B

#### Vyhodnocení výsledků

- teplota vnitřního vzduchu  $\theta_{ai,max}$ :  
 $\theta_{ai,max} = 26,80 \text{ °C} < \theta_{ai,max,N} = 27 \text{ °C} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$

S využitím nočního větrání došlo k dalšímu snížení teploty vnitřního vzduchu a její hodnota klesla pod maximální požadovanou mez. Návrh objektu uvažuje tedy s kombinací stínícího zařízení a nočního větrání, při které je splněn normový požadavek na maximální teplotu vnitřního vzduchu v letním období. Pro objekt není potřeba navrhovat strojní chlazení. Průběh křivky teploty vnitřního vzduchu v grafu 4 téměř odpovídá průběhu teploty vnitřního vzduchu v grafu 3, avšak v grafu 4 je patrný pokles vnitřní teploty vlivem zvýšené intenzity větrání chladnějším nočním vzduchem. Maxima je dosaženo taktéž v 17:00.





## 14 Koncept TZB systémů

V části TZB je zpracován koncept řízeného větrání se zpětným získáváním tepla, které je pro domy navržené v pasivním standardu nezbytné. Nejprve je princip větrání obecně popsán a následně je proveden bilanční výpočet množství přiváděného a odváděného vzduchu, které je potřebné pro návrh vzduchotechnické jednotky a dimenzí potrubí. Součástí návrhu jsou schémata trasování potrubí, přiložené ve výkresové dokumentaci.

Druhou řešenou problematikou v konceptu TZB je systém vytápění a ohřev TV. Zde je opět popsán základní princip systému, stanovena potřeba tepla na vytápění a navržen zdroj tepla. Systém vytápění je taktéž doplněn výkresovou složkou.

### 14.1 Systém větrání

#### 14.1.1 Obecný popis systému

Pro navrhovaný objekt obytné budovy byl zvolen rovnotlaký systém větrání s nuceným odvodem i přívodem vzduchu. Čerstvý vzduch je přiváděn pouze do pobytových prostor a z podružných místností je pak odváděn. Tím dochází k lokálnímu podtlaku a zónovému provětrávání, v jehož důsledku čerstvý vzduch prochází všemi prostory a znečištěný vzduch z obytných místností je odsáván skrze štěrbinu u dveří do komunikačních prostor a koupelen s WC. Odtud je následně odpadní vzduch nuceně odváděn. Zároveň je tak zamezeno vnikání znehodnoceného vzduchu a zápachu z hygienických prostor do obytných místností. Vzduch je pak také nuceně odváděn z prostoru kuchyně, kde je zároveň navržena recirkulační digestoř s uhlíkovým filtrem.

Cílem nízkenergetických a pasivních domů je snížení tepelných ztrát objektu a tím i potřebného množství tepla na vytápění při současném zajištění tepelné pohody v interiéru. Dalším způsobem, jak snížit potřebu dodané energie je využití zpětného získávání tepla z odpadního vzduchu. Proto je v objektu navržena vzduchotechnická jednotka s rekuperací, která umožňuje předehřev chladnějšího přiváděného vzduchu teplejším odváděným vzduchem pomocí rekuperačního výměníku. Tím je snížena následná dodávka tepla pro udržení požadované návrhové teploty uvnitř objektu. Dohřívání vzduchu je zajištěno elektrickou spirálou. Pro celou budovu je navržena větrací jednotka, která je umístěna do technické místnosti v 1. PP. Jedná se o centrální větrací systém, kdy je výměna vzduchu zajištěna jednou vzduchotechnickou jednotkou s rozvodem potrubí do jednotlivých podlaží. Potrubí pro přívod i odvod vzduchu je vedeno skrze odlehlou severní a východní suterénní stěnu, dále zeminou a následně ve vzdálenosti 9 m od objektu ústí minimálně 1 m nad terén či výšku sněhové pokrývky. Potrubí je na konci osazeno protidešťovou stříškou.

Pro rozvod vzduchu do jednotlivých podlažích je navrženo kruhové spiro potrubí z oboustranně pozinkovaného plechu, které je vedeno při stěnách, zakomponované do vestavěného nábytku. Stoupační potrubí je skrze odbočky napojeno na rozdělovače v jednotlivých podlažích, odkud je vzduch dále veden pomocí mikrobiálně ošetřeného flexibilního potrubí Aluflex Hygienic ke koncovým distribučním prvkům. Flexibilní potrubí je uloženo v dutinách stropních panelů.

O distribuci vzduchu se starají zejména přívodní a odvodní talířové ventily, které jsou montovány do pohledové spodní desky stropního panelu či do lokálního podhledu. Pro přívod vzduchu do podkrovních místností jsou navrženy podlahové větrací mřížky.



Regulace větrání je řízena dle koncentrace CO<sub>2</sub>, která je měřena pomocí čidel umístěných v obytných místnostech. Nárazový odvod vzduchu je v případě kuchyně řízen spuštěním digestoře při vaření, v případě hygienického zázemí se odsávání spustí automaticky s rozsvícením světla nebo může být spuštěno ručně.

### 14.1.2 Výpočet potřebného množství vzduchu

Potřebné množství přiváděného a odváděného vzduchu je znázorněno v následující tabulce, která vychází z požadavků v kapitole 8.2.3.

Číslo a název místnosti	Množství vzduchu na osobu (m <sup>3</sup> /(h*os))	Počet osob	Současnost užívání (%)	Přívod vzduchu (m <sup>3</sup> /h)	Odvod vzduchu (m <sup>3</sup> /h)
S 1.01 Chodba + schodiště	-	-	-	-	150
S 1.02 Koupelna + WC	-	-	-	-	90
S 1.03 Technická místnost	-	-	-	-	-
S 1.04 Herna	25	16	45	180	-
S 1.05 Dětská zóna	15	8	50	60	-
<b>Množství vzduchu celkem - 1. PP</b>				<b>240</b>	<b>240</b>
1.01 Vstupní hala	-	-	-	-	-
1.02 Chodba + schodiště	-	-	-	-	-
1.03 Ložnice 1	25	2	100	50	-
1.04 Koupelna + WC	-	-	-	-	50
1.05 Ložnice 2	25	2	100	50	-
1.06 Koupelna + WC	-	-	-	-	50
1.07 Ložnice 3	25	2	100	50	-
1.08 Koupelna + WC	-	-	-	-	50
1.09 Ložnice 4	25	2	100	50	-
1.10 Koupelna + WC	-	-	-	-	50
<b>Množství vzduchu celkem - 1. NP</b>				<b>200</b>	<b>200</b>
2.01 Chodba + schodiště	-	-	-	-	100
2.02 Komora	-	-	-	-	-
2.03 WC	-	-	-	-	50
2.04 Zimní zahrada	-	-	-	-	-
2.05 Jidelna + hobby	25	16	25	100	-
2.06 Kuchyně	25	16	25	100	150
2.07 Terasa	-	-	-	-	-
2.08 Obývací pokoj	25	16	25	100	-
<b>Množství vzduchu celkem - 2. NP</b>				<b>300</b>	<b>300</b>
3.01 Chodba + schodiště	-	-	-	-	90
3.02 Koupelna + WC	-	-	-	-	90
3.03 Pokoj 1	15	2	100	30	-
3.04 Hobby	15	8	40	60	-
3.05 Pokoj 2	15	3	100	45	-
3.06 Pokoj 3	15	3	100	45	-
<b>Množství vzduchu celkem - 3. NP</b>				<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Množství vzduchu celkem</b>				<b>920</b>	<b>920</b>

**Tab. 20:** Potřebné množství přiváděného a odváděného vzduchu



### 14.1.3 Návrh větrací jednotky

Na základě potřebného množství vzduchu je do objektu navržena vzduchotechnická jednotka DUPLEX MultiEco 800. Jedná se o kompaktní větrací jednotku s protiproudým rekuperačním výměníkem o rozměrech 970x1852x384 mm (šířka x délka x výška). Jednotka obsahuje dva nezávisle řízené EC ventilátory s dozadu zahnutými lopatkami a umožňuje přívod vzduchu o průtoku 1200 m<sup>3</sup>/h a odvod vzduchu o průtoku 1150 m<sup>3</sup>/h. Jednotka je navržena v podstropním provedení a je umístěna do technické místnosti v 1. PP. Připojovací hrdlo je kruhové tvaru o průměru 250 mm. Potrubí pro přívod i odvod vzduchu je vedeno skrze odlehlou severní a východní suterénní stěnu, dále zeminou a následně ve vzdálenosti 9 m od objektu ústí minimálně 1000 mm nad terén či výšku sněhové pokrývky. Potrubí je na konci osazeno protidešťovou stříškou.

### 14.1.4 Návrh dimenzí potrubí

Návrh dimenzí potrubí (přiváděný vzduch)							
Úsek	Průtok vzduchu (m <sup>3</sup> /h)	Průtok vzduchu (m <sup>3</sup> /s)	Návrhová rychlost proudění (m/s)	Plocha vypočtená (m <sup>2</sup> )	Průměr potrubí (mm)	Plocha navržená (m <sup>2</sup> )	Výsledná rychlost proudění (m/s)
3. NP							
1	60,0	0,017	2,5	0,007	<b>100</b>	0,008	2,1
2x 2	45,0	0,013	2,5	0,005	<b>80</b>	0,005	2,5
3	30,0	0,008	2,5	0,003	<b>80</b>	0,005	1,7
2. NP							
3x 1	100,0	0,028	2,5	0,011	<b>125</b>	0,012	2,3
4	480,0	0,133	5,5	0,024	<b>200</b>	0,031	4,2
1. NP							
4x 1	50,0	0,014	2,5	0,006	<b>100</b>	0,008	1,8
5	680,0	0,189	5,5	0,034	<b>250</b>	0,049	3,8
1. PP							
1	60,0	0,017	2,5	0,007	<b>100</b>	0,008	2,1
2x 2	90,0	0,025	2,5	0,010	<b>125</b>	0,012	2,0
3	180,0	0,050	3,5	0,014	<b>140</b>	0,015	3,2
4	240,0	0,067	3,5	0,019	<b>160</b>	0,020	3,3
5	680,0	0,189	5,5	0,034	<b>250</b>	0,049	3,8
6	920,0	0,256	5,5	0,046	<b>250</b>	0,049	5,2

**Tab. 21:** Dimenze přívodního potrubí



Návrh dimenzí potrubí (odváděný vzduch)							
Úsek	Průtok vzduchu (m <sup>3</sup> /h)	Průtok vzduchu (m <sup>3</sup> /s)	Návrhová rychlost proudění (m/s)	Plocha vypočtená (m <sup>2</sup> )	Průměr potrubí (mm)	Plocha navržená (m <sup>2</sup> )	Výsledná rychlost proudění (m/s)
<b>3. NP</b>							
2x 1	90,0	0,025	3,5	0,007	<b>100</b>	0,008	3,2
2	180,0	0,050	3,5	0,014	<b>140</b>	0,015	3,2
<b>2. NP</b>							
1	150,0	0,042	3,5	0,012	<b>125</b>	0,012	3,4
2	100,0	0,028	3,5	0,008	<b>100</b>	0,008	3,5
3	50,0	0,014	3,5	0,004	<b>80</b>	0,005	2,8
4	480,0	0,133	4,5	0,030	<b>200</b>	0,031	4,2
<b>1. NP</b>							
4x 1	50,0	0,014	3,5	0,004	<b>80</b>	0,005	2,8
5	680,0	0,189	4,5	0,042	<b>250</b>	0,049	3,8
<b>1. PP</b>							
1	150,0	0,042	3,5	0,012	<b>125</b>	0,012	3,4
2	90,0	0,025	3,5	0,007	<b>100</b>	0,008	3,2
3	240,0	0,067	3,5	0,019	<b>160</b>	0,020	3,3
5	680,0	0,189	4,5	0,042	<b>250</b>	0,049	3,8
6	920,0	0,256	5,5	0,046	<b>250</b>	0,049	5,2

**Tab. 22:** Dimenze odvodního potrubí

## 14.2 Systém vytápění a ohřev TV

### 14.2.1 Obecný popis systému

Zásobování teplem je zajištěno pomocí tepelného čerpadla vzduch/voda. To se sestává z vnější jednotky neboli vzduchového výparníku, který odebírá energii z okolního prostředí a vnitřní jednotky, která získanou energii dále mění na teplo. Takto získané teplo je použito k ohřevu vody v otopné soustavě a užitkové vody v zásobnících. Napojení otopné soustavy a zásobníku vody na tepelné čerpadlo je provedeno přes hlavní rozdělovač a sběrač, umístěný v technické místnosti.

Distribuce tepla je navržena pomocí nízkoteplotního teplovodního podlahového vytápění. Do koupelen jsou zároveň navrženy elektrické topné žebříky. Rozvod otopné vody je zajištěn pomocí potrubí PEX, které je uloženo v drážkách systémové podlahové desky. Jeho napojení na přívodní ležaté a stoupací potrubí, vedené v podlaze či v předstěnách, je řešeno prostřednictvím rozdělovače a sběrače, který je umístěn v každém podlaží.

Teplá užitková voda bude ohřívána na teplotu 55°C. Teplotní spád pro podlahové topení je zvolen 35/30°C. Navržena je zónová regulace podle požadavků jednotlivých prostor, kdy je teplota upravována směšováním pomocí trojcestného ventilu na základě signálů z termostatů, umístěných v jednotlivých místnostech. Ve vytápěné zóně je požadována teplota alespoň 21°C.



### 14.2.2 Návrh zdroje tepla

- příprava teplé vody:  
počet osob = 16  
potřeba teplé vody = 60 l/(den\*os)  
denní potřeba teplé vody  $m = 16 * 60 = 960$  l  
špička T = 4 hod – od 17:00 do 21:00 – 80% denní potřeby  
teplota ohřáté vody  $t_2 = 55^\circ\text{C}$   
teplota studené vody  $t_1 = 10^\circ\text{C}$   
měrná tepelná kapacita vody  $c = 1,163$  Wh/l\*K  
požadovaný výkon  $P = (0,8 * m * c * (t_2 - t_1))/T = (0,8 * 960 * 1,163 * 45)/4 = \mathbf{10,05$  kW
- tepelná ztráta objektu  $Q_H$ : **8,3 kW** viz výstupy energetické analýzy v přílohové části
- výkon zdroje tepla:  
součinnost obou systémů – 70%  
požadovaný výkon zdroje tepla  $P_Z = 0,7 * (P + Q_H) = 0,7 * (10,05 + 8,3) = \mathbf{12,85$  kW

Jako zdroj tepla pro vytápění objektu a přípravu teplé vody je navrženo tepelné čerpadlo IVT AIR X 130, které funguje na principu vzduch/voda. Topný výkon při  $7^\circ\text{C}/35^\circ\text{C}$  je 13 kW. Maximální elektrický příkon tepelného čerpadla činí 7,2 kW a energie potřebná na jeho chod bude pokryta z veřejné sítě. Venkovní jednotka o rozměrech 1200x1680x580 mm (šířka x výška x hloubka) je doplněna o vnitřní jednotku IVT AirModul E15, jejíž rozměry jsou 600x1800x645 mm (šířka x výška x hloubka). Tato kompletní vnitřní jednotka má v sobě zabudovaný kaskádně spínaný elektrokotel 3-6-9-12-15 kW, nerezový zásobník teplé vody a nízkoenergetické oběhové čerpadlo.



## 15 Porovnání konstrukčních systémů

V závěru práce je porovnán nově navržený konstrukční systém z CLT panelů s původním konstrukčním systémem z těžkého dřevěného skeletu, který byl zpracován v rámci mé bakalářské práce. Porovnána byla tato kritéria: environmentální zatížení, energetická náročnost a letní tepelná stabilita.

### 15.1 Environmentální kritérium

Environmentální kritérium bylo porovnáno z hlediska množství svázané primární energie (PEI), potenciálu globálního oteplování (GWP) a potenciálu ničení ozonové vrstvy (ODP). Nejprve bylo stanoveno environmentální zatížení dílčích skladeb pro oba konstrukční systémy a skrze plošné výměry převedeno na zatížení jednotlivými konstrukcemi (tab. 23 – 25). Z těchto hodnot bylo následně spočteno celkové zatížení konstrukčními systémy (tab. 26). Na závěr je provedeno porovnání obou konstrukčních systémů (tab. 27) a uveden stručný komentář.

Oproti původnímu návrhu s nosnou konstrukcí z těžkého dřevěného skeletu, byly u nově navrženého konstrukčního systému z CLT panelů provedeny také změny geometrické, kdy došlo ke zmenšení půdorysných rozměrů a konstrukčních výšek. V novém návrhu bylo zároveň přidáno jedno podzemní podlaží, provedené z monolitického betonu jako černá vana.

S ohledem na celkové změny a rozdílnou geometrii obou konstrukčních systémů, bylo porovnání provedeno ve více variantách. U nového návrhu bylo spočteno zatížení samostatné dřevěné nadzemní části objektu bez podlahy 1. NP a ztužujícího jádra (1A), a také zatížení celé stavby (2A). U původního konstrukčního systému bylo stanoveno zatížení jak pro geometrii nového návrhu bez započítání základových konstrukcí, podlahy na terénu a ztužujícího jádra (1B), tak pro celkovou původní geometrii (2B).

Pozn.: environmentální zatížení výplněmi otvorů, konstrukcemi schodišť a jinými podružnými konstrukcemi a prvky není ve výpočtu uvažováno. Porovnání zahrnuje pouze výrobní fázi životního cyklu budovy a neuvažuje tedy s fází provozu.

#### 15.1.1 Environmentální zatížení skladbami konstrukcí

Dílčí indikátory byly převzaty z katalogu pro stavební materiály Envimat [35] a skrze plošnou hmotnost jednotlivých vrstev vztaženy na plochu konstrukce. Následně byla spočtena celková produkce dané emise pro celou skladbu. Výpočty environmentálního zatížení dílčích skladeb konstrukcí pro jednotlivé konstrukční systémy jsou uvedeny ve výpočtové části příloh (kapitola 4.1).

#### 15.1.2 Environmentální zatížení konstrukcemi

Zatížení dílčími skladbami konstrukcí bylo vynásobeno plošnou výměrou dané konstrukce, a tím převedeno na zatížení celkovými konstrukcemi. Výpočty environmentálního zatížení konstrukcemi pro jednotlivé konstrukční systémy jsou uvedeny ve výpočtové části příloh. Pro jednotlivá environmentální hlediska jsou také znázorněny koláčové grafy procentuálního zastoupení dané emise podle dílčích konstrukcí (graf 5 – 13).

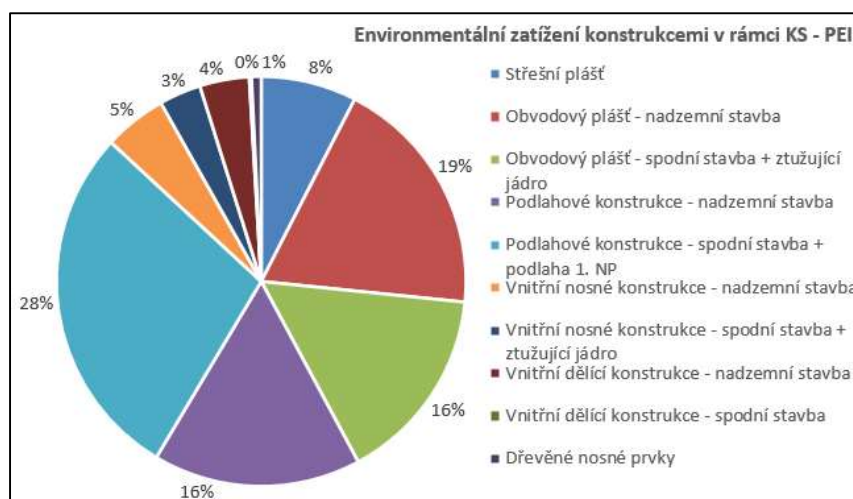
Pozn.: plochy vnitřních dveří (mimo dveří do zimní zahrady) jsou zjednodušeně započteny do ploch vnitřních svislých konstrukcí (kapitola 4.1).



Stěnový KS z CLT panelů – nový návrh – 1A a 2A

Konstrukce		PEI	GWP	ODP
		(MJ)	(kg CO <sub>2</sub> ekv.)	(g R-11 ekv.)
1	Střešní plášť	105986	6260	0,37
2	Obvodový plášť - nadzemní stavba	267651	13642	1,35
3	Obvodový plášť - spodní stavba + ztužující jádro	218085	14364	0,92
4	Podlahové konstrukce - nadzemní stavba	230538	13834	1,17
5	Podlahové konstrukce - spodní stavba + podlaha 1. NP	397607	32902	2,29
6	Vnitřní nosné konstrukce - nadzemní stavba	69671	3818	0,39
7	Vnitřní nosné konstrukce - spodní stavba + ztužující jádro	46434	6567	0,30
8	Vnitřní dělicí konstrukce - nadzemní stavba	54892	2943	0,30
9	Vnitřní dělicí konstrukce - spodní stavba	2479	270	0,02
10	Dřevěné nosné prvky	10671	560	0,05
SUMA - NADZEMNÍ STAVBA - 1A		<b>739409</b>	<b>41057</b>	<b>3,6</b>
SUMA - CELÁ STAVBA - 2A		<b>1404014</b>	<b>95160</b>	<b>7,2</b>

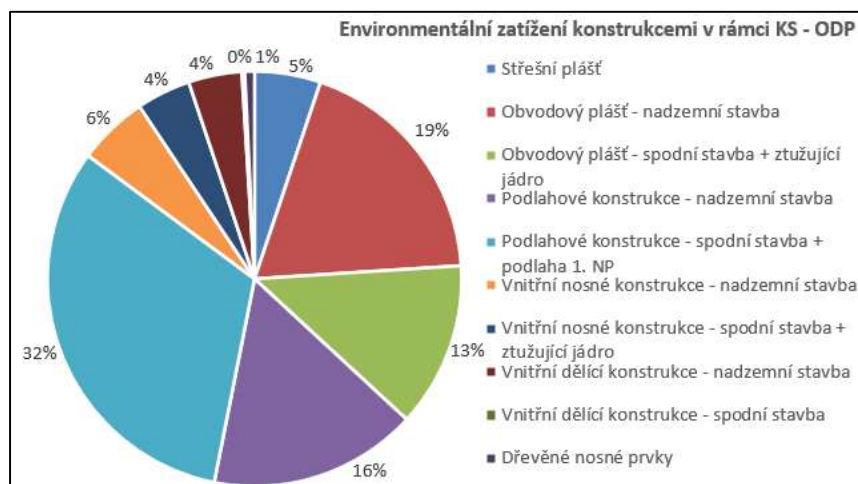
**Tab. 23:** Environmentální zatížení konstrukcemi – stěnový KS z CLT panelů 1A a 2A



**Graf 5:** Environmentální zatížení konstrukcemi – stěnový KS z CLT panelů 2A – PEI



**Graf 6:** Environmentální zatížení konstrukcemi – stěnový KS z CLT panelů 2A – GWP



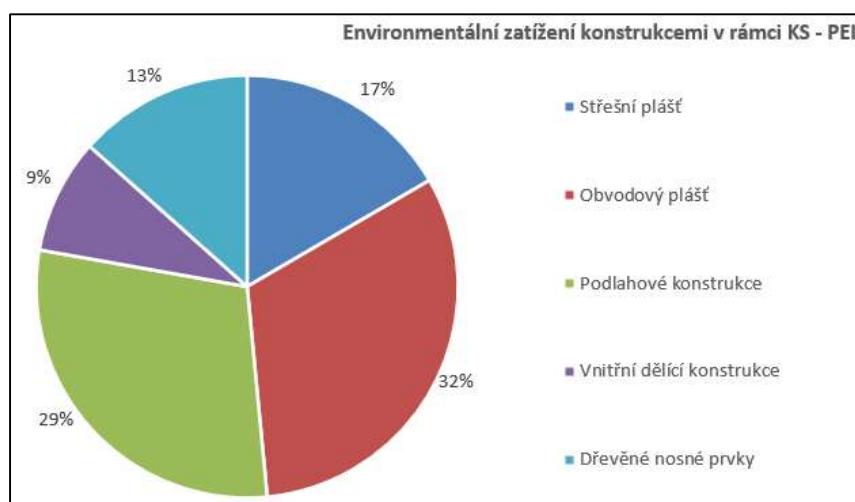
**Graf 7:** Environmentální zatížení konstrukcemi – stěnový KS z CLT panelů 2A – ODP

Z grafů je vidět, že nejvýznamnější položkou v rámci celého konstrukčního systému jsou podlahové konstrukce, které tvoří více cca 50 % environmentálního zatížení u všech hledisek. Druhou nejvýznamnější položkou je pak obvodový plášť.

Dřevěný KS z těžkého skeletu – původní návrh s geometrií nového návrhu – 1B

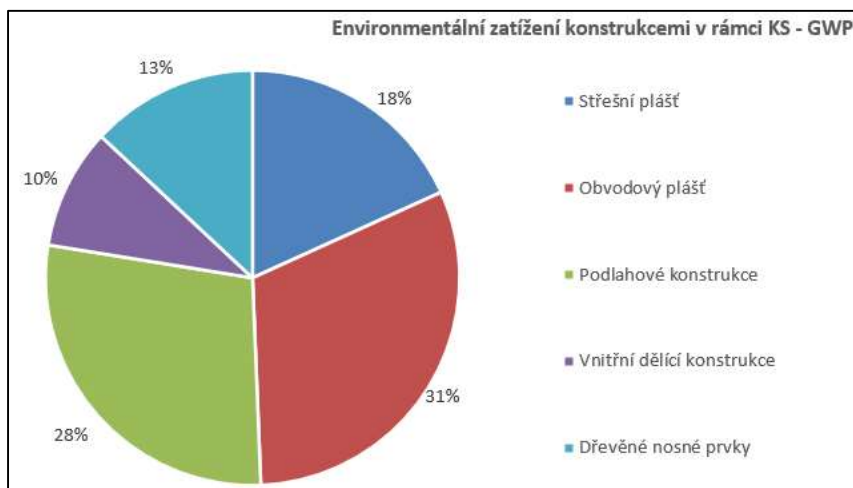
Konstrukce		PEI (MJ)	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv.)	ODP (g R-11 ekv.)
1	Střešní plášť	101576	6015	0,36
2	Obvodový plášť	194951	10273	0,71
3	Podlahové konstrukce	179257	9298	0,75
4	Vnitřní dělicí konstrukce	53792	3103	0,28
5	Dřevěné nosné prvky	82086	4309	0,42
SUMA CELKEM		<b>611661</b>	<b>32999</b>	<b>2,5</b>

**Tab. 24:** Environmentální zatížení konstrukcemi – dřevěný KS z těžkého skeletu 1B

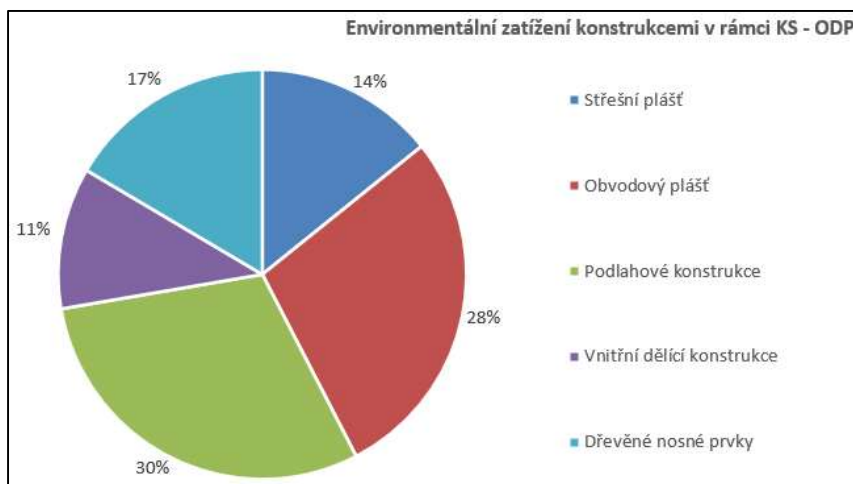


**Graf 8:** Environmentální zatížení konstrukcemi – dřevěný KS z těžkého skeletu 1B – PEI





**Graf 9:** Environmentální zatížení konstrukcemi – dřevěný KS z těžkého skeletu 1B – GWP



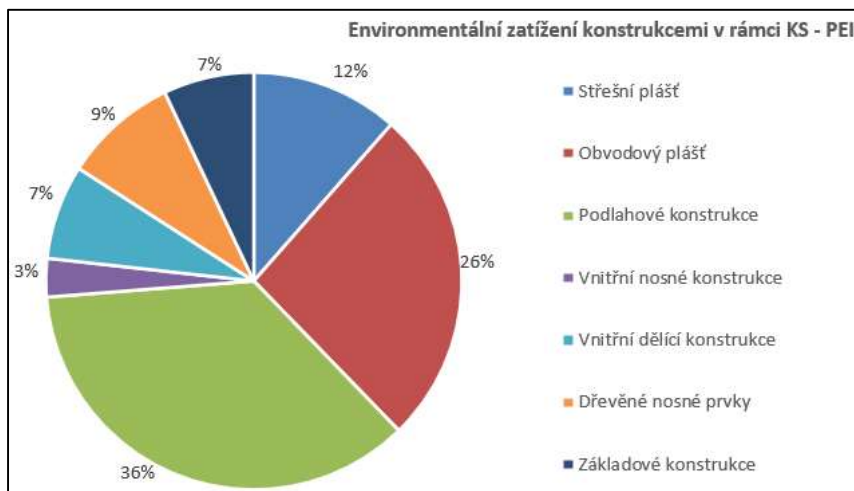
**Graf 10:** Environmentální zatížení konstrukcemi – dřevěný KS z těžkého skeletu 1B – ODP

Z hlediska množství svázané primární energie (PEI) a potenciálu globálního oteplování (GWP) je nejvýraznější položkou obvodový plášť. Z pohledu potenciálu ničení ozonové vrstvy (ODP) jsou to pak opět podlahové konstrukce.

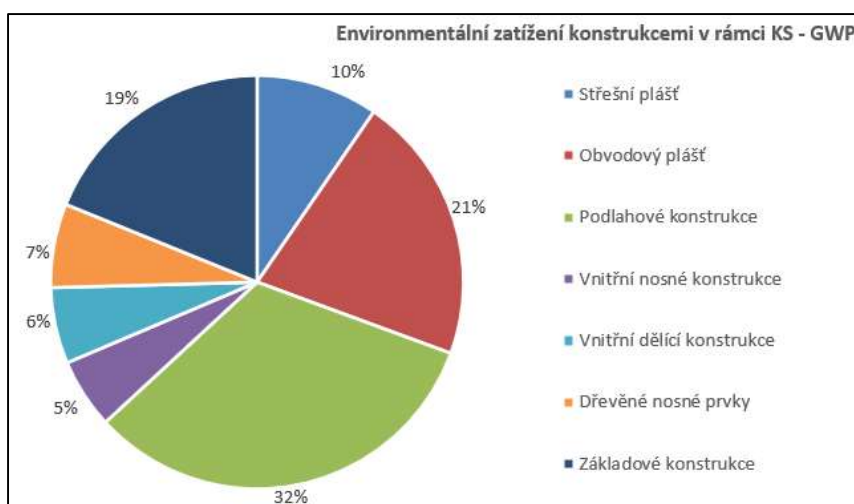
Dřevěný KS z těžkého skeletu – původní návrh s původní geometrií – 2B

Konstrukce		PEI	GWP	ODP
		(MJ)	(kg CO <sub>2</sub> ekv.)	(g R-11 ekv.)
1	Střešní plášť	140339	8311	0,50
2	Obvodový plášť	320199	18242	1,19
3	Podlahové konstrukce	440186	28236	1,96
4	Vnitřní nosné konstrukce	36370	4751	0,23
5	Vnitřní dělicí konstrukce	89477	5168	0,48
6	Dřevěné nosné prvky	108475	5694	0,55
7	Základové konstrukce	85988	16366	0,55
SUMA CELKEM		<b>1221035</b>	<b>86769</b>	<b>5,5</b>

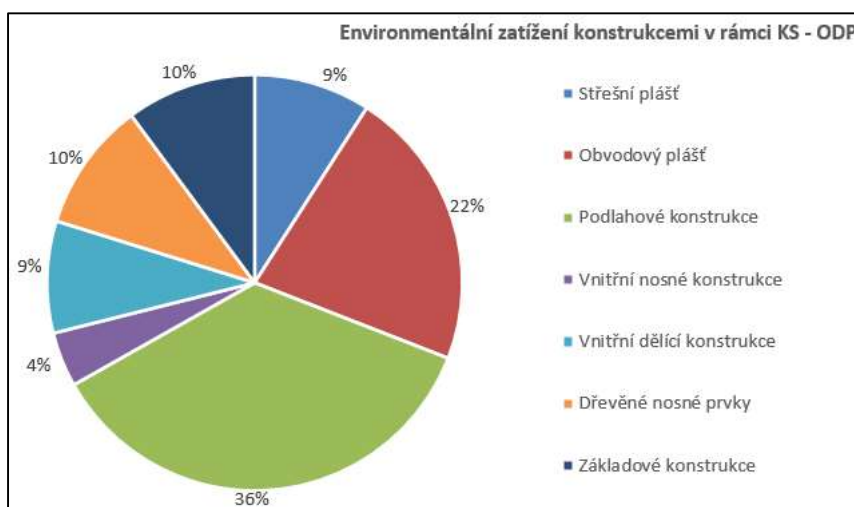
**Tab. 25:** Environmentální zatížení konstrukcemi – dřevěný KS z těžkého skeletu 2B



**Graf 11:** Environmentální zatížení konstrukcemi – dřevěný KS z těžkého skeletu 2B – PEI



**Graf 12:** Environmentální zatížení konstrukcemi – dřevěný KS z těžkého skeletu 2B – GWP



**Graf 10:** Environmentální zatížení konstrukcemi – dřevěný KS z těžkého skeletu 2B – ODP

Ze znázorněných grafů taktéž vyplývá, že největší podíl na environmentálním zatížení mají podlahové konstrukce, tvořící společně s obvodovým pláštěm cca 2/3 celkového zatížení.



### 15.1.3 Environmentální zatížení konstrukčními systémy

Ze získaných hodnot v předešlé části byla pro každou hodnocenou variantu a jednotlivá hlediska stanovena hodnota měrné roční produkce dané emise vztažená k podlahové ploše, která slouží jako porovnávaná veličina.

Konstrukční systém		Stěnový KS z CLT panelů - nový návrh		Dřevěný KS z těžkého skeletu - původní návrh		
		1A - nadzemní stavba	2A - Celá stavba	1B - geometrie nového návrhu	2B - geometrie původního návrhu	
Hledisko	PEI	PEI (MJ)	739409	1404014	611661	1221035
		Životnost (roky)	50	50	50	50
		PEI (MJ/rok)	14788	28080	12233	24421
		Celková podlahová plocha (m <sup>2</sup> )	381,3	513	381,3	552
		PEI vztaženo na PP (MJ/rok*m <sup>2</sup> )	<b>38,8</b>	<b>54,7</b>	<b>32,1</b>	<b>44,3</b>
	GWP	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv.)	41057	95160	32999	86769
		Životnost (roky)	50	50	50	50
		GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv./rok)	821	1903	660	1735
		Celková podlahová plocha (m <sup>2</sup> )	381,3	513	381,3	552
		GWP vztaženo na PP (kg CO <sub>2</sub> ekv./rok*m <sup>2</sup> )	<b>2,2</b>	<b>3,7</b>	<b>1,7</b>	<b>3,1</b>
	ODP	ODP (g R-11 ekv.)	3,6	7,2	2,5	5,5
		Životnost (roky)	50	50	50	50
		ODP (g R-11 ekv./rok)	0,07	0,14	0,05	0,11
		Celková podlahová plocha (m <sup>2</sup> )	381,3	513	381,3	552
		ODP vztaženo na PP (g R-11 ekv./rok*m <sup>2</sup> )	<b>0,00019</b>	<b>0,00028</b>	<b>0,00013</b>	<b>0,00020</b>

**Tab. 26:** Environmentální zatížení konstrukčními systémy

### 15.1.4 Porovnání konstrukčních systémů z environmentálního hlediska

Porovnání konstrukčních systémů z environmentálního hlediska je provedeno ve dvou variantách. První varianta lépe porovnává konstrukční systémy jako takové. Zde je v případě nového návrhu uvažováno pouze s dřevěnou nadzemní částí z CLT panelů (1A) a původní návrh je spočten s geometrií odpovídající novému návrhu (1B). Ve druhé variantě jsou jednotlivé objekty porovnány jako celek. Tedy v případě nového konstrukčního systému z CLT panelů je započteno přidané podzemní podlaží (2A) a v případě původního konstrukčního systému z těžkého dřevěného skeletu je uvažována původní geometrie s většími půdorysnými rozměry a konstrukčními výškami (2B). Konstrukční systémy s příznivějšími hodnotami jsou označeny zeleně.

Konstrukční systém		Porovnání konstrukčních systémů			
		Varianta 1		Varianta 2	
		A - nový KS	B - původní KS	A - nový KS	B - původní KS
Hledisko	PEI vztaženo na PP (MJ/rok*m <sup>2</sup> )	<b>38,8</b>	<b>32,1</b>	<b>54,7</b>	<b>44,3</b>
	GWP vztaženo na PP (kg CO <sub>2</sub> ekv./rok*m <sup>2</sup> )	<b>2,2</b>	<b>1,7</b>	<b>3,7</b>	<b>3,1</b>
	ODP vztaženo na PP (g R-11 ekv./rok*m <sup>2</sup> )	<b>0,00019</b>	<b>0,00013</b>	<b>0,00028</b>	<b>0,00020</b>

**Tab. 27:** Porovnání konstrukčních systémů z environmentálního hlediska



Při porovnání konstrukčních systémů jako takových, tedy pouze nadzemní dřevěné části se stejnými rozměry (varianta 1), dosahuje lepších výsledků původní konstrukční systém z těžkého dřevěného skeletu. Hodnoty se však neliší nikterak výrazně a je třeba uvážit jiné výhody, kterými stěnový konstrukční systém z CLT panelů disponuje. Jsou jimi například rychlost výstavby, mechanická odolnost a celková stabilita konstrukce. Také je potřeba zohlednit fakt, že původní objekt není navrhován v pasivním standardu. Skladby obalových konstrukcí nedosahují takových součinitelů prostupů tepla  $U$  jako v případě nového návrhu. Pro lepší porovnání by bylo nutné tento parametr srovnat. Pro zlepšení tepelně technických vlastností původního návrhu by bylo nutné, za předpokladu, že budou použity stejné izolační materiály, zvětšení jejich tloušťky, což by mělo za následek nárůst environmentálního zatížení. Tento fakt se projeví v následující podkapitole, kde jsou objekty porovnány z hlediska energetické náročnosti.

V případě porovnání navrhovaných objektů jako celku (varianta 2), vychází příznivěji taktéž původní návrh, který dosahuje nižších hodnot celkového environmentálního zatížení z pohledu všech hodnocených hledisek. Je třeba brát v potaz, že původní návrh má větší půdorysné rozměry a konstrukční výšky, a tím i větší rozměry jednotlivých konstrukcí, které zvětšují dopad na životní prostředí. Avšak oproti novému návrhu zde není podzemní část objektu. Ta se výrazně podílí na celkovém zatížení životního prostředí, ale také zvětšuje užitečnou plochu objektu, aniž bychom museli zvedat jeho celkovou výšku nad terénem nebo zabírat více plochy pozemku.

## 15.2 Energetická náročnost

Porovnání původního a nového návrhu z pohledu energetické náročnosti budovy bylo provedeno prostřednictvím průměrného součinitele prostupu tepla a měrné roční potřeby tepla na vytápění vztážené k vytápěné ploše. Porovnání je zde provedeno ve stejných variantách jako v předešlé části. Pro jednotlivé varianty jsou spočteny zmíněné veličiny a výsledné hodnoty jsou shrnuty a porovnány (tab. 28).

### 15.2.1 Výpočty a vstupní hodnoty

Výpočty byly provedeny pomocí školního programu pro výpočet potřeby tepla, který byl vytvořen v Excelu [43]. Výpočet vychází z postupu, který je popsán v technických normalizačních informacích TNI 73 0329 (pro rodinné domy) [26]. Jednotlivé výpočty a celkové výstupy z programu jsou uvedeny ve výpočtové části příloh (kapitola 4.2).

Stěnový KS z CLT panelů – nový návrh – nadzemní budova – 1A

Pro lepší porovnání konstrukčních systémů byla zohledněna také pouze nadzemní část nově navrženého objektu. Jediným rozdílem oproti variantě 2A je odebrání podzemní části objektu, což má za následek změnu ploch a objemů. Většina vstupních údajů tedy zůstala stejná.

Stěnový KS z CLT panelů – nový návrh – celá budova – 2A

V případě nového návrhu jako celku byl výpočet proveden v rámci energetické analýzy budovy, která je podrobně popsána v kapitole 12.



### Dřevěný KS z těžkého skeletu – původní návrh s geometrií nového návrhu – 1B

Ve variantě 1B byly použity totožné plochy konstrukcí a objemy jako ve variantě 1A. Oproti ní se výpočet liší pouze hodnotami součinitelů prostupu tepla  $U$ . Použité hodnoty pro jednotlivé konstrukce jsou uvedeny ve variantě 2B.

### Dřevěný KS z těžkého skeletu – původní návrh s původní geometrií – 2B

Zde byly pro výpočet použity rozměry původního návrhu, které byly odečteny z původní výkresové dokumentace. Hodnoty dílčích korekčních činitelů stínění byly přepočteny tak, aby odpovídaly dané návrhové situaci. Pro jednotlivé konstrukce byly použity tyto hodnoty součinitelů prostupu tepla  $U$ :

- součinitele prostupu tepla neprůsvitných konstrukcí:  
obvodový plášť  $U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
střešní plášť  $U = 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
terasa  $U = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
stěna mezi vytápěným a nevytápěným prostorem  $U = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
podlaha na terénu  $U = 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
podlaha a strop mezi vytápěným a nevytápěným prostorem  $U = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- parametry výplní otvorů:  
součinitel prostupu tepla skla –  $U_g = 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  – okna/ dveře HS portál – terasa  
–  $U_g = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  – dveře  
součinitel prostupu tepla rámu –  $U_f = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  – okna  
–  $U_f = 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  – dveře  
energetická propustnost –  $g = 52 \%$  – okna/dveře HS portál – terasa  
–  $g = 57 \%$  – dveře  
plocha zasklení – jednotně uvažována 80 % (zjednodušeno)

### 15.2.2 Porovnání konstrukčních systémů z hlediska energetické náročnosti

Hodnoty v tabulce vychází z výpočtů uvedených v přílohové části diplomové práce. Konstrukční systémy s příznivějšími hodnotami jsou označeny zeleně.

		Porovnání konstrukčních systémů			
		Varianta 1		Varianta 2	
Konstrukční systém		A - nový KS	B - původní KS	A - nový KS	B - původní KS
Veličina	Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy $U_{em}$ ( $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ )	0,21	0,27	0,20	0,28
	Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěné ploše $E_A$ ( $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ )	13,5	26,4	13,7	31,3

**Tab. 28:** Porovnání konstrukčních systémů z hlediska energetické náročnosti

Z tabulky je patrné, že při porovnání konstrukčních systémů z hlediska energetické náročnosti vychází v obou případech lépe nový konstrukční systém, a to s výrazným rozdílem. Zatímco nově navržený konstrukční systém dosahuje hodnot pro splnění podmínek energeticky pasivního standardu, tak u varianty těžkého dřevěného skeletu tomu tak není.



Zde se potvrzuje fakt, který byl avizován v závěru environmentálního kritéria, neboť zvýšená potřeba energie nevede pouze k vyšším provozním výdajům. V případě posouzení dopadu objektu na životní prostředí z hlediska fáze provozu znamená vyšší energetická náročnost také větší ekologický dopad. A zatímco, dopad fáze výroby je jednorázový, tak dopad fáze provozní se bude stále navyšovat.

Při zhodnocení vlivu odebraného podzemního podlaží u nově navrženého systému na změnu měrné potřeby tepla na vytápění tak můžeme konstatovat, že k nikterak významné změně nedošlo. Rozdíl mezi oběma variantami činí pouze 0,2 kWh/(m<sup>2</sup>\*a). Vliv změny geometrie u původního návrhu už je výrazně vyšší, kde je hodnota rozdílu 4,9 kWh/(m<sup>2</sup>\*a).

## 15.3 Letní tepelná stabilita

Při porovnání konstrukčních systému z hlediska rizika přehřívání v letním období byla porovnávanou veličinou maximální teplota vnitřního vzduchu. Oproti předchozím hlediskům, zde bylo provedeno posouzení pouze ve třech variantách. První variantou je výpočet maximální teploty vzduchu v kritické místnosti u nově navrženého konstrukčního systému. Ve druhé variantě je posouzena kritická místnost původního návrhu, avšak se stejnou geometrií jako v případě návrhu nového. Třetí varianta zohledňuje kritickou místnost s původními rozměry. U všech variant byla spočtena hodnota maximální teploty vzduchu uvnitř hodnocené místnosti jak pro situaci bez opatření, tak i pro jednotlivá opatření snižující riziko letního přehřívání. Následně byly hodnoty porovnány (tab. 29).

### 15.3.1 Výpočty a vstupní hodnoty

Výpočet byl proveden podle EN ISO 52016-1 v programu Simulace 2018 [37]. Pro porovnání byla vybrána stejná kritická místnost jako v kapitole 13, tedy dětský pokoj v podkroví s velkou prosklenou plochou orientovanou na jih. Většina vstupních údajů a navrhovaná opatření byla ponechána taktéž z kapitoly 13. Opatření A spočívá ve stínění oken exteriérovými žaluziemi. Navrženy jsou žaluzie z hliníkových lamel se sklonem 45°, ven jasné, dovnitř tmavé. Hodnota redukčního činitele stínícího zařízení je 0,13. Druhé navrhované opatření je kombinací stínění oken vnějšími žaluziemi a nočního větrání, kde je tedy navíc uvažováno s větráním od 21:00 do 7:00 s intenzitou výměny vzduchu 3,0 h<sup>-1</sup>. Takovéto výměny vzduchu je dosaženo zejména přirozeným větráním okny, ale také pomocí vzduchotechnického systému. Veškeré výpočty a celkové výstupy z programu jsou uvedeny v přílohové části (kapitola 4.3).

**Stěnový KS z CLT panelů – nový návrh – A**

V případě nového návrhu byl výpočet proveden v rámci kapitoly 13 Letní tepelná stabilita, kde je proveden podrobný popis vstupních hodnot.

**Dřevěný KS z těžkého skeletu – původní návrh s geometrií nového návrhu – B**

Ve variantě B byly použity totožné plochy konstrukcí a objemy jako ve variantě A. Oproti ní se výpočet liší použitými skladbami konstrukcí a parametry výplně okenního otvoru.



### Dřevěný KS z těžkého skeletu – původní návrh s původní geometrií – C

Zde byly pro výpočet použity rozměry původního návrhu, které byly odečteny z původní výkresové dokumentace. Zbylé vstupní údaje jsou totožné s údaji ve variantě B. Tedy skladby konstrukcí i parametry výplně okenního otvoru (mimo rozměry).

#### 15.3.2 Porovnání konstrukčních systémů z hlediska letní tepelné stability

Hodnoty v tabulce vychází z výpočtů uvedených v přílohové části diplomové práce. Konstrukční systém s příznivějšími hodnotami je označen zeleně.

Konstrukční systém		Porovnání konstrukčních systémů		
		A - nový KS	B - původní KS	C - původní KS
Maximální teplota vnitřního vzduchu v kritické místnosti (°C)	Bez opatření	43,84	42,21	42,93
	Opatření A	29,32	29,14	29,40
	Opatření B	26,80	26,93	27,32

**Tab. 29:** Porovnání konstrukčních systémů z hlediska letní tepelné stability

Při porovnání konstrukčních systémů z hlediska letní tepelné stability bez jakýchkoli opatření snižujících riziko letního přehřívání dopadl nejlépe původní konstrukční systém s geometrií nově navrženého systému (B). Z tohoto pohledu dosáhl nově navržený systém dokonce nejméně příznivějších výsledků. Návrh stínícího zařízení (opatření A) výrazně snížil maximální teplotu vnitřního vzduchu. V tomto případě se výsledné hodnoty oproti variantě bez opatření liší jen nepatrně. Nejnižší hodnotu zde vykazuje opět varianta B. Avšak nejvyšší hodnota je nyní u varianty C. Nejlepší účinnost navržených opatření má nový konstrukční systém, neboť v konečném návrhu dosáhl nejpříznivějších výsledků, přestože bez opatření měl nejhorší výsledky. Po aplikaci stínícího zařízení a nočního větrání (opatření B) splňují limitní hodnotu 27 °C varianta A a B. Původní konstrukční systém s původní geometrií tento limit nespĺňuje.



## 16 Závěr

Cílem této diplomové práce byl návrh spolehlivě funkční dřevostavby obytné budovy, která splňuje podmínky kvalitního vnitřního prostředí. Samotný návrh vychází z přístupů integrovaného navrhování budov. Jedním z hlavních požadavků bylo vytvoření ekologicky šetrného objektu v nízkoenergetickém až pasivním standardu. Podkladem pro vypracování celého projektu byla zadávací studie, o jejíž vytvoření se postarala architektonická kancelář MU Architecture.

V úvodu práce jsou popsány jednotlivé konstrukční systémy dřevostaveb s výčtem jejich výhod i nevýhod. Pro navrhovaný objekt byl zvolen konstrukční stěnový systém na bázi CLT panelů. Konkrétně pak ucelený stavební systém Novatop, který se zaměřuje na výrobu konstrukčních prvků z vrstveného masivního dřeva. Jednotlivé prvky jsou v této práci představeny a stručně popsány. V rešeršní části jsou uvedeny ukázky obdobně řešených staveb.

Při zpracování vlastního návrhu konstrukce budovy byly dodrženy technické požadavky stanovené závaznými normami, které jsou v práci vypsány. Bezpečnost návrhu byla ověřena předběžným statickým výpočtem, na jehož základě byly navrženy dimenze základních konstrukčních prvků. Důležitou součástí návrhu bylo navržení všech skladeb konstrukcí a jejich tepelně technické posouzení, tak aby odpovídaly současným požadavkům na budovy v pasivním standardu. Skladby střešního a obvodového pláště byly navrženy ve dvou variantách a porovnány. Hodnoceno bylo environmentální, funkční a technologické kritérium. Dále pak byla porovnána výsledná tloušťka navržených skladeb při stejné hodnotě součinitele prostupu tepla. Jednotlivá hlediska byla kvantifikována a na základě stanovených kritériálních mezí tzv. benchmarků byl skladbám přidělen bodový zisk. Hodnoticí systém s vlastními benchmarky není zcela vhodný pro komplexní certifikaci budov, avšak pro porovnání dvou navržených variant obalových konstrukcí pro konkrétní budovu a výběr optimální z nich je dostačující. Pro střešní plášť byla zvolena varianta s nadkroevním zateplovacím systémem s minerální izolací, která vychází z původního návrhu a která dosáhla vyššího bodového zisku ve většině hodnocených kritérií. Výhodou zateplení nad krokvy je souvislá vrstva izolantu a omezení systematických tepelných mostů. Další výhodou je estetické působení přiznaného krovu z lepeného lamelového dřeva. Jako obvodový plášť byla navržena provětrávaná fasáda s dřevovláknitou izolací a vnějším dřevěným obkladem, přestože tato varianta dosáhla z multikritériálního hlediska horších výsledků. Zvolena byla na základě příznivých výsledků v oblasti dopadu na životní prostředí a také z hlediska estetického.

Součástí diplomové práce je zpracování energetické analýzy, kde byla stanovena měrná potřeba tepla na vytápění ( $E_A = 13,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ) a průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy ( $U_{em} = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ). Výsledné hodnoty splňují podmínky pro energeticky pasivní standard. Dále bylo posouzeno riziko letního přehřívání. Z výsledků vyplývá, že pro zajištění limitní hodnoty  $27 \text{ °C}$  je v objektu potřebná aplikace vnějších stínících prvků v kombinaci s využitím nočního předchlazení budovy.

Další částí diplomové práce bylo zpracování konceptu technického zařízení budov, ve které byl řešen systém větrání a vytápění. Pro objekt byl navržen systém rovnotlakého nuceného větrání s rekuperační jednotkou, využívající zpětné získávání tepla. Pro zásobování objektu teplem je navrženo tepelné čerpadlo na principu vzduch/voda v kombinaci s nízkotepelným podlahovým vytápěním a zásobníkovým ohřevem tepelné užitkové vody.





Dále byla zpracovaná rozšířená výkresová dokumentace pro stavební řízení doplněná o komplexní řez obálkou budovy a klíčové stavební detaily, které jsou pro správnou funkčnost a dlouhou životnost objektu nezbytné.

V samotném závěru práce je nově navržený konstrukční systém porovnán s alternativou nosné konstrukce z těžkého dřevěného skeletu (která byla zpracována v rámci mé bakalářské práce) z hlediska klíčových kritérií udržitelné výstavby. Jmenovitě pak z pohledu dopadu na životní prostředí, energetické náročnosti a tepelné stability v létě.

Environmentální kritérium bylo porovnáno z hlediska množství svázané primární energie (PEI), potenciálu globálního oteplování (GWP) a potenciálu ničení ozonové vrstvy (ODP). Lepších výsledků zde dosahuje původní konstrukční systém z těžkého dřevěného skeletu. Rozdíly však nejsou příliš velké, a je třeba uvážit jiné výhody, kterými stěnový konstrukční systém z CLT panelů disponuje. Jsou jimi například rychlost výstavby, mechanická odolnost a celková stabilita konstrukce. Také je potřeba zohlednit fakt, že původní objekt není navrhován v pasivním standardu. Skladby obalových konstrukcí nedosahují takových součinitelů prostupů tepla jako v případě nového návrhu. Tento fakt je zásadní z hlediska hodnocení energetické náročnosti, neboť v tomto ohledu vyšel lépe nový konstrukční systém, a to s výrazným rozdílem. V případě posouzení dopadu objektu na životní prostředí z hlediska fáze provozu znamená vyšší energetická náročnost větší ekologický dopad. V konečném důsledku bude tedy větším producentem ekologického znečištění původní objekt.

Při porovnání konstrukčních systémů z hlediska letní tepelné stability, bez jakýchkoli opatření snižujících riziko letního přehřívání, dopadl lépe původní konstrukční systém. Avšak po aplikaci navržených opatření dosahuje lepších výsledků nový návrh. Původní návrh nespĺňuje limitní hodnotu 27 °C ani při navržených opatřeních.

V závěru lze konstatovat, že cíl, kterým byl návrh spolehlivé a funkční dřevostavby obytné budovy, která zajišťuje kvalitu vnitřního prostředí, byl splněn. Rozšíření práce by mohlo být založeno na zpracování kompletního systému technických zařízení budov a podrobného statického výpočtu.



## 17 Zdroje

- [1] archdaily.com [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/481786/malbaie-viii-residence-mu-architecture>
- [2] drevoastavby.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/4909-2018-03-05-06-55-17>
- [3] drevoastavby.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/5478-panelove-drevostavby-dum-jako-skladacka>
- [4] drevoastavby.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/4487-sruby-vs-roubenky>
- [5] drevoastavby.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/2524-prave-hrazdene-stavby-jsou-jiz-historii>
- [6] novatop-system.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://novatop-system.cz/system-novatop/>
- [7] novatop-system.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://novatop-system.cz/produkt/novatop-solid/>
- [8] novatop-system.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://novatop-system.cz/produkt/novatop-element/>
- [9] novatop-system.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://novatop-system.cz/produkt/novatop-open/>
- [10] novatop-system.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://novatop-system.cz/produkt/novatop-static/>
- [11] novatop-system.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://novatop-system.cz/produkt/novatop-acoustic/>
- [12] refresher.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://refresher.cz/61903-Do-teto-ceske-horske-chaty-se-budes-chtit-prestehovat-Najdes-v-ni-saunu-bazen-i-vinarnu>
- [13] archdaily.com [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: [https://www.archdaily.com/904535/gubrandslie-cabin-helen-and-hard-architects?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_projects](https://www.archdaily.com/904535/gubrandslie-cabin-helen-and-hard-architects?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects)



- [14] archiweb.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z:  
<https://www.archiweb.cz/b/horska-usedlost-na-sumave>
- [15] pasivnidomy.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z:  
<https://www.pasivnidomy.cz/domy/nizkoenergeticky-slameny-rd-holice-752#zakladni-udaje>
- [16] futurami.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z:  
<https://www.futurami.cz/reference/pysely/>
- [17] estav.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z:  
<https://www.estav.cz/cz/3464.skladby-obvodoveho-plaste-drevostavby>
- [18] stavba.tzb-info.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z:  
<https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/136-normove-hodnoty-soucinitele-prostupu-tepla-un-20-jednotlivych-konstrukci-dle-csn-73-0540-2-2011-tepelna-ochrana-budov-cast-2-pozadavky>
- [19] akustickecentrum.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z:  
<https://www.akustickecentrum.cz/legislativa/tabulka1-normy-csn-73-0532.pdf>
- [20] tzb-info.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z:  
<https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/13655-pozarni-odolnost-stavebnich-konstrukci>
- [21] vetrani.tzb-info.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z:  
<https://vetrani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/28-vnitri-vypoctove-teploty-dle-csn-en-12831-a-doporucene-relativni-vlhkosti-vzduchu-dle-csn-06-0210>
- [22] atelier-dek.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z:  
<https://atelier-dek.cz/v%C3%BDpo%C4%8Det-letn%C3%AD-tepeln%C3%A9-stability-m%C3%ADstnosti-klasickou-metodou-s-vyu%C5%BEit%C3%ADm-dynamick%C3%A9-simulace-672#podklady>
- [23] vetrani.tzb-info.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z:  
<https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/9595-hygienicke-pozadavky-na-vnitri-prostredi-staveb>
- [24] stavba.tzb-info.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z:  
<https://stavba.tzb-info.cz/denni-osvetleni-a-osluneni/10129-posouzeni-denniho-osvetleni-mistnosti>
- [25] zakonyprolidi.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z:  
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-268>
- [26] csnonlinefirmy.agentura-cas.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z:  
<https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/default.aspx>



- [27] doc. Dr. Ing. Zbyněk Svoboda: Teplo 2017 EDU [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=people&id=52&sub=369>
- [28] isover.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.isover.cz/ke-stazeni/komplexni-pruvodce-isover-pro-sikme-strechy-stropy>
- [29] novatop-system.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: [https://novatop-system.cz/wp-content/uploads/2018/09/KD\\_CZ\\_DE\\_I\\_3.pdf](https://novatop-system.cz/wp-content/uploads/2018/09/KD_CZ_DE_I_3.pdf)
- [30] novatop-system.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: [https://novatop-system.cz/wp-content/uploads/2018/09/KD\\_CZ\\_DE\\_I\\_1.pdf](https://novatop-system.cz/wp-content/uploads/2018/09/KD_CZ_DE_I_1.pdf)
- [31] stavba.tzb-info.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/135-vypocet-laboratorni-nepruzvucnosti-jednoduchych-stavebnich-prvku-podle-csn-en-12354-1-prilohy-b>
- [32] profesis.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.profesis.cz/parser/go/4c7a692f314e3239703953575645496d347436675255747a676a717339582b5636486c55566d6b674175727936424d5158764b39535950566e436c6b39725164#a>
- [33] izolace-info.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.izolace-info.cz/aktuality/21830-serial-konstrukcni-detaily-pro-pasivni-a-nulove-domy-2-dil-a.html#.X7reJMhKhPY>
- [34] novatop-system.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: [https://novatop-system.cz/wp-content/uploads/2018/09/KD\\_CZ\\_DE\\_I\\_2.pdf](https://novatop-system.cz/wp-content/uploads/2018/09/KD_CZ_DE_I_2.pdf)
- [35] envimat.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <http://www.envimat.cz/materialy/>
- [36] sbtool.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <http://www.sbtool.cz/wp-content/uploads/2020/06/SBTCZ-rodinn%C3%A9-domy-2013.pdf>
- [37] doc. Dr. Ing. Zbyněk Svoboda: Simulace 2018 [cit. 2021-05-13]. Dostupné přes vzdálený přístup do virtuálních učeben FSv ČVUT.
- [38] doc. Dr. Ing. Zbyněk Svoboda: Area 2017 EDU [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=people&id=52&sub=357>
- [39] web.cvut.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <http://web.cvut.cz/fa/u524/rea/podklady/ukazatele/podklady.html>
- [40] dspace.cvut.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/84088>



[41] novatop-system.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z:  
[https://novatop-system.cz/wp-content/uploads/2020/08/CZ\\_NOVATOP\\_ELEMENT-2.pdf](https://novatop-system.cz/wp-content/uploads/2020/08/CZ_NOVATOP_ELEMENT-2.pdf)

[42] novatop-system.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z:  
[https://novatop-system.cz/wp-content/uploads/2018/09/CZ\\_NOVATOP\\_SOLID-1.pdf](https://novatop-system.cz/wp-content/uploads/2018/09/CZ_NOVATOP_SOLID-1.pdf)

[43] kps.fsv.cvut.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z:  
<https://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=vyuka&sub=obor&type=o-b&kod=124SPB1>

[44] chmi.cz [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z:  
<https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data/mesicni-data-dle-z.-123-1998-Sb#>

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Příloha: Výpočty

Praha 2021

Bc. Ondřej Fencel

## **Obsah výpočtů:**

**1 Tepelně technické posouzení skladeb konstrukcí**

**2 Energetická analýza**

**3 Letní tepelná stabilita**

**4 Porovnání konstrukčních systémů**

4.1 Environmentální kritérium

4.2 Energetická náročnost

4.3 Letní tepelná stabilita

# 1 Tepelně technické posouzení skladeb konstrukcí



# KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

## Teplota 2017 EDU

Název úlohy : **Střešní plášť - varianta č. 1**  
Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel  
Zakázka :  
Datum : 08.01.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha dvouplášťová nebo strop pod půdou  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 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	Bednění z dřev	0,0150	0,1800	2510,0	450,0	157,0	0.0000
2	Isover VARIO X	0,0002	0,1740	1460,0	364,0	415000,0	0.0000
3	Isover Uni	0,1600	0,0400	800,0	40,0	1,0	0.0000
4	Isover Uni	0,1600	0,0400	800,0	40,0	1,0	0.0000
5	Tyvek Soft	0,0002	0,3500	1470,0	330,0	111,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

U vrstvy č. 2 je faktor difúzního odporu proměnný v roce.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Bednění z dřevěných palubek P+D	---
2	Isover VARIO XtraSafe	---
3	Isover Uni	---
4	Isover Uni	---
5	Tyvek Soft	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný 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  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.10 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -17.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	42.8	1063.8	-2.6	81.4	400.3
2	28 672	21.0	44.6	1108.6	-1.3	81.0	444.0
3	31 744	21.0	47.7	1185.6	2.2	79.8	570.9
4	30 720	21.0	51.5	1280.1	6.6	78.0	759.8
5	31 744	21.0	57.8	1436.7	11.6	75.3	1028.0
6	30 720	21.0	63.1	1568.4	14.9	72.8	1232.8
7	31 744	21.0	66.2	1645.5	16.6	71.3	1346.2
8	31 744	21.0	64.8	1610.7	15.8	72.1	1293.6
9	30 720	21.0	59.0	1466.5	12.4	74.7	1075.1
10	31 744	21.0	52.3	1300.0	7.4	77.6	798.6
11	30 720	21.0	47.9	1190.6	2.4	79.7	578.4
12	31 744	21.0	44.8	1113.5	-1.1	80.7	449.8

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota,

relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 8.085 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.121 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.14 / 0.17 / 0.22 / 0.32 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 4.6E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 102.1

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 4.4 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.87 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.970**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m				
1	11.2	0.585	7.9	0.444	20.3	0.970	44.7
2	11.8	0.589	8.5	0.439	20.3	0.970	46.5
3	12.8	0.566	9.5	0.388	20.4	0.970	49.4
4	14.0	0.515	10.6	0.280	20.6	0.970	52.9
5	15.8	0.448	12.4	0.082	20.7	0.970	58.8
6	17.2	0.376	13.7	-----	20.8	0.970	63.8
7	18.0	0.308	14.5	-----	20.9	0.970	66.7
8	17.6	0.349	14.1	-----	20.8	0.970	65.4
9	16.1	0.434	12.7	0.033	20.7	0.970	59.9
10	14.3	0.504	10.9	0.255	20.6	0.970	53.6
11	12.9	0.565	9.5	0.384	20.4	0.970	49.6
12	11.9	0.588	8.6	0.437	20.3	0.970	46.6

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	20.5	20.2	20.2	1.8	-16.5	-16.5
p [Pa]:	1367	1333	121	119	117	116
p,sat [Pa]:	2416	2360	2359	696	143	143

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry G<sub>d</sub> : 2.919E-0009 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Bednění z dřev	273	92	---	---	---
2	Isover VARIO X	304	61	---	---	---
3	Isover Uni	273	92	---	---	---
4	Isover Uni	---	---	365	---	---
5	Tyvek Soft	---	---	365	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Střešní plášť - varianta č. 1

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 21,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -17,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : -17,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 21,0 C  
Relativní vlhkost v interiéru RH<sub>i</sub>: 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Bednění z dřevěných palubek P+	0,015	0,180	157,0
2	Isover VARIO XtraSafe	0,0002	0,174	415000,0
3	Isover Uni	0,160	0,040	1,0
4	Isover Uni	0,160	0,040	1,0
5	Tyvek Soft	0,0002	0,350	111,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,762$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,970$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,121 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**

# 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 : **Střešní plášť - varianta č. 2**  
Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel  
Zakázka :  
Datum : 08.01.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha dvouplášťová nebo strop pod půdou  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 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	Sádrovláknitá	0,0125	0,3200	1100,0	1150,0	13,0	0.0000	
2	Dřevovláknitá	0,0400	0,0410	2100,0	160,0	5,0	0.0000	
3	Parozábrana Is	0,0002	0,1740	1460,0	364,0	415000,0	0.0000	
4	NOVATOP Elemen		0,0270	0,1300	1600,0	490,0	200,0	0.0000
5	Dřevovláknitá	0,1800	0,0490	2100,0	50,0	2,0	0.0000	
6	NOVATOP Elemen		0,0270	0,1300	1600,0	490,0	200,0	0.0000
7	Dřevovláknitá	0,1200	0,0410	2100,0	160,0	5,0	0.0000	

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrovláknitá deska Fermacell	---
2	Dřevovláknitá deska Steico Therm	---
3	Parozábrana Isover VARIO XtraSave	---
4	NOVATOP Element - spodní deska	---
5	Dřevovláknitá deska Steico Flex	---
6	NOVATOP Element - horní deska	---
7	Dřevovláknitá deska Steico Therm	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný 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  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.10 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -17.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	42.8	1063.8	-2.6	81.4	400.3
2	28 672	21.0	44.6	1108.6	-1.3	81.0	444.0
3	31 744	21.0	47.7	1185.6	2.2	79.8	570.9
4	30 720	21.0	51.5	1280.1	6.6	78.0	759.8
5	31 744	21.0	57.8	1436.7	11.6	75.3	1028.0
6	30 720	21.0	63.1	1568.4	14.9	72.8	1232.8
7	31 744	21.0	66.2	1645.5	16.6	71.3	1346.2
8	31 744	21.0	64.8	1610.7	15.8	72.1	1293.6
9	30 720	21.0	59.0	1466.5	12.4	74.7	1075.1

10	31	744	21.0	52.3	1300.0	7.4	77.6	798.6
11	30	720	21.0	47.9	1190.6	2.4	79.7	578.4
12	31	744	21.0	44.8	1113.5	-1.1	80.7	449.8

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a P<sub>i</sub> jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 8.032 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.121 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.14 / 0.17 / 0.22 / 0.32 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepleně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 5.1E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 1800.6

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 18.8 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.87 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.970

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	11.2	0.585	7.9	0.444	20.3	0.970	44.7
2	11.8	0.589	8.5	0.439	20.3	0.970	46.5
3	12.8	0.566	9.5	0.388	20.4	0.970	49.4
4	14.0	0.515	10.6	0.280	20.6	0.970	52.9
5	15.8	0.448	12.4	0.082	20.7	0.970	58.8
6	17.2	0.376	13.7	-----	20.8	0.970	63.8
7	18.0	0.308	14.5	-----	20.9	0.970	66.7
8	17.6	0.349	14.1	-----	20.8	0.970	65.4
9	16.1	0.434	12.7	0.033	20.7	0.970	59.9
10	14.3	0.504	10.9	0.255	20.6	0.970	53.6
11	12.9	0.565	9.5	0.384	20.4	0.970	49.6
12	11.9	0.588	8.6	0.437	20.3	0.970	46.7

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	20.5	20.4	15.9	15.8	14.9	-2.1	-3.0	-16.5
p [Pa]:	1367	1365	1362	271	200	195	124	116
p,sat [Pa]:	2416	2389	1800	1800	1692	514	474	143

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry G<sub>d</sub> : 2.630E-0009 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

## V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

### Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Sádrovláknitá	273	92	---	---	---
2	Dřevovláknitá	212	153	---	---	---
3	Parozábrana Is	212	153	---	---	---
4	NOVATOP Elemen	365	---	---	---	---
5	Dřevovláknitá	212	153	---	---	---
6	NOVATOP Elemen	212	153	---	---	---
7	Dřevovláknitá	---	---	365	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Střešní plášť - varianta č. 2

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 21,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -17,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : -17,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 21,0 C  
Relativní vlhkost v interiéru RH<sub>i</sub>: 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrovláknitá deska Fermacell	0,0125	0,320	13,0
2	Dřevovláknitá deska Steico The	0,040	0,041	5,0
3	Parozábrana Isover VARIO XtraS	0,0002	0,174	415000,0
4	NOVATOP Element - spodní deska	0,027	0,130	200,0
5	Dřevovláknitá deska Steico Fle	0,180	0,049	2,0
6	NOVATOP Element - horní deska	0,027	0,130	200,0
7	Dřevovláknitá deska Steico The	0,120	0,041	5,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,762$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,970$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Vypočtená hodnota:  $U = 0,121 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**



# KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

## Teplota 2017 EDU

Název úlohy : **Obvodový plášť - varianta č. 1**  
Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel  
Zakázka :  
Datum : 08.01.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější dvouplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 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	CLT panel	0,1240	0,1300	1600,0	490,0	200,0	0.0000
2	Dřevovláknitá	0,2200	0,0400	2100,0	50,0	2,0	0.0000
3	Dřevovláknitá	0,0600	0,0410	2100,0	160,0	5,0	0.0000
4	Guttafol DO 13	0,0001	0,3500	1450,0	800,0	200,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	CLT panel	---
2	Dřevovláknitá deska Steico Flex	---
3	Dřevovláknitá deska Steico Therm	---
4	Guttafol DO 135 S	---

### 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 : 0.13 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 : -17.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	42.8	1063.8	-2.6	81.4	400.3
2	28 672	21.0	44.6	1108.6	-1.3	81.0	444.0
3	31 744	21.0	47.7	1185.6	2.2	79.8	570.9
4	30 720	21.0	51.5	1280.1	6.6	78.0	759.8
5	31 744	21.0	57.8	1436.7	11.6	75.3	1028.0
6	30 720	21.0	63.1	1568.4	14.9	72.8	1232.8
7	31 744	21.0	66.2	1645.5	16.6	71.3	1346.2
8	31 744	21.0	64.8	1610.7	15.8	72.1	1293.6
9	30 720	21.0	59.0	1466.5	12.4	74.7	1075.1
10	31 744	21.0	52.3	1300.0	7.4	77.6	798.6
11	30 720	21.0	47.9	1190.6	2.4	79.7	578.4
12	31 744	21.0	44.8	1113.5	-1.1	80.7	449.8

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 7.918 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.122 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.14 / 0.17 / 0.22 / 0.32 W/m<sup>2</sup>K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 1.3E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 672.9  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 17.2 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.86 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.970**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	11.2	0.585	7.9	0.444	20.3	0.970	44.7
2	11.8	0.589	8.5	0.439	20.3	0.970	46.5
3	12.8	0.566	9.5	0.388	20.4	0.970	49.4
4	14.0	0.515	10.6	0.280	20.6	0.970	52.9
5	15.8	0.448	12.4	0.082	20.7	0.970	58.8
6	17.2	0.376	13.7	-----	20.8	0.970	63.8
7	18.0	0.308	14.5	-----	20.9	0.970	66.7
8	17.6	0.349	14.1	-----	20.8	0.970	65.4
9	16.1	0.434	12.7	0.033	20.7	0.970	59.9
10	14.3	0.504	10.9	0.255	20.6	0.970	53.6
11	12.9	0.565	9.5	0.384	20.4	0.970	49.6
12	11.9	0.588	8.6	0.437	20.3	0.970	46.7

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	20.4	16.0	-9.6	-16.4	-16.4
p [Pa]:	1367	153	132	117	116
p,sat [Pa]:	2395	1813	269	145	145

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

### **Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry G<sub>d</sub> : 9.788E-0009 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

### **V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

### Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok

Číslo	Název	pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	CLT panel	273	92	---	---	---
2	Dřevovláknitá	90	275	---	---	---
3	Dřevovláknitá	---	---	365	---	---
4	Guttafol DO 13	---	---	365	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Obvodový plášť - varianta č. 1

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	21,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-17,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH <sub>i</sub> :	50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	CLT panel	0,124	0,130	200,0
2	Dřevovláknitá deska Steico Fle	0,220	0,040	2,0
3	Dřevovláknitá deska Steico The	0,060	0,041	5,0
4	Guttafol DO 135 S	0,0001	0,350	200,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,762$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,970$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Vypočtená hodnota:  $U = 0,122 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_c$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**

# KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

## Teplota 2017 EDU

Název úlohy : **Obvodový plášť - varianta č. 2**

Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel

Zakázka :

Datum : 08.01.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 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	CLT panel	0,1240	0,1300	1600,0	490,0	200,0	0.0000
2	Dřevovláknité	0,2800	0,0390	2100,0	110,0	3,0	0.0000
3	Cemix 135 - Le	0,0050	0,6340	840,0	1550,0	20,0	0.0000
4	weber.pas silii	0,0030	0,8000	920,0	1800,0	30,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	CLT panel	---
2	Dřevovláknité desky Steico Protect dry L	---
3	Cemix 135 - Lepicí a stěrkovací hmota COMFORT	---
4	weber.pas silikát - silikátová omítka	---

### 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 : -17.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	42.8	1063.8	-2.6	81.4	400.3
2	28 672	21.0	44.6	1108.6	-1.3	81.0	444.0
3	31 744	21.0	47.7	1185.6	2.2	79.8	570.9
4	30 720	21.0	51.5	1280.1	6.6	78.0	759.8
5	31 744	21.0	57.8	1436.7	11.6	75.3	1028.0
6	30 720	21.0	63.1	1568.4	14.9	72.8	1232.8
7	31 744	21.0	66.2	1645.5	16.6	71.3	1346.2
8	31 744	21.0	64.8	1610.7	15.8	72.1	1293.6
9	30 720	21.0	59.0	1466.5	12.4	74.7	1075.1
10	31 744	21.0	52.3	1300.0	7.4	77.6	798.6
11	30 720	21.0	47.9	1190.6	2.4	79.7	578.4
12	31 744	21.0	44.8	1113.5	-1.1	80.7	449.8

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 8.145 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.120 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.14 / 0.17 / 0.22 / 0.32 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.3E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 1544.3

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 20.8 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.87 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.970**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	11.2	0.585	7.9	0.444	20.3	0.970	44.7
2	11.8	0.589	8.5	0.439	20.3	0.970	46.5
3	12.8	0.566	9.5	0.388	20.4	0.970	49.4
4	14.0	0.515	10.6	0.280	20.6	0.970	52.9
5	15.8	0.448	12.4	0.082	20.7	0.970	58.8
6	17.2	0.376	13.7	-----	20.8	0.970	63.8
7	18.0	0.308	14.5	-----	20.9	0.970	66.7
8	17.6	0.349	14.1	-----	20.8	0.970	65.4
9	16.1	0.434	12.7	0.033	20.7	0.970	59.9
10	14.3	0.504	10.9	0.255	20.6	0.970	53.6
11	12.9	0.565	9.5	0.384	20.4	0.970	49.6
12	11.9	0.588	8.6	0.437	20.3	0.970	46.6

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	20.4	16.0	-16.8	-16.8	-16.8
p [Pa]:	1367	166	125	121	116
p,sat [Pa]:	2396	1823	140	139	139

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

### Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G<sub>d</sub> : 9.685E-0009 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

### V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

### Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	CLT panel	273	92	---	---	---
2	Dřevovláknité	---	---	275	90	---
3	Cemix 135 - Le	---	---	275	90	---
4	weber.pas sili	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Obvodový plášť - varianta č. 2

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	21,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-17,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH <sub>i</sub> :	50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	CLT panel	0,124	0,130	200,0
2	Dřevovláknité desky Steico Pro	0,280	0,039	3,0
3	Cemix 135 - Lepicí a stěrko- vac	0,005	0,634	20,0
4	weber.pas silikát - silikátová	0,003	0,800	30,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,762$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,970$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{,N} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Vypočtená hodnota:  $U = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_c$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**



# 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 : **Obvodový plášť - ztužující jádro - varianta č. 1**  
Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel  
Zakázka :  
Datum : 08.01.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 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	Weber.mur 644	0,0150	0,4900	1000,0	1200,0	10,0	0.0000
2	Železobeton	0,2000	1,7400	1020,0	2500,0	32,0	0.0000
3	Isover TOPSIL	0,2200	0,0350	800,0	60,0	1,0	0.0000
4	Dřevovláknitá	0,0600	0,0410	2100,0	160,0	2,0	0.0000
5	Guttafol DO 13	0,0001	0,3500	1450,0	800,0	200,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Weber.mur 644 vápenosádrová omítká	---
2	Železobeton	---
3	Isover TOPSIL	---
4	Dřevovláknitá deska steico Therm	---
5	Guttafol DO 135 S	---

### 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 : -17.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	42.8	1063.8	-2.6	81.4	400.3
2	28 672	21.0	44.6	1108.6	-1.3	81.0	444.0
3	31 744	21.0	47.7	1185.6	2.2	79.8	570.9
4	30 720	21.0	51.5	1280.1	6.6	78.0	759.8
5	31 744	21.0	57.8	1436.7	11.6	75.3	1028.0
6	30 720	21.0	63.1	1568.4	14.9	72.8	1232.8
7	31 744	21.0	66.2	1645.5	16.6	71.3	1346.2
8	31 744	21.0	64.8	1610.7	15.8	72.1	1293.6
9	30 720	21.0	59.0	1466.5	12.4	74.7	1075.1
10	31 744	21.0	52.3	1300.0	7.4	77.6	798.6
11	30 720	21.0	47.9	1190.6	2.4	79.7	578.4
12	31 744	21.0	44.8	1113.5	-1.1	80.7	449.8

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 7.895 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.124 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.14 / 0.17 / 0.22 / 0.32 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 3.7E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 851.4

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 14.9 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.84 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.969

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	11.2	0.585	7.9	0.444	20.3	0.969	44.7
2	11.8	0.589	8.5	0.439	20.3	0.969	46.5
3	12.8	0.566	9.5	0.388	20.4	0.969	49.4
4	14.0	0.515	10.6	0.280	20.6	0.969	52.9
5	15.8	0.448	12.4	0.082	20.7	0.969	58.8
6	17.2	0.376	13.7	-----	20.8	0.969	63.8
7	18.0	0.308	14.5	-----	20.9	0.969	66.7
8	17.6	0.349	14.1	-----	20.8	0.969	65.4
9	16.1	0.434	12.7	0.033	20.7	0.969	60.0
10	14.3	0.504	10.9	0.255	20.6	0.969	53.7
11	12.9	0.565	9.5	0.384	20.4	0.969	49.6
12	11.9	0.588	8.6	0.437	20.3	0.969	46.7

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	20.4	20.2	19.7	-9.9	-16.8	-16.8
p [Pa]:	1367	1340	181	142	120	116
p,sat [Pa]:	2394	2372	2294	261	139	139

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry G<sub>d</sub> : 3.620E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Weber.mur 644	273	92	---	---	---
2	Železobeton	273	92	---	---	---
3	Isover TOPSIL	31	334	---	---	---
4	Dřevovláknitá	---	---	275	90	---
5	Guttafol DO 13	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Obvodový plášť - ztužující jádro - varianta č. 1

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	21,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-17,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH <sub>i</sub> :	50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Weber.mur 644 vápenosádrová om	0,015	0,490	10,0
2	Železobeton	0,200	1,740	32,0
3	Isover TOPSIL	0,220	0,035	1,0
4	Dřevovláknitá deska steico The	0,060	0,041	2,0
5	Guttafol DO 135 S	0,0001	0,350	200,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,762$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,969$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,124 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**

# 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 : **Obvodový plášť - ztužující jádro - varianta č. 2**

Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel

Zakázka :

Datum : 08.01.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 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	Weber.mur 644	0,0150	0,4900	1000,0	1200,0	10,0	0.0000
2	Železobeton	0,2000	1,7400	1020,0	2500,0	32,0	0.0000
3	Cemix 135 - Le	0,0100	0,6340	840,0	1550,0	20,0	0.0000
4	Isover TF Prof	0,3000	0,0370	800,0	140,0	1,0	0.0000
5	Cemix 135 - Le	0,0050	0,6340	840,0	1550,0	20,0	0.0000
6	weber.pas silii	0,0030	0,8000	920,0	1800,0	30,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Weber.mur 644 vápenosádrová omítka	---
2	Železobeton	---
3	Cemix 135 - Lepicí a stěrkový hmoty COMFORT	---
4	Isover TF Profi	---
5	Cemix 135 - Lepicí a stěrkový hmoty COMFORT	---
6	weber.pas silikát - silikátová omítka	---

### 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 : -17.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	42.8	1063.8	-2.6	81.4	400.3
2	28 672	21.0	44.6	1108.6	-1.3	81.0	444.0
3	31 744	21.0	47.7	1185.6	2.2	79.8	570.9
4	30 720	21.0	51.5	1280.1	6.6	78.0	759.8
5	31 744	21.0	57.8	1436.7	11.6	75.3	1028.0
6	30 720	21.0	63.1	1568.4	14.9	72.8	1232.8
7	31 744	21.0	66.2	1645.5	16.6	71.3	1346.2
8	31 744	21.0	64.8	1610.7	15.8	72.1	1293.6
9	30 720	21.0	59.0	1466.5	12.4	74.7	1075.1
10	31 744	21.0	52.3	1300.0	7.4	77.6	798.6
11	30 720	21.0	47.9	1190.6	2.4	79.7	578.4

12 31 744 21.0 44.8 1113.5 -1.1 80.7 449.8

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a P<sub>i</sub> jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 8.281 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.118 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.14 / 0.17 / 0.22 / 0.32 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 3.8E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 1482.3

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 17.5 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.89 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.971**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	11.2	0.585	7.9	0.444	20.3	0.971	44.7
2	11.8	0.589	8.5	0.439	20.3	0.971	46.4
3	12.8	0.566	9.5	0.388	20.5	0.971	49.3
4	14.0	0.515	10.6	0.280	20.6	0.971	52.8
5	15.8	0.448	12.4	0.082	20.7	0.971	58.8
6	17.2	0.376	13.7	-----	20.8	0.971	63.8
7	18.0	0.308	14.5	-----	20.9	0.971	66.7
8	17.6	0.349	14.1	-----	20.8	0.971	65.4
9	16.1	0.434	12.7	0.033	20.7	0.971	59.9
10	14.3	0.504	10.9	0.255	20.6	0.971	53.6
11	12.9	0.565	9.5	0.384	20.5	0.971	49.5
12	11.9	0.588	8.6	0.437	20.4	0.971	46.6

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	20.4	20.3	19.8	19.7	-16.8	-16.8	-16.8
p [Pa]:	1367	1341	235	201	149	132	116
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2398	2377	2303	2292	140	139	139

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p<sub>sat</sub> je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství vodní páry [kg/(m <sup>2</sup> s)]
	levá [m]	pravá	
1	0.5250	0.5250	1.006E-0008

### Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok M<sub>c,a</sub>: **0.0027 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok M<sub>ev,a</sub>: **8.6533 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.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

#### Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Weber.mur 644	273	92	---	---	---
2	Železobeton	273	92	---	---	---
3	Cemix 135 - Le	365	---	---	---	---
4	Isover TF Prof	---	---	214	151	---
5	Cemix 135 - Le	---	---	214	151	---
6	weber.pas sili	---	---	214	151	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Obvodový plášť - ztužující jádro - varianta č. 2

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	21,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-17,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH <sub>i</sub> :	50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Weber.mur 644 vápenosádrová om	0,015	0,490	10,0
2	Železobeton	0,200	1,740	32,0
3	Cemix 135 - Lepicí a stěrkovac	0,010	0,634	20,0
4	Isover TF Profi	0,300	0,037	1,0
5	Cemix 135 - Lepicí a stěrkovac	0,005	0,634	20,0
6	weber.pas silikát - silikátová	0,003	0,800	30,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,762$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,971$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Vypočtená hodnota:  $U = 0,118 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 **$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,233 kg/m<sup>2</sup>.rok (materiál: Cemix 135 - Lepicí a stěrkovac).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m<sup>2</sup>.rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.  
Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0027 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$   
Roční množství odpafitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 8,6533 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

**$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**



# 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 : **Obvodový plášť - suterénní stěna**  
Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel  
Zakázka :  
Datum : 08.01.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna suterénní  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 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	Weber.mur 644	0,0150	0,4900	1000,0	1200,0	10,0	0.0000
2	Železobeton	0,2000	1,7400	1020,0	2500,0	32,0	0.0000
3	Elastodek 40 S	0,0080	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
4	weber.therm el	0,0100	0,8000	900,0	1630,0	20,0	0.0000
5	BASF Styrodur	0,2000	0,0330	1270,0	32,0	100,0	0.0000
6 †	Hlína suchá	2,0000	0,7000	750,0	1600,0	1,5	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Weber.mur 644 vápenosádrová omítka	---
2	Železobeton	---
3	Elastodek 40 Special Mineral	---
4	weber.therm elastik - lepicí a stěrková hmota	---
5	BASF Styrodur 3000 CS	---
6	Hlína suchá	---

### 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 : 0.00 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.1 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	42.8	1063.8	3.0	100.0	757.4
2	28 672	21.0	44.6	1108.6	2.2	100.0	715.4
3	31 744	21.0	47.7	1185.6	2.9	100.0	752.0
4	30 720	21.0	51.5	1280.1	4.6	100.0	847.8
5	31 744	21.0	57.8	1436.7	6.8	100.0	987.7
6	30 720	21.0	63.1	1568.4	9.3	100.0	1170.9
7	31 744	21.0	66.2	1645.5	11.0	100.0	1312.0
8	31 744	21.0	64.8	1610.7	11.8	100.0	1383.4
9	30 720	21.0	59.0	1466.5	11.4	100.0	1347.3
10	31 744	21.0	52.3	1300.0	9.7	100.0	1202.9
11	30 720	21.0	47.9	1190.6	7.2	100.0	1015.2

12 31 744 21.0 44.8 1113.5 4.7 100.0 853.8

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{Hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota  $T_e$  byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.257 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.157 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.4E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* podle EN ISO 13786 : 461.6

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 10.9 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 20.47 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.962**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	11.2	0.456	7.9	0.271	20.3	0.962	44.7
2	11.8	0.512	8.5	0.335	20.3	0.962	46.6
3	12.8	0.550	9.5	0.364	20.3	0.962	49.8
4	14.0	0.575	10.6	0.368	20.4	0.962	53.5
5	15.8	0.635	12.4	0.392	20.5	0.962	59.8
6	17.2	0.675	13.7	0.377	20.6	0.962	64.9
7	18.0	0.695	14.5	0.345	20.6	0.962	67.8
8	17.6	0.632	14.1	0.253	20.6	0.962	66.2
9	16.1	0.493	12.7	0.134	20.6	0.962	60.4
10	14.3	0.404	10.9	0.103	20.6	0.962	53.7
11	12.9	0.414	9.5	0.170	20.5	0.962	49.5
12	11.9	0.441	8.6	0.237	20.4	0.962	46.6

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	20.8	20.8	20.6	20.5	20.5	11.4	7.1
p [Pa]:	1367	1367	1358	1038	1038	1011	1007
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2456	2449	2423	2414	2412	1346	1007

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p<sub>sat</sub> je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry G<sub>d</sub> : 2.671E-0010 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

## V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

### Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Weber.mur 644	273	92	---	---	---
2	Železobeton	273	92	---	---	---
3	Elastodek 40 S	273	92	---	---	---
4	weber.therm el	365	---	---	---	---
5	BASF Styrodur	---	90	183	92	---
6	Hlína suchá	---	---	---	---	365

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Obvodový plášť - suterénní stěna

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	21,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-17,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	7,1 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH <sub>i</sub> :	50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Weber.mur 644 vápenosádrová om	0,015	0,490	10,0
2	Železobeton	0,200	1,740	32,0
3	Elastodek 40 Special Mineral	0,008	0,210	30000,0
4	weber.therm elastik - lepicí a	0,010	0,800	20,0
5	BASF Styrodur 3000 CS	0,200	0,033	100,0
6	Hlína suchá	2,000	0,700	1,5

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,350$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,962$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Vypočtená hodnota:  $U = 0,157 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNÝ.**

# 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 : **Podlaha na terénu - keramická dlažba**  
Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel  
Zakázka :  
Datum : 08.01.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 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	Keramická dlaž	0,0100	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Anhydritová sm	0,0550	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
3	Rigips EPS T 5	0,0300	0,0400	1270,0	15,0	20,0	0.0000
4	Železobeton 3	0,2500	1,7400	1020,0	2500,0	32,0	0.0000
5	Beton hutný 1	0,0800	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
6	BASF Styrodur	0,1200	0,0330	1270,0	32,0	100,0	0.0000
7	Štěrk	0,1800	0,6500	800,0	1650,0	15,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Keramická dlažba	---
2	Anhydritová směs	---
3	Rigips EPS T 5000 (1)	---
4	Železobeton 3	---
5	Beton hutný 1	---
6	BASF Styrodur 3000 CS	---
7	Štěrk	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 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 : 0.00 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.1 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	42.8	1063.8	3.0	100.0	757.4
2	28 672	21.0	44.6	1108.6	2.2	100.0	715.4
3	31 744	21.0	47.7	1185.6	2.9	100.0	752.0
4	30 720	21.0	51.5	1280.1	4.6	100.0	847.8
5	31 744	21.0	57.8	1436.7	6.8	100.0	987.7
6	30 720	21.0	63.1	1568.4	9.3	100.0	1170.9
7	31 744	21.0	66.2	1645.5	11.0	100.0	1312.0
8	31 744	21.0	64.8	1610.7	11.8	100.0	1383.4
9	30 720	21.0	59.0	1466.5	11.4	100.0	1347.3
10	31 744	21.0	52.3	1300.0	9.7	100.0	1202.9
11	30 720	21.0	47.9	1190.6	7.2	100.0	1015.2
12	31 744	21.0	44.8	1113.5	4.7	100.0	853.8

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak)

vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota  $T_e$  byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce  $R$  : 4.928 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : **0.196 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.22 / 0.25 / 0.30 / 0.40 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 1.5E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 7967.4

Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_i^*$  podle EN ISO 13786 : 22.4 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 20.33 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.952**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně  $R_{si}=0,25$  m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		$T_{si}[C]$	$f_{Rsi}$	$RH_{si}[%]$
	$T_{si},m[C]$	$f_{Rsi},m$	$T_{si},m[C]$	$f_{Rsi},m$	$T_{si}[C]$	$f_{Rsi}$	$RH_{si}[%]$
1	11.2	0.456	7.9	0.271	20.1	0.952	45.2
2	11.8	0.512	8.5	0.335	20.1	0.952	47.2
3	12.8	0.550	9.5	0.364	20.1	0.952	50.3
4	14.0	0.575	10.6	0.368	20.2	0.952	54.1
5	15.8	0.635	12.4	0.392	20.3	0.952	60.3
6	17.2	0.675	13.7	0.377	20.4	0.952	65.3
7	18.0	0.695	14.5	0.345	20.5	0.952	68.2
8	17.6	0.632	14.1	0.253	20.6	0.952	66.6
9	16.1	0.493	12.7	0.134	20.5	0.952	60.7
10	14.3	0.404	10.9	0.103	20.5	0.952	54.1
11	12.9	0.414	9.5	0.170	20.3	0.952	49.9
12	11.9	0.441	8.6	0.237	20.2	0.952	47.0

Poznámka:  $RH_{si}$  je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  $T_{si}$  je vnitřní povrchová teplota a  $f_{Rsi}$  je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
$\theta$ [C]:	20.5	20.5	20.4	18.3	17.9	17.8	7.8	7.1
$p$ [Pa]:	1367	1341	1327	1319	1215	1198	1042	1007
$p_{sat}$ [Pa]:	2416	2412	2393	2107	2055	2033	1060	1007

Poznámka:  $\theta$  je teplota na rozhraní vrstev,  $p$  je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a  $p_{sat}$  je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 2.595E-0009 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):**

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Keramická dlaž	243	122	---	---	---
2	Anhydritová sm	243	122	---	---	---
3	Rígips EPS T 5	212	61	92	---	---
4	Železobeton 3	212	61	92	---	---
5	Beton hutný 1	212	153	---	---	---
6	BASF Styrodur	---	---	---	---	365
7	Štěrka	---	---	---	---	365

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Podlaha na terénu - keramická dlažba

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 21,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -17,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : 7,1 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 21,0 C  
Relativní vlhkost v interiéru RH<sub>i</sub>: 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Keramická dlažba	0,010	1,010	200,0
2	Anhydritová směs	0,055	1,200	20,0
3	Rigips EPS T 5000 (1)	0,030	0,040	20,0
4	Železobeton 3	0,250	1,740	32,0
5	Beton hutný 1	0,080	1,230	17,0
6	BASF Styrodur 3000 CS	0,120	0,033	100,0
7	Štěrka	0,180	0,650	15,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,350$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,952$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{,N} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,196 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**



# KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

## Teplota 2017 EDU

Název úlohy : **Podlaha na terénu - gumová podlaha**  
Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel  
Zakázka :  
Datum : 08.01.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 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	Gumová podlaha	0,0080	0,1700	1400,0	1200,0	10000,0	0.0000
2	Anhydritová sm	0,0600	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
3	Rigips EPS T 5	0,0300	0,0400	1270,0	15,0	20,0	0.0000
4	Železobeton 3	0,2500	1,7400	1020,0	2500,0	32,0	0.0000
5	Beton hutný 1	0,0800	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
6	BASF Styrodur	0,1200	0,0330	1270,0	32,0	100,0	0.0000
7	Štěrka	0,1800	0,6500	800,0	1650,0	15,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Gumová podlaha	---
2	Anhydritová směs	---
3	Rigips EPS T 5000 (1)	---
4	Železobeton 3	---
5	Beton hutný 1	---
6	BASF Styrodur 3000 CS	---
7	Štěrka	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 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 : 0.00 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.1 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	42.8	1063.8	3.0	100.0	757.4
2	28 672	21.0	44.6	1108.6	2.2	100.0	715.4
3	31 744	21.0	47.7	1185.6	2.9	100.0	752.0
4	30 720	21.0	51.5	1280.1	4.6	100.0	847.8
5	31 744	21.0	57.8	1436.7	6.8	100.0	987.7
6	30 720	21.0	63.1	1568.4	9.3	100.0	1170.9
7	31 744	21.0	66.2	1645.5	11.0	100.0	1312.0
8	31 744	21.0	64.8	1610.7	11.8	100.0	1383.4
9	30 720	21.0	59.0	1466.5	11.4	100.0	1347.3
10	31 744	21.0	52.3	1300.0	9.7	100.0	1202.9
11	30 720	21.0	47.9	1190.6	7.2	100.0	1015.2
12	31 744	21.0	44.8	1113.5	4.7	100.0	853.8

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak)

vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota  $T_e$  byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.969 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.195 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.21 / 0.24 / 0.29 / 0.39 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 5.6E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* podle EN ISO 13786 : 9338.8

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 22.8 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 20.33 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.952**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	11.2	0.456	7.9	0.271	20.1	0.952	45.1
2	11.8	0.512	8.5	0.335	20.1	0.952	47.1
3	12.8	0.550	9.5	0.364	20.1	0.952	50.3
4	14.0	0.575	10.6	0.368	20.2	0.952	54.1
5	15.8	0.635	12.4	0.392	20.3	0.952	60.3
6	17.2	0.675	13.7	0.377	20.4	0.952	65.3
7	18.0	0.695	14.5	0.345	20.5	0.952	68.2
8	17.6	0.632	14.1	0.253	20.6	0.952	66.6
9	16.1	0.493	12.7	0.134	20.5	0.952	60.7
10	14.3	0.404	10.9	0.103	20.5	0.952	54.1
11	12.9	0.414	9.5	0.170	20.3	0.952	49.9
12	11.9	0.441	8.6	0.237	20.2	0.952	47.0

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	20.5	20.4	20.3	18.2	17.9	17.7	7.8	7.1
p [Pa]:	1367	1095	1091	1089	1062	1057	1016	1007
p,sat [Pa]:	2416	2397	2377	2095	2044	2022	1060	1007

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry G<sub>d</sub> : 6.806E-0010 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):**

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Gumová podlaha	243	122	---	---	---
2	Anhydritová sm	365	---	---	---	---
3	Rigips EPS T 5	273	92	---	---	---
4	Železobeton 3	273	92	---	---	---
5	Beton hutný 1	273	92	---	---	---
6	BASF Styrodur	---	---	---	---	365
7	Štěrka	---	---	---	---	365

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Podlaha na terénu - gumová podlaha

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 21,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -17,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : 7,1 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 21,0 C  
Relativní vlhkost v interiéru RH<sub>i</sub>: 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Gumová podlaha	0,008	0,170	10000,0
2	Anhydritová směs	0,060	1,200	20,0
3	Rigips EPS T 5000 (1)	0,030	0,040	20,0
4	Železobeton 3	0,250	1,740	32,0
5	Beton hutný 1	0,080	1,230	17,0
6	BASF Styrodur 3000 CS	0,120	0,033	100,0
7	Štěrka	0,180	0,650	15,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,350$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,952$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{,N} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Vypočtená hodnota:  $U = 0,195 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**

# KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

## Teplota 2017 EDU

Název úlohy : **Strop 1. NP pod nevytápěným prostorem**

Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel

Zakázka :

Datum : 08.01.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Strop pod nevytápěným či méně vytáp. vnitřním prostorem

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 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	NOVATOP Elemen		0,0600	0,1300	1600,0	490,0	200,0	0.0000
2	Dřevovláknitá	0,1400	0,0490	2100,0	50,0	2,0	0.0000	
3	NOVATOP Elemen		0,0270	0,1300	1600,0	490,0	200,0	0.0000
4	Dřevovláknitá	0,0080	0,0700	2100,0	230,0	5,0	0.0000	
5	Betonové dlažď	0,0370	1,3600	1020,0	2162,0	23,0	0.0000	
6	Dřevovláknitá	0,0300	0,0400	2100,0	160,0	5,0	0.0000	
7	2x Sádrolákní	0,0200	0,3200	1100,0	1150,0	13,0	0.0000	

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	NOVATOP Element - spodní deska	---
2	Dřevovláknitá deska Steico Flex	---
3	NOVATOP Element - horní deska	---
4	Dřevovláknitá deska Steico Isorel	---
5	Betonové dlaždice	---
6	Dřevovláknitá deska Steico Therm SD	---
7	2x Sádroláknitá deska Fermacell tl. 10 mm	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný 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

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.10 m<sup>2</sup>K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.10 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 21.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 55.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	43.1	1071.3	21.0	50.0	1242.8
2	28 672	21.0	45.1	1121.0	21.0	50.0	1242.8
3	31 744	21.0	48.3	1200.5	21.0	50.0	1242.8
4	30 720	21.0	52.7	1309.9	21.0	50.0	1242.8
5	31 744	21.0	59.5	1478.9	21.0	50.0	1242.8
6	30 720	21.0	65.0	1615.6	21.0	50.0	1242.8
7	31 744	21.0	67.9	1687.7	21.0	50.0	1242.8
8	31 744	21.0	66.9	1662.9	21.0	50.0	1242.8
9	30 720	21.0	60.5	1503.8	21.0	50.0	1242.8

10	31	744	21.0	53.3	1324.8	21.0	50.0	1242.8
11	30	720	21.0	48.2	1198.1	21.0	50.0	1242.8
12	31	744	21.0	45.6	1133.4	21.0	50.0	1242.8

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a P<sub>i</sub> jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.480 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.214 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.23 / 0.26 / 0.31 / 0.41 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepleně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.0E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* podle EN ISO 13786 : 477.7

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 13.6 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 21.00 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 1.000

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	11.3	-----	8.0	-----	21.0	1.000	43.1
2	12.0	-----	8.7	-----	21.0	1.000	45.1
3	13.0	-----	9.7	-----	21.0	1.000	48.3
4	14.4	-----	11.0	-----	21.0	1.000	52.7
5	16.3	-----	12.8	-----	21.0	1.000	59.5
6	17.7	-----	14.2	-----	21.0	1.000	65.0
7	18.4	-----	14.8	-----	21.0	1.000	67.9
8	18.1	-----	14.6	-----	21.0	1.000	66.9
9	16.5	-----	13.1	-----	21.0	1.000	60.5
10	14.6	-----	11.1	-----	21.0	1.000	53.3
11	13.0	-----	9.6	-----	21.0	1.000	48.2
12	12.2	-----	8.8	-----	21.0	1.000	45.6

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
p [Pa]:	1367	1367	1367	1367	1367	1367	1367	1367
p,sat [Pa]:	2486	2486	2486	2486	2486	2486	2486	2486

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry G<sub>d</sub> : 0.000E+0000 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

## V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

### Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	NOVATOP Elemen	243	122	---	---	---
2	Dřevovláknitá	365	---	---	---	---
3	NOVATOP Elemen	365	---	---	---	---
4	Dřevovláknitá	365	---	---	---	---
5	Betonové dlažd	365	---	---	---	---
6	Dřevovláknitá	365	---	---	---	---
7	2x Sádrolákní	365	---	---	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název konstrukce:** Strop 1. NP pod nevytápěným prostorem

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 21,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -17,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : 21,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 21,0 C  
Relativní vlhkost v interiéru RH<sub>i</sub>: 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	NOVATOP Element - spodní deska	0,060	0,130	200,0
2	Dřevoláknitá deska Steico Fle	0,140	0,049	2,0
3	NOVATOP Element - horní deska	0,027	0,130	200,0
4	Dřevoláknitá deska Steico Iso	0,008	0,070	5,0
5	Betonové dlaždice	0,037	1,360	23,0
6	Dřevoláknitá deska Steico Th	0,030	0,040	5,0
7	2x Sádrovláknitá deska Fermace	0,020	0,320	13,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Teplota na venkovní straně konstrukce je vyšší nebo rovna teplotě vnitřního vzduchu.  
Požadavek na teplotní faktor není pro tyto podmínky definován a jeho splnění se proto neověřuje.  
V případě potřeby lze provést ručně srovnání vypočtené povrchové teploty s kritickou povrchovou teplotou podle ČSN 730540-2 (2005).

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U, N = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Vypočtená hodnota:  $U = 0,214 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U, N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky: 1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.  
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.  
3. Roční množství kondenzátu  $M_c$ , a musí být nižší než  $0,1 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$ , nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**



# 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 : **Podlaha ve 3. NP nad nevytápěným prostorem**

Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel

Zakázka :

Datum : 08.01.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha nad nevytápěným či méně vytáp. vnitřním prostorem

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 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	2x Sádrolákní	0,0200	0,3200	1100,0	1150,0	13,0	0.0000
2	Systémová desk	0,0300	0,0400	2100,0	160,0	5,0	0.0000
3	Betonové dlažd	0,0370	1,3600	1020,0	2162,0	23,0	0.0000
4	Dřevoláknitá	0,0080	0,0700	2100,0	230,0	5,0	0.0000
5	NOVATOP Elemen	0,0270	0,1300	1600,0	1600,0	490,0	200,0
6	Dřevoláknitá	0,1400	0,0490	2100,0	50,0	2,0	0.0000
7	NOVATOP Elemen	0,0600	0,1300	1600,0	1600,0	490,0	200,0

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	2x Sádroláknitá deska Fermacell tl. 10 mm	---
2	Systémová deska z dřevoláknitě desky	---
3	Betonové dlaždice	---
4	Dřevoláknitá deska Steico Isorel	---
5	NOVATOP Element - horní deska	---
6	Dřevoláknitá deska Steico Flex	---
7	NOVATOP Element - spodní deska	---

### 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 : 21.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 55.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	43.1	1071.3	21.0	50.0	1242.8
2	28 672	21.0	45.1	1121.0	21.0	50.0	1242.8
3	31 744	21.0	48.3	1200.5	21.0	50.0	1242.8
4	30 720	21.0	52.7	1309.9	21.0	50.0	1242.8
5	31 744	21.0	59.5	1478.9	21.0	50.0	1242.8
6	30 720	21.0	65.0	1615.6	21.0	50.0	1242.8
7	31 744	21.0	67.9	1687.7	21.0	50.0	1242.8
8	31 744	21.0	66.9	1662.9	21.0	50.0	1242.8
9	30 720	21.0	60.5	1503.8	21.0	50.0	1242.8

10	31	744	21.0	53.3	1324.8	21.0	50.0	1242.8
11	30	720	21.0	48.2	1198.1	21.0	50.0	1242.8
12	31	744	21.0	45.6	1133.4	21.0	50.0	1242.8

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a P<sub>i</sub> jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.480 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.207 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.23 / 0.26 / 0.31 / 0.41 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepleně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.0E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* podle EN ISO 13786 : 349.8

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 14.4 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 21.00 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 1.000

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	11.3	-----	8.0	-----	21.0	1.000	43.1
2	12.0	-----	8.7	-----	21.0	1.000	45.1
3	13.0	-----	9.7	-----	21.0	1.000	48.3
4	14.4	-----	11.0	-----	21.0	1.000	52.7
5	16.3	-----	12.8	-----	21.0	1.000	59.5
6	17.7	-----	14.2	-----	21.0	1.000	65.0
7	18.4	-----	14.8	-----	21.0	1.000	67.9
8	18.1	-----	14.6	-----	21.0	1.000	66.9
9	16.5	-----	13.1	-----	21.0	1.000	60.5
10	14.6	-----	11.1	-----	21.0	1.000	53.3
11	13.0	-----	9.6	-----	21.0	1.000	48.2
12	12.2	-----	8.8	-----	21.0	1.000	45.6

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
p [Pa]:	1367	1367	1367	1367	1367	1367	1367	1367
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2486	2486	2486	2486	2486	2486	2486	2486

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p<sub>sat</sub> je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry G<sub>d</sub> : 0.000E+0000 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

## V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

### Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	2x Sádrolákní	243	122	---	---	---
2	Systémová desk	243	122	---	---	---
3	Betonové dlažd	243	122	---	---	---
4	Dřevovláknitá	273	92	---	---	---
5	NOVATOP Elemen	273	92	---	---	---
6	Dřevovláknitá	303	62	---	---	---
7	NOVATOP Elemen	303	62	---	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název konstrukce:** Podlaha ve 3. NP nad nevytápěným prostorem

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	21,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-17,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	21,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH <sub>i</sub> :	50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	2x Sádrovláknitá deska Fermace	0,020	0,320	13,0
2	Systémová deska z dřevovláknit	0,030	0,040	5,0
3	Betonové dlaždice	0,037	1,360	23,0
4	Dřevovláknitá deska Steico Iso	0,008	0,070	5,0
5	NOVATOP Element - horní deska	0,027	0,130	200,0
6	Dřevovláknitá deska Steico Fle	0,140	0,049	2,0
7	NOVATOP Element - spodní deska	0,060	0,130	200,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Teplota na venkovní straně konstrukce je vyšší nebo rovna teplotě vnitřního vzduchu.  
Požadavek na teplotní faktor není pro tyto podmínky definován a jeho splnění se proto neověřuje.  
V případě potřeby lze provést ručně srovnání vypočtené povrchové teploty s kritickou povrchovou teplotou podle ČSN 730540-2 (2005).

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U, N = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Vypočtená hodnota:  $U = 0,207 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U, N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_c$ , a musí být nižší než  $0,1 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$ , nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**

# 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 : **Strop 1. NP - terasa**

Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel

Zakázka :

Datum : 08.01.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha dvouplášťová nebo strop pod půdou

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 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	NOVATOP Elemen		0,0600	0,1300	1600,0	490,0	200,0	0.0000
2	Dřevovláknitá	0,1400	0,0490	2100,0	50,0	2,0	0.0000	
3	NOVATOP Elemen		0,0270	0,1300	1600,0	490,0	200,0	0.0000
4	Isover R	0,0800	0,0370	800,0	130,0	1,0	0.0000	
5	Isover R	0,0800	0,0370	800,0	130,0	1,0	0.0000	
6	Tyvek Soft	0,0002	0,3500	1470,0	330,0	111,0	0.0000	

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	NOVATOP Element - spodní deska	---
2	Dřevovláknitá deska Steico Flex	---
3	NOVATOP Element - horní deska	---
4	Isover R	---
5	Isover R	---
6	Tyvek Soft	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný 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

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.10 m<sup>2</sup>K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.10 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -17.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 85.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	42.8	1063.8	-2.6	81.4	400.3
2	28 672	21.0	44.6	1108.6	-1.3	81.0	444.0
3	31 744	21.0	47.7	1185.6	2.2	79.8	570.9
4	30 720	21.0	51.5	1280.1	6.6	78.0	759.8
5	31 744	21.0	57.8	1436.7	11.6	75.3	1028.0
6	30 720	21.0	63.1	1568.4	14.9	72.8	1232.8
7	31 744	21.0	66.2	1645.5	16.6	71.3	1346.2
8	31 744	21.0	64.8	1610.7	15.8	72.1	1293.6
9	30 720	21.0	59.0	1466.5	12.4	74.7	1075.1
10	31 744	21.0	52.3	1300.0	7.4	77.6	798.6
11	30 720	21.0	47.9	1190.6	2.4	79.7	578.4
12	31 744	21.0	44.8	1113.5	-1.1	80.7	449.8

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota,

relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 7.851 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.124 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.14 / 0.17 / 0.22 / 0.32 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumuláční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 9.5E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 651.1

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 14.0 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.84 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.970**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m				
1	11.2	0.585	7.9	0.444	20.3	0.970	44.7
2	11.8	0.589	8.5	0.439	20.3	0.970	46.5
3	12.8	0.566	9.5	0.388	20.4	0.970	49.4
4	14.0	0.515	10.6	0.280	20.6	0.970	52.9
5	15.8	0.448	12.4	0.082	20.7	0.970	58.8
6	17.2	0.376	13.7	-----	20.8	0.970	63.8
7	18.0	0.308	14.5	-----	20.9	0.970	66.7
8	17.6	0.349	14.1	-----	20.8	0.970	65.4
9	16.1	0.434	12.7	0.033	20.7	0.970	60.0
10	14.3	0.504	10.9	0.255	20.6	0.970	53.7
11	12.9	0.565	9.5	0.384	20.4	0.970	49.6
12	11.9	0.588	8.6	0.437	20.3	0.970	46.7

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	20.5	18.3	4.9	3.9	-6.3	-16.5	-16.5
p [Pa]:	1367	527	507	129	123	118	116
p,sat [Pa]:	2414	2109	864	806	358	143	143

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry G<sub>d</sub> : 1.400E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	NOVATOP Elemen	273	92	---	---	---
2	Dřevovláknitá	243	122	---	---	---
3	NOVATOP Elemen	243	122	---	---	---
4	Isover R	181	184	---	---	---
5	Isover R	---	---	365	---	---
6	Tyvek Soft	---	---	365	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Strop 1. NP - terasa

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 21,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -17,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : -17,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 21,0 C  
Relativní vlhkost v interiéru RH<sub>i</sub>: 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	NOVATOP Element - spodní deska	0,060	0,130	200,0
2	Dřevovláknitá deska Steico Fle	0,140	0,049	2,0
3	NOVATOP Element - horní deska	0,027	0,130	200,0
4	Isover R	0,080	0,037	1,0
5	Isover R	0,080	0,037	1,0
6	Tyvek Soft	0,0002	0,350	111,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,762$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,970$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Vypočtená hodnota:  $U = 0,124 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNÝ.**



## 2 Energetická analýza

## Stěnový KS z CLT panelů - nový návrh - celá budova - 2A

### ZÁKLADNÍ ÚDAJE

#### Základní popis zóny:

Počet osob	$n_{os}$	16	os
Přítomnost osob (procento času)	$p$	70%	
Požadovaná vnitřní teplota	$\theta_i$	21	°C
Objem vytápěné zóny	$V$	1 715,9	m <sup>3</sup> ← z vnějších rozměrů
Plocha obalových konstrukcí vytápěné zóny	$A$	978,8	m <sup>2</sup>
Podlahová plocha vytápěné zóny	$A_f$	496,6	m <sup>2</sup> ← z celkových vnitřních rozměrů
Objemový faktor tvaru budovy	$A/V$	0,57	-

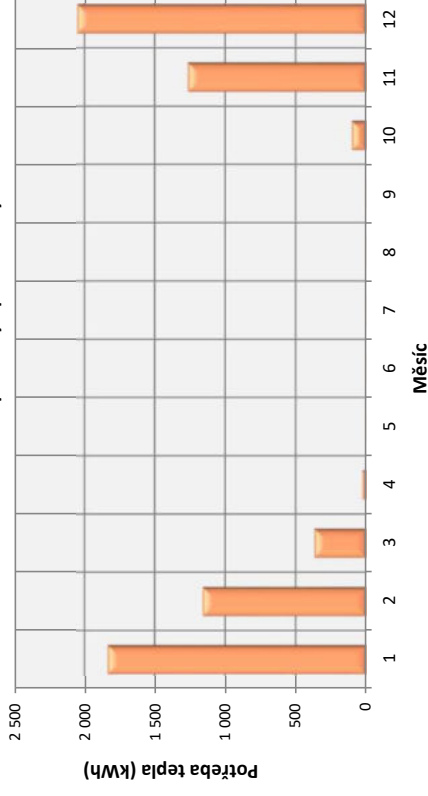
## POTŘEBA TEPLA

dle ČSN EN ISO 13790

### Potřeba tepla na vytápění budovy $Q_h$ (kWh):

měsíc	dny	délka t	hodiny	venkovní teplota $\theta_e$ (°C)	vnitřní teplota $\theta_i$ (°C)	tepelná ztráta $Q_L$ (kWh)	celkové využit. tep. zisky $Q_g$ (kWh)	potřeba tepla $Q_h$ (kWh)
1	31	744	744	-2,0	21,0	3 820	1 985	1 835
2	28	672	672	-1,1	21,0	3 354	2 192	1 161
3	31	744	744	2,0	21,0	3 249	2 880	369
4	30	720	720	6,6	21,0	2 451	2 425	26
5	31	744	744	11,5	21,0	1 751	1 750	1
6	30	720	720	15,0	21,0	1 135	1 135	0
7	31	744	744	16,8	21,0	855	855	0
8	31	744	744	16,2	21,0	916	916	0
9	30	720	720	11,7	21,0	1 544	1 543	1
10	31	744	744	7,0	21,0	2 328	2 226	101
11	30	720	720	2,1	21,0	3 009	1 744	1 265
12	31	744	744	-1,0	21,0	3 626	1 575	2 051
CELKEM ZA ROK						28 039	21 228	6 811

Potřeba tepla na vytápění budovy



### Měrná potřeba tepla budovy:

**Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěné ploše**

Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěnému objemu

**$E_A$  13,7 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

$E_V$  4,0 kWh/(m<sup>3</sup>·a)

### PROSTUP TEPLA OBÁLKOU BUDOVY

dle ČSN 730540-2

Vypočtená hodnota

**$U_{em}$  0,20 W/(m<sup>2</sup>·K)**

# TEPELNÉ ZTRÁTY - JEDNOZÓNOVÝ VÝPOČET - BEZ PŘERUŠOVANÉHO VYTÁPĚNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

## Celková tepelná ztráta $Q_L$ (kWh):

měsíc	délka t dny	hodiny hod	venkovní teplota $\theta_e$ (°C)	vnitřní teplota $\theta_i$ (°C)	stěny kWh	střechy kWh	okna a dveře kWh	tepelná ztráta prostupem vazby a mosty kWh	nevytápěné kWh	CELKEM kWh	tep. ztráta větráním kWh	tep. ztráta zemínou kWh	tepelná ztráta $Q_L$ kWh
1	31	744	-2,0	21,0	1102	367	1086	335	80	2 970	578	272	3 820
2	28	672	-1,1	21,0	956	318	943	291	69	2 577	502	275	3 354
3	31	744	2,0	21,0	910	303	897	277	66	2 453	478	318	3 249
4	30	720	6,6	21,0	668	222	658	203	48	1 799	350	301	2 451
5	31	744	11,5	21,0	455	152	449	138	33	1 227	239	286	1 751
6	30	720	15,0	21,0	278	93	274	85	20	750	166	239	1 135
7	31	744	16,8	21,0	201	67	198	61	15	542	106	207	855
8	31	744	16,2	21,0	230	77	227	70	17	620	121	176	916
9	30	720	11,7	21,0	431	144	425	131	31	1 162	226	156	1 544
10	31	744	7,0	21,0	671	223	661	204	49	1 808	352	168	2 328
11	30	720	2,1	21,0	876	292	864	266	63	2 362	460	188	3 009
12	31	744	-1,0	21,0	1054	351	1039	320	76	2 841	553	232	3 626
<b>CELKEM</b>					<b>7 833</b>	<b>2 608</b>	<b>7 722</b>	<b>2 381</b>	<b>567</b>	<b>21 111</b>	<b>4 110</b>	<b>2 818</b>	<b>28 039</b>
					27,9%	9,3%	27,5%	8,5%	2,0%	75,3%	14,7%	10,1%	100,0%

## Rekapitulace měrných tepelných ztrát:

Tepelná propustnost - stěny	$L_{D,1}$	W/K	64,4
Tepelná propustnost - střechy	$L_{D,2}$	W/K	21,4
Tepelná propustnost - okna a dveře	$L_{D,3}$	W/K	63,5
Tepelná propustnost - tepelné vazby a mosty	$L_{D,5}$	W/K	19,6
Tepelná propustnost - nevytápěné prostory	$L_{D,6}$	W/K	4,7
<b>Měrná tepelná ztráta prostupem</b>	$H_T$	<b>W/K</b>	<b>173,6</b>
<b>Měrná tepelná ztráta větráním</b>	$H_V$	<b>W/K</b>	<b>33,8</b>
Ustálená tepelná propustnost zemínou	$L_s$	W/K	23,2
<b>Měrná tepelná ztráta (bez ztráty zemínou)</b>	<b>H'</b>	<b>W/K</b>	<b>207,3</b>

Měrná tepelná ztráta (se ztrátou zemínou  $L_s$ )

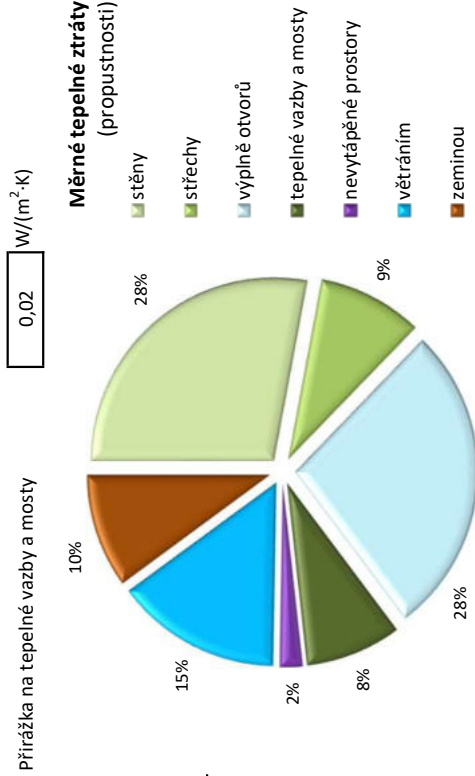
↑ pro výpočet časové konstanty budovy

Tepelná ztráta (potřebný výkon dodaný zdrojem tepla)

Q

8 300

W



# TEPELNÉ ZISKY - VNITŘNÍ A SOLÁRNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

## Vnitřní tepelné zisky:

Měrné vnitřní tepelné zisky

Vnitřní tepelné zisky

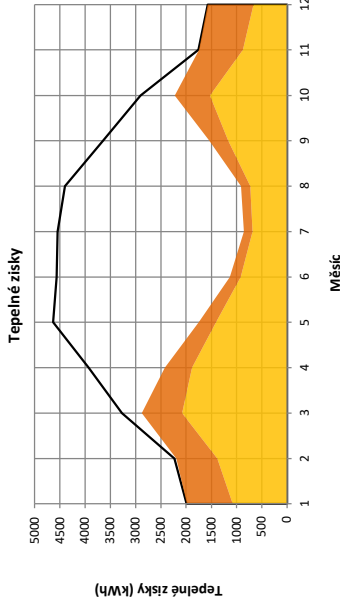
$$Q_{i,1} = \frac{100}{1220} W / os$$

## Rekapitulace celkové sběrné plochy oken A<sub>s</sub>:

Orientace sběrná plocha A<sub>s</sub> (m<sup>2</sup>) ← doplnit dle skutečnosti odkazem na okna!

S	V	J	Z	H	SV	SZ	JZ	JV	CELKEM
4,8	10,5	13,0	11,6	0,4					40,35

- celkové tep. zisky
- využ. vnitřní zisky
- využ. solární zisky



## Čisté solární zisky, vnitřní tepelné zisky a stupeň využití tepelných zisků:

čisté solární zisky pro jednotlivé orientace

měsíc	délka t		využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace								CELKEM	vnitřní tep. zisky Q <sub>i,1</sub> (kWh)	celkové tep. zisky Q <sub>e</sub> (kWh)	poměr zisků a ztrát γ (-)	stupeň využití η (-)	
	dny	hodiny	S	V	J	Z	H	SV	SZ	JZ						JV
1	31	744	33	157	651	233	10	0	0	0	0	1085	908	1992	0,52	1,00
2	28	672	62	273	729	326	17	0	0	0	0	1407	820	2227	0,66	0,98
3	31	744	110	535	1068	617	34	0	0	0	0	2364	908	3271	1,01	0,88
4	30	720	152	777	1237	838	50	0	0	0	0	3055	878	3933	1,60	0,62
5	31	744	224	1091	1263	1083	69	0	0	0	0	3730	908	4638	2,65	0,38
6	30	720	248	1207	1133	1025	71	0	0	0	0	3683	878	4562	4,02	0,25
7	31	744	224	1049	1211	1083	69	0	0	0	0	3637	908	4544	5,31	0,19
8	31	744	181	924	1302	1025	61	0	0	0	0	3493	908	4400	4,80	0,21
9	30	720	114	630	1237	745	41	0	0	0	0	2767	878	3646	2,36	0,42
10	31	744	81	357	977	559	24	0	0	0	0	1998	908	2905	1,25	0,77
11	30	720	43	147	469	210	10	0	0	0	0	878	878	1757	0,58	0,99
12	31	744	29	115	378	140	7	0	0	0	0	669	908	1576	0,43	1,00
												28764,7		39452		

## Využitelné solární a vnitřní tepelné zisky:

využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace

měsíc	délka t		využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace								CELKEM	využit. vnitřní tep. zisky Q <sub>i,1</sub> (kWh)	celkové využ. tep. zisky Q <sub>e</sub> (kWh)		
	dny	hodiny	S	V	J	Z	H	SV	SZ	JZ				JV	
1	31	744	33	157	649	232	10	0	0	0	0	1081	905	1985	
2	28	672	61	269	718	321	17	0	0	0	0	1385	807	2192	
3	31	744	96	471	940	543	30	0	0	0	0	2081	799	2880	
4	30	720	94	479	763	517	31	0	0	0	0	1884	542	2425	
5	31	744	84	412	477	409	26	0	0	0	0	1408	343	1750	
6	30	720	62	300	282	255	18	0	0	0	0	916	219	1135	
7	31	744	42	197	228	204	13	0	0	0	0	684	171	855	
8	31	744	38	192	271	213	13	0	0	0	0	727	189	916	
9	30	720	48	267	524	315	17	0	0	0	0	1171	372	1543	
10	31	744	62	273	748	428	19	0	0	0	0	1531	696	2226	
11	30	720	43	146	465	208	10	0	0	0	0	872	872	1744	
12	31	744	29	115	377	140	7	0	0	0	0	668	907	1575	
												CELKEM	14 409	6 820	21 228

## Pomocné charakteristiky pro výpočet stupně využití tepelných zisků:

Číselný parametr

Časová konstanta

Číselný parametr

a<sub>0</sub> 1 - hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet

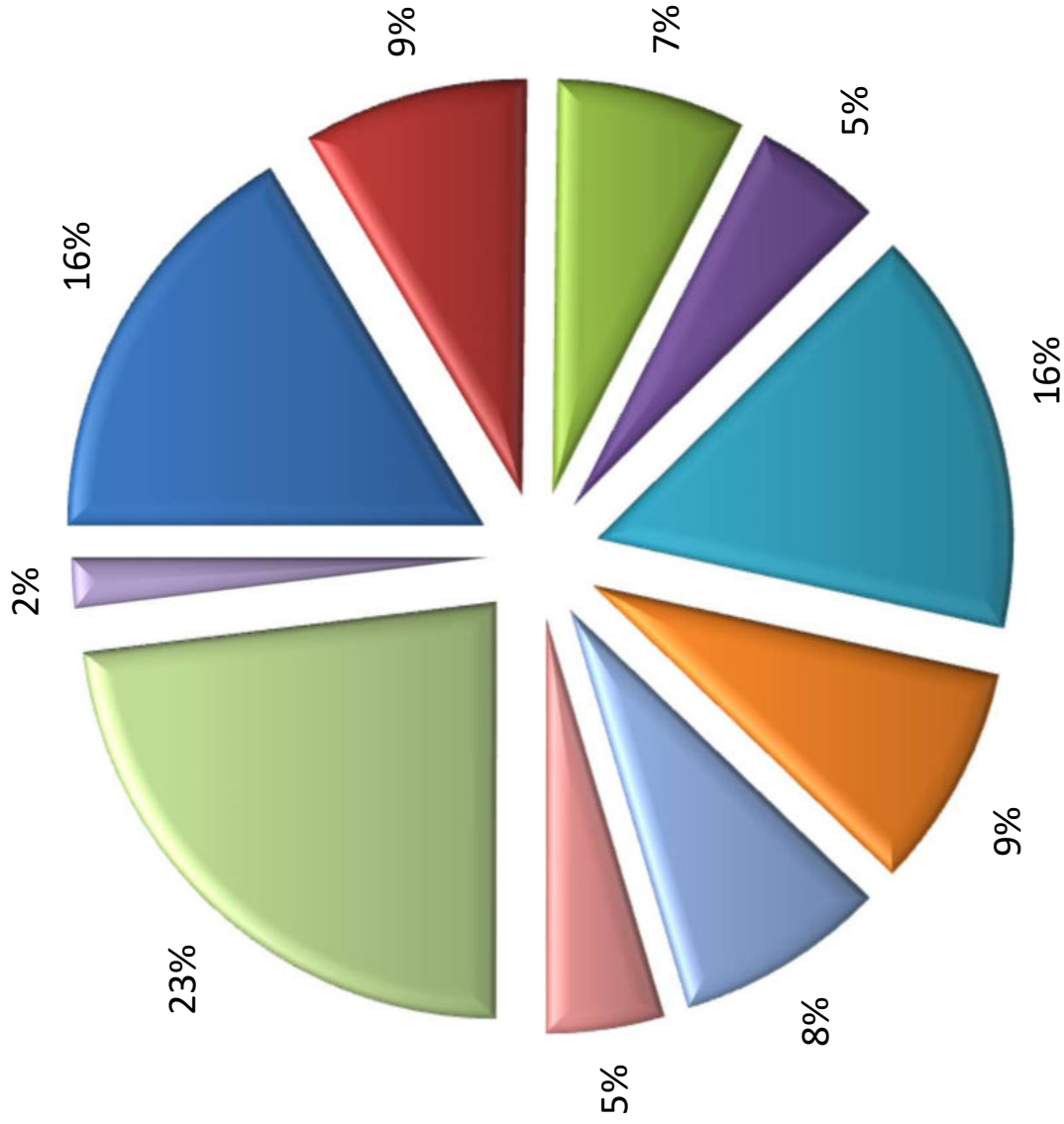
τ<sub>0</sub> 15 h - hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet

a 0 7,6 -



# tepelná propustnost

→ stěny a střechy



■ stěna nad 1. PP

■ stěna 1. PP \*

■ stěna nad 1. PP

■ stěna 1. PP \*

■ stěna nad 1. PP

■ stěna 1. PP \*

■ stěna nad 1. PP

■ stěna 1. PP \*

■ střecha

■ terasa





# MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM – NEVYTÁPĚNÉ PROSTORY

dle ČSN EN ISO 13789

## Měrná tepelná ztráta z nevytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{ue}$ (W/K):

prvek	orientace	celková plocha $A_T$ m <sup>2</sup>	čistá plocha $A$ m <sup>2</sup>	součinitel prostupu tepla $U$ W/(m <sup>2</sup> .K)	tepelná propustnost $L_{due}$ W/K
stěna S	S	12,4	8,1	0,12	0,97
stěna V	V	11,4	7,1	0,12	0,85
okno 2 S	S	4,32	4,3	0,63	2,72
okno 6 V	V	4,32	4,3	0,63	2,72
<b>CELKEM</b>					<b>7,3</b>

### Ztráta podlahou na terénu:

Plocha podlahy	A	0,0	m <sup>2</sup>
Exponovaný obvod podlahy	P	1,0	m
Charakteristický rozměr podlahy	B'	0,0	m
Tloušťka obvodové stěny	w	0,00	m
Tepelná vodivost zeminy	$\lambda$	3,5	W/(m.K)
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně podlahy	$R_{si}$	0,17	m <sup>2</sup> .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně podlahy	$R_{se}$	0,00	m <sup>2</sup> .K/W
Tepelný odpor podlahové desky	$R_f$	6,00	m <sup>2</sup> .K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy	$d_t$	21,60	m
Spínání podmínky $d_t \geq B'$	ANO		
Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy	$U_{ue0}$	0,16	W/(m <sup>2</sup> .K)
<b>Ustálená tepelná propustnost zeminou</b>	<b><math>L_{Sue}</math></b>	<b>0,0</b>	<b>W/K</b>

Objem vnitřního vzduchu nevytápěného prostoru	$V_{ua}$	33,6	m <sup>3</sup>
Násobnost výměny vzduchu mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím	$n$	0,00	1/h
Vzduchový tok mezi nevyt. prostorem a venkovním prostředím	$V_{ue}$	0	m <sup>3</sup> /h
<b>Měrná tepelná ztráta větráním mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím</b>	<b><math>H_{V,ue}</math></b>	<b>0,0</b>	<b>W/K</b>

<b>Měrná tepelná ztráta z nevytáp. prostoru do venkovního prostředí</b>	<b><math>H_{ue}</math></b>	<b>7,3</b>	<b>W/K</b>
---	----------------------------	------------	------------

Číselník teplotní redukce mezi vytápěným a nevytáp. prostorem

$b$  0,36

**Měrná ztráta prostupem tepla nevytápěným prostorem**

$H_u$  4,7 W/K

## Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do nevytápěného $H_{iu}$ (W/K):

prvek	celková plocha $A_T$ m <sup>2</sup>	čistá plocha $A$ m <sup>2</sup>	součinitel prostupu tepla $U$ W/(m <sup>2</sup> .K)	tepelná propustnost $L_{diu}$ W/K
stěna	23,8	18,4	0,12	2,2
podlaha	16,4	16,4	0,22	3,6
strop	16,4	16,4	0,22	3,6
okno 24	3,04	3,0	0,65	2,0
dveře 4	2,40	2,4	0,68	1,6
<b>CELKEM</b>				<b>13,0</b>

Objem vnitřního vzduchu vytápěného prostoru	$V_{ia}$	0,0	m <sup>3</sup>
Násobnost výměny vzduchu mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	$n$	0,00	1/h
Vzduchový tok mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	$V_{iu}$	0	m <sup>3</sup> /h
<b>Měrná tepelná ztráta větráním mezi vytápěným prostorem a nevytápěným</b>	<b><math>H_{V,iu}</math></b>	<b>0,0</b>	<b>W/K</b>

<b>Měrná tepelná ztráta z vytápěného do nevytápěného prostoru</b>	<b><math>H_{iu}</math></b>	<b>13,0</b>	<b>W/K</b>
---	----------------------------	-------------	------------

# MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM - MECHANICKÉ VĚTRÁNÍ SE ZST

dle ČSN EN ISO 13790

## Vstupní parametry:

Objem vnitřního vzduchu

$V_a$  1299,3 m<sup>3</sup>

Měrný objemový tok přiváděného čerstvého vzduchu

m<sup>3</sup>/(h·os)

Násobnost výměny vzduchu

$n$  0,22 1/h

Objemový tok vzduchu při  $\Delta p = 50$  Pa

$n_{50}$  0,60 1/h

Součinitel větrné expozice

$e$  0,07 -

Součinitel větrné expozice

$f$  15 -

## Součinitele větrné expozice $e$ a $f$ :

Součinitel $e$	Více než jedna exponovaná fasáda	Jedna exponovaná fasáda
pro třídu stínění:		
bez stínění	0,10	0,03
mírné stínění	0,07	0,02
významné stínění	0,04	0,01
Součinitel $f$	15	20

## Objemový tok vzduchu:

Objemový tok přiváděného vzduchu

$V_f$  280,0 m<sup>3</sup>/h

Účinnost rekuperace

$\eta$  84%

Zmenšený objemový tok přiváděného vzduchu

$V$  44,8 m<sup>3</sup>/h

Přídavný objemový tok vzduchu

$V_x$  54,6 m<sup>3</sup>/h

Celkový objemový tok vzduchu

$V$  99,4 m<sup>3</sup>/h

## Měrná tepelná ztráta větráním:

Měrná tepelná kapacita vzduchu o jednotkovém objemu

$\rho_a c_a$  0,34 Wh/(m<sup>3</sup>·K)

**Měrná tepelná ztráta větráním**

$H_v$  33,79 W/K



## KLIMATICKÁ DATA - MĚSÍČNÍ

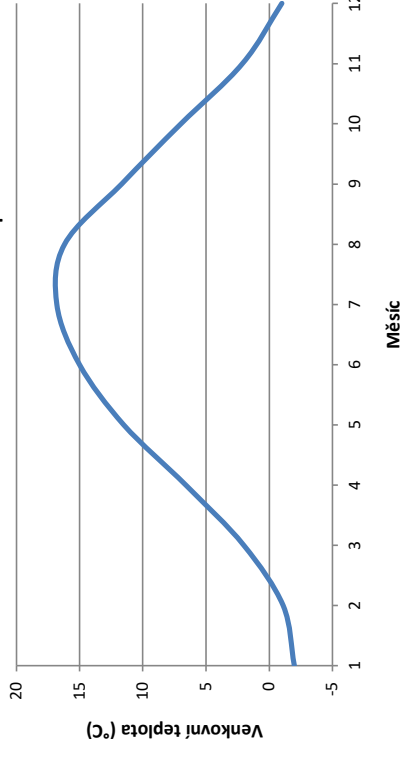
### Popis lokality:

Místo: Vimperk  
 49,05° s.š. / 13,8° v.d.  
 GPS:  
 Nadmořská výška: 694 m.n.m.

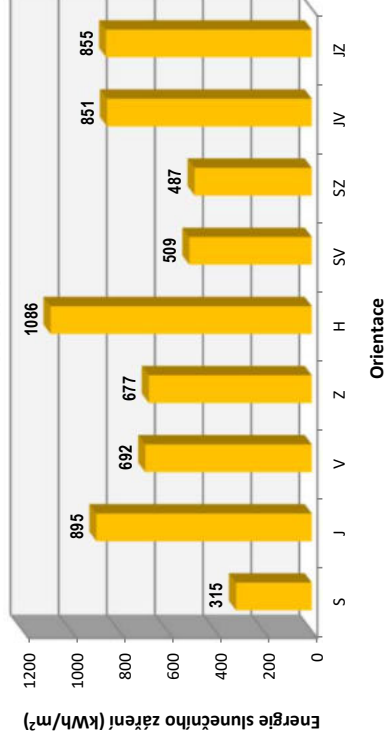
### Energie slunečního záření v kWh/m<sup>2</sup>:

měsíc	počet dnů	venkovní teplota $\theta_e$ (°C)	Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace / $I_{s,j}$ kWh/m <sup>2</sup>											
			S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ			
1	31	-2,0	7	50	15	20	23	23	12	12	37	44		
2	28	-1,1	13	56	26	28	40	40	20	20	47	51		
3	31	2,0	23	82	51	53	79	79	36	37	73	76		
4	30	6,6	32	95	74	72	118	118	51	49	92	86		
5	31	11,5	47	97	104	93	161	161	79	73	109	98		
6	30	15,0	52	87	115	88	166	166	91	73	108	88		
7	31	16,8	47	93	100	93	162	162	78	75	103	97		
8	31	16,2	38	100	88	88	143	143	64	63	101	100		
9	30	11,7	24	95	60	64	96	96	38	40	82	86		
10	31	7,0	17	75	34	48	57	57	21	25	51	71		
11	30	2,1	9	36	14	18	24	24	10	11	25	32		
12	31	-1,0	6	29	11	12	17	17	9	9	23	26		
	365	7,1	315	895	692	677	1086	1086	509	487	851	855		

### Průměrná měsíční venkovní teplota



### Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace



## ČASOVÁ KONSTATNTA BUDOVY

dle ČSN EN ISO 13790

Konstanta pro výpočet kapacity dle třídy budovy

K

165 000

J/K

Třída

Třída	K
	J/K
velmi lehká	80 000
lehká	110 000
střední	165 000
těžká	260 000
velmi těžká	370 000

Podlahová plocha vytápěné zóny

A<sub>f</sub>

497

m<sup>2</sup>

Účinná vnitřní tepelná kapacita budovy

C<sub>m</sub>

22761

Wh/K

**Časová konstanta budovy**

τ

99

**hod**

### 3 Letní tepelná stabilita

Stěnový KS z CLT panelů – nový návrh - A

# TEPELNÁ STABILITA MÍSTNOSTI V LETNÍM OBDOBÍ (odezva místnosti na tepelnou zátěž)

hodinový výpočetní model podle EN ISO 52016-1

## Simulace 2018

Název úlohy : **Letní tepelná stabilita - bez opatření**

Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel

Zakázka :

Datum : 20.03.2021

## ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY A OBALOVÉ KONSTRUKCE :

Hodnocený den/časový úsek: 21. 8. (kvazistacionární stav)

Zeměpisná šířka a délka: 49 + 14 st.

Časové pásmo (posun vůči GMT): 1 h

Objem vzduchu v místnosti: 87.64 m<sup>3</sup>

Plocha podlahy (z vnitřních rozměrů): 30.88 m<sup>2</sup>

Přirážka na vliv tepelných vazeb: 0.02 W/(m<sup>2</sup>K)

Měrná tep. kapacita vzduchu a nábytku: 10000.0 J/(m<sup>2</sup>K)

### Okrajové podmínky výpočtu:

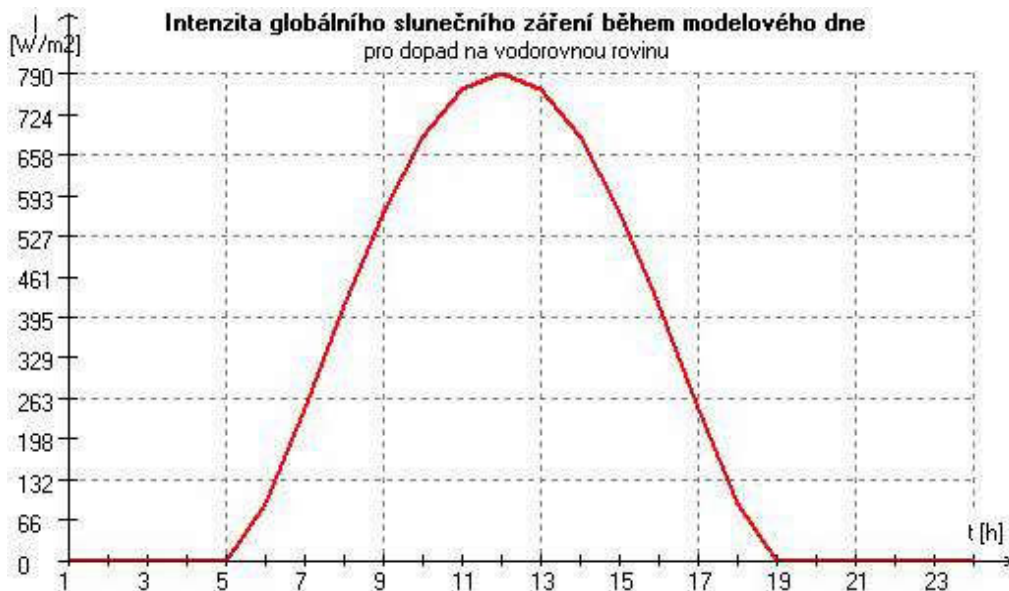
Čas [h]	Intenzita větrání [1/h]		Teplota větr. vzduchu [C]		Vnitřní zisk [W]	Chladicí výkon [W]	Venkovní teplota [C]			Glob. intenzita slun. záření na vod. rovinu [W/m <sup>2</sup> ]
	sada 1	sada 2	sada 1	sada 2			sada 1	sada 2	sada 3	
1	0.9	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
2	0.9	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
3	0.9	0.0	16.0	16.0	0	0	16.0	16.0	16.0	0
4	0.9	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
5	0.9	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
6	0.9	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	92
7	0.9	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	248
8	0.9	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	415
9	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	567
10	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	687
11	0.5	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	764
12	0.5	0.0	27.9	27.9	0	0	27.9	27.9	27.9	790
13	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	764
14	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	687
15	0.5	0.0	30.0	30.0	0	0	30.0	30.0	30.0	567
16	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	415
17	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	248
18	0.9	0.0	28.0	28.0	0	0	28.0	28.0	28.0	92
19	0.9	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	0
20	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	0
21	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	0
22	0.9	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	0
23	0.9	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	0
24	0.9	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	0

Vysvětlivky:

Zadané sady teplot přiváděného větracího vzduchu se použijí pro odpovídající sady intenzit větrání.

Využití zadaných sad venkovní teploty pro zatížení jednotlivých konstrukcí je uvedeno u popisu konstrukcí.





### Zadané neprůsvitné konstrukce:

**Konstrukce číslo 1** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna západ**  
 Plocha konstrukce: 20.85 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.12 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: západ  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	CLT panel	0.1240	0.130	1600.0	490.0
2	DVD Steico Flex	0.2200	0.040	2100.0	50.0
3	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
4	Guttafol DO 135 S	0.0001	0.350	1450.0	800.0
5	Větraná mezera	0.0300	0.318	1160.0	43.1
6	Dřevěný obklad	0.0200	0.220	2510.0	650.0

**Konstrukce číslo 2** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna sever**  
 Plocha konstrukce: 10.46 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.12 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: sever  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	CLT panel	0.1240	0.130	1600.0	490.0
2	DVD Steico Flex	0.2200	0.040	2100.0	50.0
3	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
4	Guttafol DO 135 S	0.0001	0.350	1450.0	800.0
5	Větraná mezera	0.0300	0.318	1160.0	43.1
6	Dřevěný obklad	0.0200	0.220	2510.0	650.0

**Konstrukce číslo 3** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna jih**  
 Plocha konstrukce: 14.00 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 0.12 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: jih  
 Pohltivost slun. záření: 0.35 Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	CLT panel	0.1240	0.130	1600.0	490.0
2	DVD Steico Flex	0.2200	0.040	2100.0	50.0
3	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
4	Guttafol DO 135 S	0.0001	0.350	1450.0	800.0
5	Větraná mezera	0.0300	0.318	1160.0	43.1
6	Dřevěný obklad	0.0200	0.220	2510.0	650.0

**Konstrukce číslo 4** ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna vnitřní - CLT panel**  
 Plocha konstrukce: 9.58 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 1.10 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	CLT panel	0.0840	0.130	1600.0	490.0

**Konstrukce číslo 5** ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce: **Podlaha**  
 Plocha konstrukce: 30.88 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 0.42 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.17 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.17 m<sup>2</sup>K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Laminátová podlaha	0.0070	0.170	1400.0	1200.0
2	Lepidlo	0.0030	0.570	1200.0	1550.0
3	Mirelon PE	0.0050	0.041	1000.0	35.0
4	Sádrovláknitá deska	0.0200	0.320	1100.0	1150.0
5	Systémová deska	0.0300	0.040	2100.0	160.0
6	Betonové dlaždice	0.0370	1.360	1020.0	2162.0
7	DVD Steico Isorel	0.0080	0.070	2100.0	230.0
8	NOVATOP Element	0.0270	0.130	1600.0	490.0
9	Vzduchová dutina	0.1530	0.630	1069.0	50.1
10	NOVATOP Element	0.0600	0.130	1600.0	490.0

**Konstrukce číslo 6** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Střecha**  
 Plocha konstrukce: 39.10 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 0.12 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.10 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: horizont  
 Pohltivost slun. záření: 0.38 Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěné bednění	0.0150	0.180	2510.0	450.0

2	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
3	Isover Uni	0.1600	0.040	800.0	40.0
4	Isover Uni	0.1600	0.040	800.0	40.0
5	Tyvek Soft	0.0002	0.350	1470.0	330.0
6	Větraná mezera	0.1000	0.983	1385.0	113.4
7	Plechová krytina	0.0005	50.000	870.0	7850.0

#### Konstrukce číslo 7 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna vnitřní - ŽLB stěna**

Plocha konstrukce: 5.90 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 2.47 W/(m<sup>2</sup>K)

Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m<sup>2</sup>K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Železobetonová stěna	0.2000	1.740	1020.0	2500.0
2	VPS omítka	0.0150	0.490	1000.0	1200.0

#### Zadané vnější průsvitné konstrukce:

##### Konstrukce číslo 1

Označení konstrukce: **Okno jih**

Plocha konstrukce: 9.00 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 0.60 W/(m<sup>2</sup>K)

Šířka konstrukce: 3.75 m Výška konstrukce: 2.40 m

Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m<sup>2</sup>K/W

Orientace konstrukce: jih

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

Propustnost slun. záření pro kolmý dopad paprsků na zasklení v okně g: 0.540

Vliv úhlu dopadu paprsků na zasklení se zohledňuje detailním výpočtem pro:  
- 3 skla s pokovením neznámého typu

Korekční činitel zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna): 0.87

Činitel stínění se stanovuje výpočtem.

Hloubka pravé boční stěny (při pohledu zvenku na konstrukci): 3.89 m

Vodorovná vzdálenost boční stěny od přilehlého okraje konstrukce: 1.74 m

## VÝSLEDKY VÝPOČTU ODEZVY MÍSTNOSTI NA TEPELNOU ZÁTĚŽ:

Metodika výpočtu: hodinový výp. model podle EN ISO 52016-1

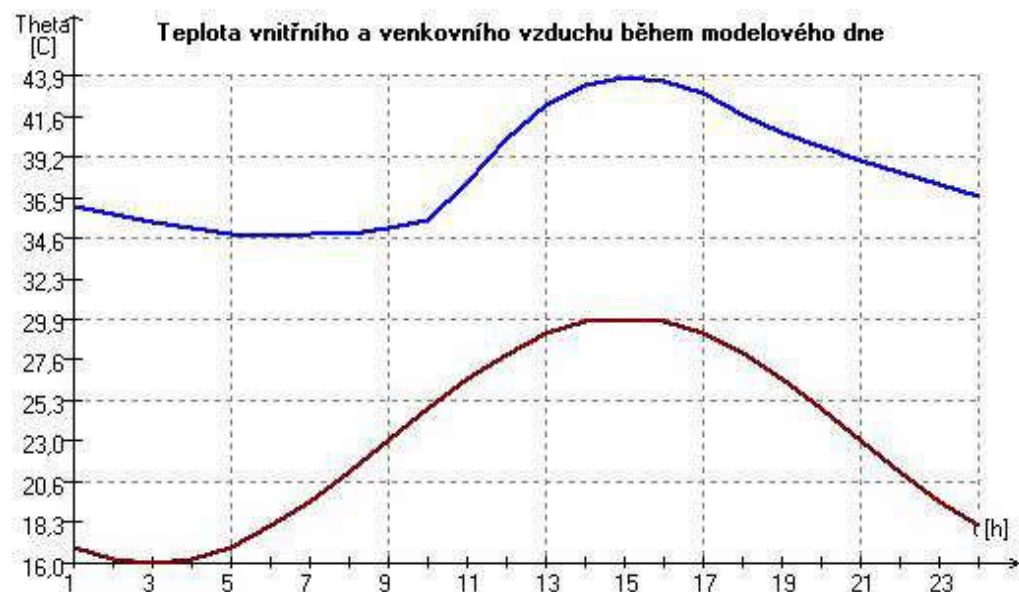
#### Výsledné vnitřní teploty a přímý solární zisk:

Čas [h]	Přímý solární zisk okny [W]	Teplota vnitřního vzduchu [C]	Teplota střední radiační [C]	Teplota výsledná operativní [C]
1	0.0	36.46	37.95	37.20
2	0.0	35.94	37.48	36.71
3	0.0	35.50	37.05	36.28
4	0.0	35.13	36.67	35.90
5	0.0	34.84	36.33	35.59
6	43.4	34.69	36.10	35.40
7	231.6	34.79	36.10	35.45
8	185.0	34.87	36.05	35.46
9	354.0	35.17	36.23	35.70
10	477.1	35.59	36.51	36.05
11	1921.5	37.79	38.35	38.07
12	2805.9	40.30	40.63	40.47
13	2721.5	42.20	42.35	42.27

14	2361.0	43.40	43.47	43.44
15	1747.7	43.84	43.89	43.86
16	1047.1	43.57	43.68	43.63
17	461.5	42.86	43.06	42.96
18	173.3	41.64	42.24	41.94
19	0.0	40.63	41.42	41.03
20	0.0	39.79	40.74	40.26
21	0.0	39.03	40.12	39.58
22	0.0	38.33	39.54	38.93
23	0.0	37.66	38.98	38.32
24	0.0	37.04	38.46	37.75

Minimální hodnota: 34.69 36.05 35.40  
Průměrná hodnota: 38.38 39.31 38.84

**Maximální hodnota: 43.84 43.89 43.86**



## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název úlohy:** Letní tepelná stabilita - bez opatření

Podrobný popis obal. konstrukcí hodnocené místnosti je uveden na výpisu z programu Simulace 2018.

### Požadavek na nejvyšší denní teplotu vzduchu v letním období (čl. 8.2 ČSN 730540-2)

Požadavek:  $T_{ai,max,N} = 27,00$  C

Vypočtená hodnota:  $T_{ai,max} = 43,84$  C

**$T_{ai,max} > T_{ai,max,N}$  ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.**

Poznámka: Vyhodnocení požadavku ČSN 730540-2 má smysl pouze tehdy, pokud byly ve výpočtu použity okrajové podmínky podle ČSN 730540-3.

# TEPELNÁ STABILITA MÍSTNOSTI V LETNÍM OBDOBÍ (odezva místnosti na tepelnou zátěž)

hodinový výpočetní model podle EN ISO 52016-1

## Simulace 2018

Název úlohy : **Letní tepelná stabilita - opatření A**

Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel

Zakázka :

Datum : 20.03.2021

## ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY A OBALOVÉ KONSTRUKCE :

Hodnocený den/časový úsek: 21. 8. (kvazistacionární stav)  
Zeměpisná šířka a délka: 49 + 14 st.  
Časové pásmo (posun vůči GMT): 1 h  
Objem vzduchu v místnosti: 87.64 m<sup>3</sup>  
Plocha podlahy (z vnitřních rozměrů): 30.88 m<sup>2</sup>  
Přirážka na vliv tepelných vazeb: 0.02 W/(m<sup>2</sup>K)  
Měrná tep. kapacita vzduchu a nábytku: 10000.0 J/(m<sup>2</sup>K)

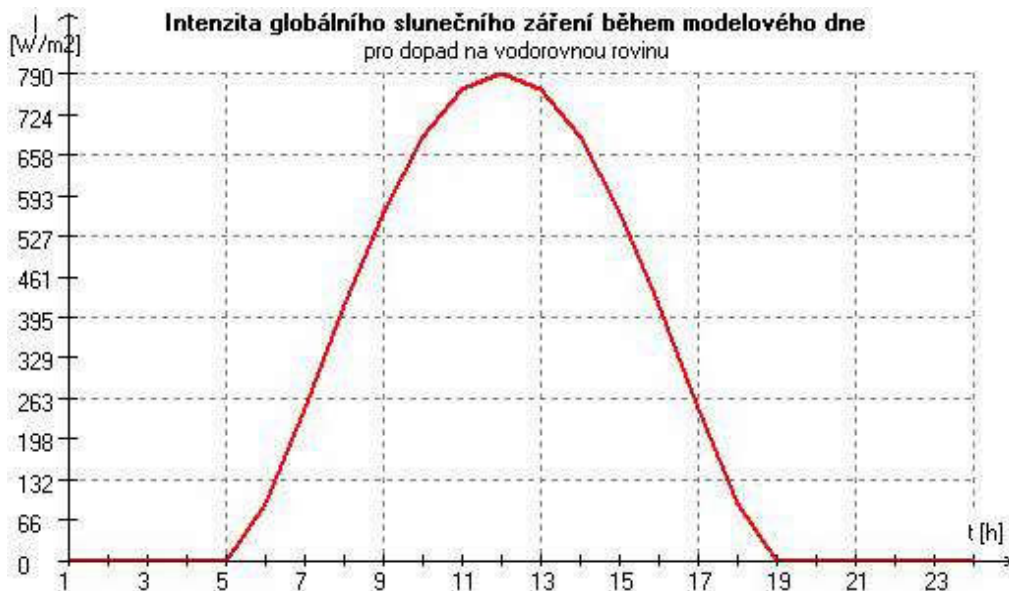
### Okrajové podmínky výpočtu:

Čas [h]	Intenzita větrání [1/h]		Teplota větr. vzduchu [C]		Vnitřní zisk [W]	Chladicí výkon [W]	Venkovní teplota [C]			Glob. intenzita slun. záření na vod. rovinu [W/m <sup>2</sup> ]
	sada 1	sada 2	sada 1	sada 2			sada 1	sada 2	sada 3	
1	0.9	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
2	0.9	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
3	0.9	0.0	16.0	16.0	0	0	16.0	16.0	16.0	0
4	0.9	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
5	0.9	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
6	0.9	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	92
7	0.9	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	248
8	0.9	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	415
9	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	567
10	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	687
11	0.5	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	764
12	0.5	0.0	27.9	27.9	0	0	27.9	27.9	27.9	790
13	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	764
14	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	687
15	0.5	0.0	30.0	30.0	0	0	30.0	30.0	30.0	567
16	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	415
17	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	248
18	0.9	0.0	28.0	28.0	0	0	28.0	28.0	28.0	92
19	0.9	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	0
20	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	0
21	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	0
22	0.9	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	0
23	0.9	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	0
24	0.9	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	0

Vysvětlivky:

Zadané sady teplot přiváděného větracího vzduchu se použijí pro odpovídající sady intenzit větrání.

Využití zadaných sad venkovní teploty pro zatížení jednotlivých konstrukcí je uvedeno u popisu konstrukcí.



### Zadané neprůsvitné konstrukce:

**Konstrukce číslo 1** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna západ**  
 Plocha konstrukce: 20.85 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.12 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: západ  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	CLT panel	0.1240	0.130	1600.0	490.0
2	DVD Steico Flex	0.2200	0.040	2100.0	50.0
3	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
4	Guttafol DO 135 S	0.0001	0.350	1450.0	800.0
5	Větraná mezera	0.0300	0.318	1160.0	43.1
6	Dřevěný obklad	0.0200	0.220	2510.0	650.0

**Konstrukce číslo 2** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna sever**  
 Plocha konstrukce: 10.46 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.12 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: sever  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	CLT panel	0.1240	0.130	1600.0	490.0
2	DVD Steico Flex	0.2200	0.040	2100.0	50.0
3	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
4	Guttafol DO 135 S	0.0001	0.350	1450.0	800.0
5	Větraná mezera	0.0300	0.318	1160.0	43.1
6	Dřevěný obklad	0.0200	0.220	2510.0	650.0

**Konstrukce číslo 3** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna jih**  
 Plocha konstrukce: 14.00 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 0.12 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: jih  
 Pohltivost slun. záření: 0.35 Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	CLT panel	0.1240	0.130	1600.0	490.0
2	DVD Steico Flex	0.2200	0.040	2100.0	50.0
3	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
4	Guttafol DO 135 S	0.0001	0.350	1450.0	800.0
5	Větraná mezera	0.0300	0.318	1160.0	43.1
6	Dřevěný obklad	0.0200	0.220	2510.0	650.0

**Konstrukce číslo 4** ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna vnitřní - CLT panel**  
 Plocha konstrukce: 9.58 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 1.10 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	CLT panel	0.0840	0.130	1600.0	490.0

**Konstrukce číslo 5** ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce: **Podlaha**  
 Plocha konstrukce: 30.88 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 0.42 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.17 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.17 m<sup>2</sup>K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Laminátová podlaha	0.0070	0.170	1400.0	1200.0
2	Lepidlo	0.0030	0.570	1200.0	1550.0
3	Mirelon PE	0.0050	0.041	1000.0	35.0
4	Sádrovláknitá deska	0.0200	0.320	1100.0	1150.0
5	Systémová deska	0.0300	0.040	2100.0	160.0
6	Betonové dlaždice	0.0370	1.360	1020.0	2162.0
7	DVD Steico Isorel	0.0080	0.070	2100.0	230.0
8	NOVATOP Element	0.0270	0.130	1600.0	490.0
9	Vzduchová dutina	0.1530	0.630	1069.0	50.1
10	NOVATOP Element	0.0600	0.130	1600.0	490.0

**Konstrukce číslo 6** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Střecha**  
 Plocha konstrukce: 39.10 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 0.12 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.10 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: horizont  
 Pohltivost slun. záření: 0.38 Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěné bednění	0.0150	0.180	2510.0	450.0



2	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
3	Isover Uni	0.1600	0.040	800.0	40.0
4	Isover Uni	0.1600	0.040	800.0	40.0
5	Tyvek Soft	0.0002	0.350	1470.0	330.0
6	Větraná mezera	0.1000	0.983	1385.0	113.4
7	Plechová krytina	0.0005	50.000	870.0	7850.0

### Konstrukce číslo 7 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna vnitřní - ŽLB stěna**

Plocha konstrukce: 5.90 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 2.47 W/(m<sup>2</sup>K)

Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m<sup>2</sup>K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Železobetonová stěna	0.2000	1.740	1020.0	2500.0
2	VPS omítka	0.0150	0.490	1000.0	1200.0

### Zadané vnější průsvitné konstrukce:

#### Konstrukce číslo 1

Označení konstrukce: **Okno jih**

Plocha konstrukce: 9.00 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 0.60 W/(m<sup>2</sup>K)

Šířka konstrukce: 3.75 m Výška konstrukce: 2.40 m

Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m<sup>2</sup>K/W

Orientace konstrukce: jih

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

Propustnost slun. záření pro kolmý dopad paprsků na zasklení v okně g: 0.540

Vliv úhlu dopadu paprsků na zasklení se zohledňuje detailním výpočtem pro:

- 3 skla s pokovením neznámého typu

Korekční činitel zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna): 0.87

Okno je stíněno pohyblivým stínícím zařízením až do maximálně: 100.00 % plochy.

Korekční činitel clonění pohyblivým stínícím zařízením (žaluzie, rolety): 0.13

Ovládání žaluzií/rolet: elektrické s manuální kontrolou (stažené dolů při I > 300 W/m<sup>2</sup>)

Činitel stínění se stanovuje výpočtem.

Hloubka právě boční stěny (při pohledu zvenku na konstrukci): 3.89 m

Vodorovná vzdálenost boční stěny od přilehlého okraje konstrukce: 1.74 m

## VÝSLEDKY VÝPOČTU ODEZVY MÍSTNOSTI NA TEPELNOU ZÁTĚŽ:

Metodika výpočtu: hodinový výp. model podle EN ISO 52016-1

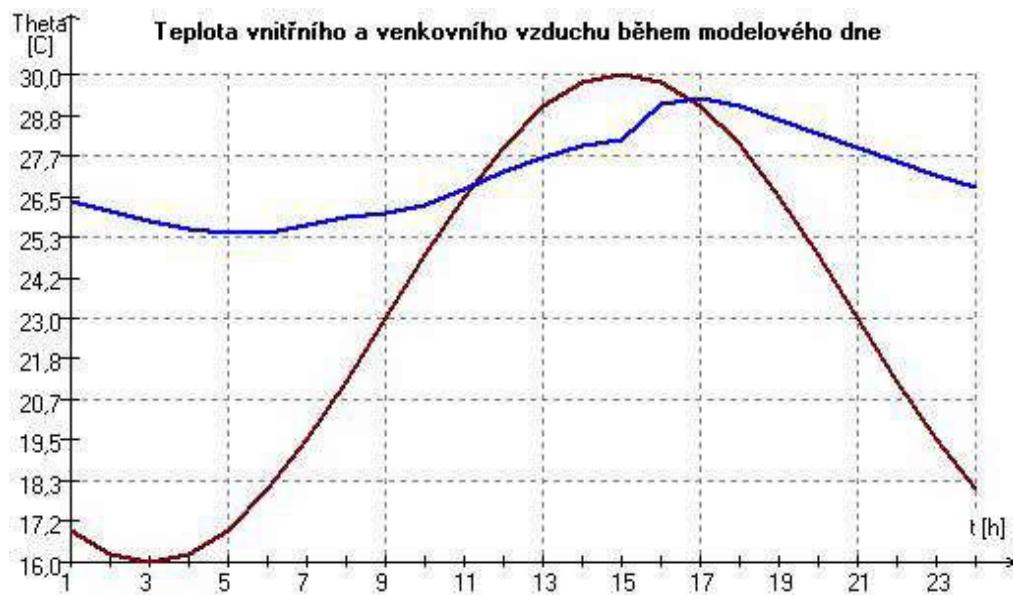
### Výsledné vnitřní teploty a přímý solární zisk:

Čas [h]	Přímý solární zisk okny [W]	Teplota vnitřního vzduchu [C]	Teplota střední radiační [C]	Teplota výsledná operativní [C]
1	0.0	26.38	27.05	26.71
2	0.0	26.06	26.79	26.42
3	0.0	25.80	26.55	26.18
4	0.0	25.60	26.34	25.97
5	0.0	25.47	26.18	25.82
6	43.4	25.46	26.10	25.78
7	231.6	25.71	26.25	25.98
8	185.0	25.92	26.35	26.13
9	46.0	26.04	26.34	26.19

10	62.0	26.25	26.43	26.34
11	249.8	26.70	26.77	26.73
12	364.8	27.20	27.18	27.19
13	353.8	27.64	27.53	27.58
14	306.9	27.96	27.81	27.88
15	227.2	28.16	27.98	28.07
16	1047.1	29.18	28.99	29.09
17	461.5	29.32	29.11	29.21
18	173.3	29.09	28.96	29.02
19	0.0	28.69	28.67	28.68
20	0.0	28.30	28.42	28.36
21	0.0	27.92	28.16	28.04
22	0.0	27.52	27.89	27.71
23	0.0	27.13	27.62	27.37
24	0.0	26.75	27.34	27.04

Minimální hodnota: 25.46 26.10 25.78  
Průměrná hodnota: 27.09 27.37 27.23

**Maximální hodnota: 29.32 29.11 29.21**



## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název úlohy:** Letní tepelná stabilita - opatření A

Podrobný popis obal. konstrukcí hodnocené místnosti je uveden na výpisu z programu Simulace 2018.

### Požadavek na nejvyšší denní teplotu vzduchu v letním období (čl. 8.2 ČSN 730540-2)

Požadavek:  $T_{ai,max,N} = 27,00$  C

Vypočtená hodnota:  $T_{ai,max} = 29,32$  C

**$T_{ai,max} > T_{ai,max,N}$  ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.**

Poznámka: Vyhodnocení požadavku ČSN 730540-2 má smysl pouze tehdy, pokud byly ve výpočtu použity okrajové podmínky podle ČSN 730540-3.

# TEPELNÁ STABILITA MÍSTNOSTI V LETNÍM OBDOBÍ (odezva místnosti na tepelnou zátěž)

hodinový výpočetní model podle EN ISO 52016-1

## Simulace 2018

Název úlohy : **Letní tepelná stabilita - opatření B**

Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel

Zakázka :

Datum : 20.03.2021

## ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY A OBALOVÉ KONSTRUKCE :

Hodnocený den/časový úsek: 21. 8. (kvazistacionární stav)  
Zeměpisná šířka a délka: 49 + 14 st.  
Časové pásmo (posun vůči GMT): 1 h  
Objem vzduchu v místnosti: 87.64 m<sup>3</sup>  
Plocha podlahy (z vnitřních rozměrů): 30.88 m<sup>2</sup>  
Přirážka na vliv tepelných vazeb: 0.02 W/(m<sup>2</sup>K)  
Měrná tep. kapacita vzduchu a nábytku: 10000.0 J/(m<sup>2</sup>K)

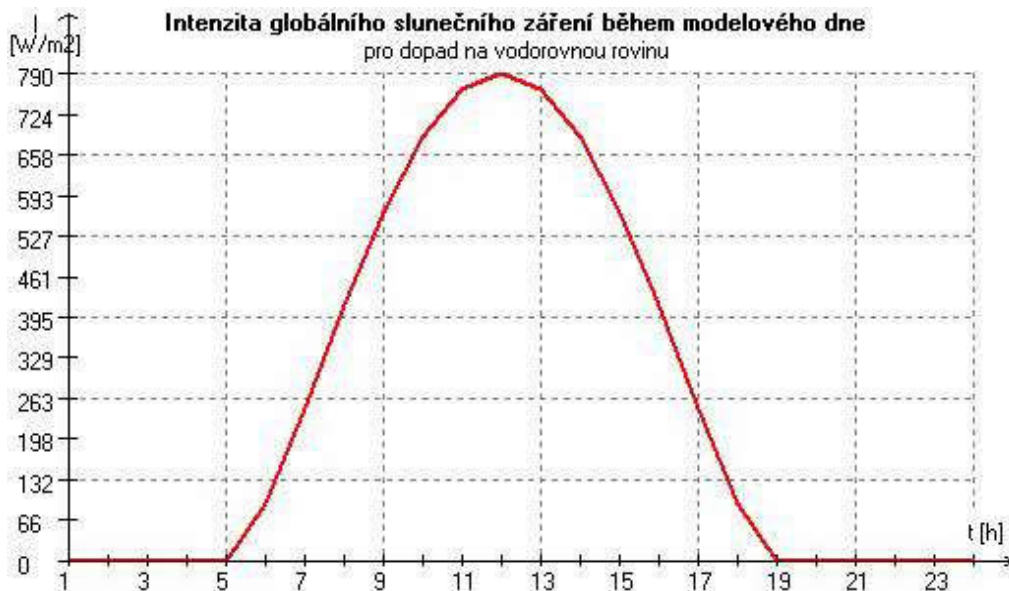
### Okrajové podmínky výpočtu:

Čas [h]	Intenzita větrání [1/h]		Teplota větr. vzduchu [C]		Vnitřní zisk [W]	Chladicí výkon [W]	Venkovní teplota [C]			Glob. intenzita slun. záření na vod. rovinu [W/m <sup>2</sup> ]
	sada 1	sada 2	sada 1	sada 2			sada 1	sada 2	sada 3	
1	3.0	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
2	3.0	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
3	3.0	0.0	16.0	16.0	0	0	16.0	16.0	16.0	0
4	3.0	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
5	3.0	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
6	3.0	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	92
7	3.0	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	248
8	0.9	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	415
9	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	567
10	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	687
11	0.5	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	764
12	0.5	0.0	27.9	27.9	0	0	27.9	27.9	27.9	790
13	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	764
14	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	687
15	0.5	0.0	30.0	30.0	0	0	30.0	30.0	30.0	567
16	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	415
17	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	248
18	0.9	0.0	28.0	28.0	0	0	28.0	28.0	28.0	92
19	0.9	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	0
20	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	0
21	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	0
22	3.0	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	0
23	3.0	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	0
24	3.0	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	0

Vysvětlivky:

Zadané sady teplot přiváděného větracího vzduchu se použijí pro odpovídající sady intenzit větrání.

Využití zadaných sad venkovní teploty pro zatížení jednotlivých konstrukcí je uvedeno u popisu konstrukcí.



### Zadané neprůsvitné konstrukce:

**Konstrukce číslo 1** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna západ**  
 Plocha konstrukce: 20.85 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.12 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: západ  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	CLT panel	0.1240	0.130	1600.0	490.0
2	DVD Steico Flex	0.2200	0.040	2100.0	50.0
3	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
4	Guttafol DO 135 S	0.0001	0.350	1450.0	800.0
5	Větraná mezera	0.0300	0.318	1160.0	43.1
6	Dřevěný obklad	0.0200	0.220	2510.0	650.0

**Konstrukce číslo 2** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna sever**  
 Plocha konstrukce: 10.46 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.12 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: sever  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	CLT panel	0.1240	0.130	1600.0	490.0
2	DVD Steico Flex	0.2200	0.040	2100.0	50.0
3	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
4	Guttafol DO 135 S	0.0001	0.350	1450.0	800.0
5	Větraná mezera	0.0300	0.318	1160.0	43.1
6	Dřevěný obklad	0.0200	0.220	2510.0	650.0

**Konstrukce číslo 3 ... vnější dvouplášťová konstrukce**

Označení konstrukce: **Stěna jih**  
 Plocha konstrukce: 14.00 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 0.12 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: jih  
 Pohltivost slun. záření: 0.35 Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	CLT panel	0.1240	0.130	1600.0	490.0
2	DVD Steico Flex	0.2200	0.040	2100.0	50.0
3	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
4	Guttafol DO 135 S	0.0001	0.350	1450.0	800.0
5	Větraná mezera	0.0300	0.318	1160.0	43.1
6	Dřevěný obklad	0.0200	0.220	2510.0	650.0

**Konstrukce číslo 4 ... vnitřní konstrukce**

Označení konstrukce: **Stěna vnitřní - CLT panel**  
 Plocha konstrukce: 9.58 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 1.10 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m<sup>2</sup>K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	CLT panel	0.0840	0.130	1600.0	490.0

**Konstrukce číslo 5 ... vnitřní konstrukce**

Označení konstrukce: **Podlaha**  
 Plocha konstrukce: 30.88 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 0.42 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu Rsi: 0.17 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu Rse: 0.17 m<sup>2</sup>K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Laminátová podlaha	0.0070	0.170	1400.0	1200.0
2	Lepidlo	0.0030	0.570	1200.0	1550.0
3	Mirelon PE	0.0050	0.041	1000.0	35.0
4	Sádrovláknitá deska	0.0200	0.320	1100.0	1150.0
5	Systémová deska	0.0300	0.040	2100.0	160.0
6	Betonové dlaždice	0.0370	1.360	1020.0	2162.0
7	DVD Steico Isorel	0.0080	0.070	2100.0	230.0
8	NOVATOP Element	0.0270	0.130	1600.0	490.0
9	Vzduchová dutina	0.1530	0.630	1069.0	50.1
10	NOVATOP Element	0.0600	0.130	1600.0	490.0

**Konstrukce číslo 6 ... vnější dvouplášťová konstrukce**

Označení konstrukce: **Střecha**  
 Plocha konstrukce: 39.10 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 0.12 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu Rsi: 0.10 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu Rse: 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: horizont  
 Pohltivost slun. záření: 0.38 Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěné bednění	0.0150	0.180	2510.0	450.0

2	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
3	Isover Uni	0.1600	0.040	800.0	40.0
4	Isover Uni	0.1600	0.040	800.0	40.0
5	Tyvek Soft	0.0002	0.350	1470.0	330.0
6	Větraná mezera	0.1000	0.983	1385.0	113.4
7	Plechová krytina	0.0005	50.000	870.0	7850.0

### Konstrukce číslo 7 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna vnitřní - ŽLB stěna**

Plocha konstrukce: 5.90 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 2.47 W/(m<sup>2</sup>K)

Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m<sup>2</sup>K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Železobetonová stěna	0.2000	1.740	1020.0	2500.0
2	VPS omítka	0.0150	0.490	1000.0	1200.0

### Zadané vnější průsvitné konstrukce:

#### Konstrukce číslo 1

Označení konstrukce: **Okno jih**

Plocha konstrukce: 9.00 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 0.60 W/(m<sup>2</sup>K)

Šířka konstrukce: 3.75 m Výška konstrukce: 2.40 m

Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m<sup>2</sup>K/W

Orientace konstrukce: jih

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

Propustnost slun. záření pro kolmý dopad paprsků na zasklení v okně g: 0.540

Vliv úhlu dopadu paprsků na zasklení se zohledňuje detailním výpočtem pro:

- 3 skla s pokovením neznámého typu

Korekční činitel zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna): 0.87

Okno je stíněno pohyblivým stínícím zařízením až do maximálně: 100.00 % plochy.

Korekční činitel clonění pohyblivým stínícím zařízením (žaluzie, rolety): 0.13

Ovládání žaluzií/rolet: elektrické s manuální kontrolou (stažené dolů při I > 300 W/m<sup>2</sup>)

Činitel stínění se stanovuje výpočtem.

Hloubka pravé boční stěny (při pohledu zvenku na konstrukci): 3.89 m

Vodorovná vzdálenost boční stěny od přilehlého okraje konstrukce: 1.74 m

## VÝSLEDKY VÝPOČTU ODEZVY MÍSTNOSTI NA TEPELNOU ZÁTĚŽ:

Metodika výpočtu: hodinový výp. model podle EN ISO 52016-1

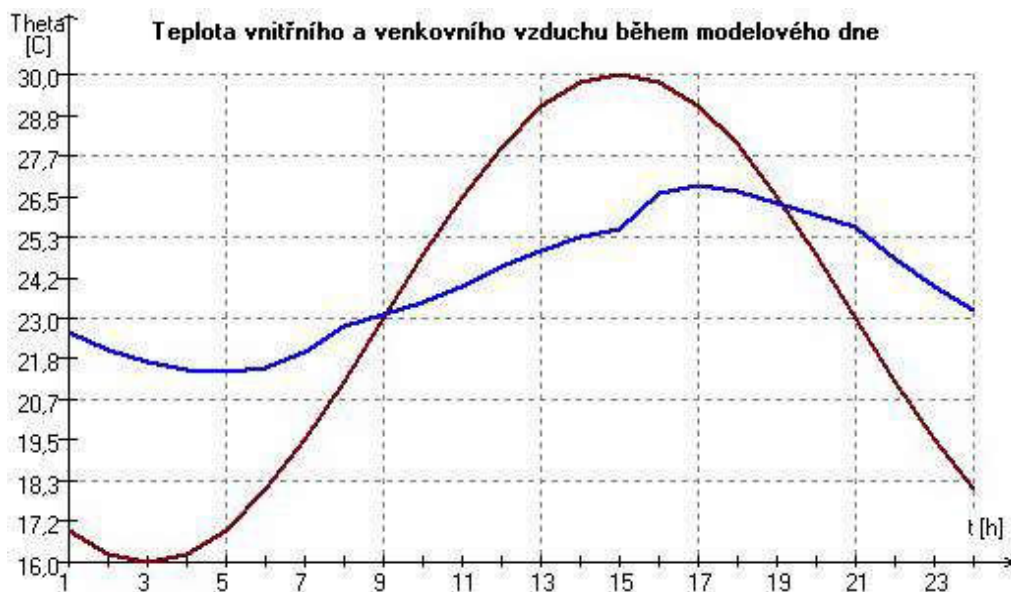
### Výsledné vnitřní teploty a přímý solární zisk:

Čas [h]	Přímý solární zisk okny [W]	Teplota vnitřního vzduchu [C]	Teplota střední radiační [C]	Teplota výsledná operativní [C]
1	0.0	22.62	23.95	23.28
2	0.0	22.10	23.53	22.82
3	0.0	21.73	23.17	22.45
4	0.0	21.50	22.88	22.19
5	0.0	21.44	22.67	22.05
6	43.4	21.60	22.61	22.11
7	231.6	22.04	22.82	22.43
8	185.0	22.77	23.09	22.93
9	46.0	23.10	23.23	23.16

10	62.0	23.44	23.44	23.44
11	249.8	23.91	23.84	23.87
12	364.8	24.47	24.31	24.39
13	353.8	24.95	24.71	24.83
14	306.9	25.32	25.04	25.18
15	227.2	25.56	25.25	25.41
16	1047.1	26.62	26.30	26.46
17	461.5	26.80	26.46	26.63
18	173.3	26.67	26.37	26.52
19	0.0	26.33	26.13	26.23
20	0.0	25.99	25.92	25.96
21	0.0	25.65	25.71	25.68
22	0.0	24.69	25.30	25.00
23	0.0	23.93	24.85	24.39
24	0.0	23.25	24.40	23.83

Minimální hodnota: 21.44 22.61 22.05  
Průměrná hodnota: 24.02 24.42 24.22

**Maximální hodnota: 26.80 26.46 26.63**





## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název úlohy:** Letní tepelná stabilita - opatření B

Podrobný popis obal. konstrukcí hodnocené místnosti je uveden na výpisu z programu Simulace 2018.

### Požadavek na nejvyšší denní teplotu vzduchu v letním období (čl. 8.2 ČSN 730540-2)

Požadavek:  $T_{ai,max,N} = 27,00$  C

Vypočtená hodnota:  $T_{ai,max} = 26,80$  C

**$T_{ai,max} < T_{ai,max,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Poznámka: Vyhodnocení požadavku ČSN 730540-2 má smysl pouze tehdy, pokud byly ve výpočtu použity okrajové podmínky podle ČSN 730540-3.

## 4 Porovnání konstrukčních systémů

## 4.1 Environmentální kritérium

## ENVIRONMENTÁLNÍ ZATÍŽENÍ SKLADBAMI KONSTRUKCÍ - STĚNOVÝ KS Z CLT PANELŮ - NOVÝ NÁVRH

## STŘEŠNÍ PLÁŠŤ VARIANTA 1

Vrstva (od exteriéru)	Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Velkoformátová plechová střešní krytina MAXIDEK	0,5	7850	3,93	48,51	3,38	0,00016	190,39	13,28	0,0006
2 Střešní latě (25 %)	40	450	4,50	3,35	0,19	0,00002	15,09	0,84	0,0001
3 Kontralatě (25 %)	60	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
4 Dplňková HI Tyvek Soft	0,2	330	0,07	78,22	2,10	0,000001	5,16	0,14	0,0000005
5 TI z minerální vlny Isover UNI	320	40	12,80	20,19	1,13	0,00006	258,46	14,50	0,0007
6 Parotésná vrstva Isover Vario XtrasSafe	0,2	364	0,07	78,22	2,10	0,000001	5,69	0,15	0,0000001
7 Bednění z obkladových dřevěných palubek P+D	15	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
8 Krokev 140/240 GL24h (o.v. 1000 mm - 14 %)	240	380	12,77	8,68	0,46	0,00004	110,81	5,82	0,0006
SUMA	676	-	47,6	-	-	-	630,9	37,3	0,002

## OBVODOVÝ PLÁŠŤ VARIANTA 1

Vrstva (od exteriéru)	Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Dřevěný fasádní obklad - sibiřský modřín	20	650	13,0	1,96	0,11	0,00001	25,47	1,42	0,0001
2 Větraná mezera - KVH latě (10 %)	30	420	1,26	1,96	0,11	0,00001	2,47	0,14	0,00001
3 Pojistná difúzní fólie Guttafol DO 135 S	0,1	800	0,08	78,22	2,10	0,000001	6,26	0,17	0,0000001
4 Dřevoláknitá deska Steico Therm	60	160	9,6	12,72	0,65	0,00006	122,14	6,24	0,0006
5 Dřevoláknitá deska Steico Flex mezi Steico nosníky	220	50	11,0	5,10	0,19	0,00003	56,05	2,04	0,0003
6 Dřevěný stěnový CLT panel Novatop	124	490	60,76	8,68	0,46	0,00004	527,34	27,71	0,003
SUMA	454	-	95,7	-	-	-	739,7	37,7	0,004

## OBVODOVÝ PLÁŠŤ - ZTUŽUJÍCÍ JÁDRO VARIANTA 1

Vrstva (od exteriéru)	Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Dřevěný fasádní obklad - sibiřský modřín	20	650	13,0	1,96	0,11	0,00001	25,47	1,42	0,0001
2 Větraná mezera - KVH latě (10 %)	30	420	1,26	1,96	0,11	0,00001	2,47	0,14	0,00001
3 Pojistná difúzní fólie Guttafol DO 135 S	0,1	800	0,08	78,22	2,10	0,000001	6,26	0,17	0,0000001
4 Dřevoláknitá deska Steico Therm	60	160	9,6	12,72	0,65	0,00006	122,14	6,24	0,0006
5 TI z minerální vlny Isover Topsisil mezi Steico nosníky	220	60	13,20	20,19	1,13	0,00006	266,538	14,957	0,0007
6 ŽLB monolitická stěna	200	2500	500,0	0,55	0,10	0,000004	275,42	52,42	0,002
7 VPS omítka	15	1200	18,0	1,54	0,08	0,00001	27,68	1,45	0,0002
SUMA	545	-	555,1	-	-	-	726,0	76,8	0,003

## OBVODOVÝ PLÁŠŤ - SUTERÉNNÍ STĚNA

Vrstva (od interiéru)	Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 VPS omítka	15	1200	18,0	1,54	0,08	0,00001	27,68	1,45	0,0002
2 ŽLB monolitická stěna	200	2500	500,0	0,55	0,10	0,000004	275,42	52,42	0,002
3 HI - asfaltový modifikovaný SBS pás	8	1200	9,60	43,47	0,66	0,00034	417,26	6,29	0,003
4 Lepidlo Weber Therm Elastik	10	1630	16,30	1,33	0,19	0,00001	21,60	3,11	0,0001
5 TI z XPS Isover Styrodur 3000 SQ	200	32	6,40	96,52	3,82	0,00009	617,70	24,45	0,0006
6 Nopová fólie Guttatabeta Drain	7	-	0,60	76,40	1,95	0,000001	45,84	1,17	0,0000004
SUMA	440	-	550,9	-	-	-	1405,5	88,9	0,01

## PODLAHA NA TERÉNU - KERAMICKÁ DLAŽBA

Vrstva (od interiéru)	Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Keramická dlažba	10	2000	20,0	14,11	0,78	0,00009	282,13	15,63	0,002
2 Lepidlo	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001	10,27	1,48	0,0001
3 Roznášecí vrstva Anhydritu	55	2100	115,50	0,55	0,10	0,000004	63,62	12,11	0,0004
5 TI a KI Rigips EPS T 5000	30	15	0,45	105,07	4,21	0,00013	47,28	1,90	0,00006
6 ŽLB základová deska	250	2500	625,0	0,55	0,10	0,000004	344,28	65,53	0,002
7 Ochranná betonová mazanina	30	2100	63,0	0,55	0,10	0,000004	34,70	6,61	0,0002
8 HI - asfaltový modifikovaný SBS pás	8	1200	9,60	43,47	0,66	0,00034	417,26	6,29	0,003
9 Podkladní beton	50	2100	105,0	0,55	0,10	0,000004	57,84	11,01	0,0004
10 TI z XPS Isover Styrodur 3000 SQ	120	32	3,84	96,52	3,82	0,00009	370,62	14,67	0,0003
11 Štěrkopísek 0/8	30	1650	49,50	0,12	0,004	0,000001	6,15	0,22	0,00002
12 Štěrkový násep 16/32	150	1650	247,50	0,12	0,004	0,000001	30,76	1,09	0,0001
SUMA	738	-	1247,1	-	-	-	1664,9	136,5	0,009

## PODLAHA NA TERÉNU - GUMOVÁ PODLAHA

Vrstva (od interiéru)	Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Gumová podlaha Puzzle Profi	8	1200	9,60	89,24	2,66	0,00064	856,66	25,49	0,006
2 Lepidlo	2	1550	3,10	1,33	0,19	0,00001	4,11	0,59	0,00003
3 Roznášecí vrstva Anhydritu	60	2100	126,0	0,55	0,10	0,000004	69,41	13,21	0,0004
4 TI a KI Rigips EPS T 5000	30	15	0,45	105,07	4,21	0,00013	47,28	1,90	0,00006
5 ŽLB základová deska	250	2500	625,0	0,55	0,10	0,000004	344,28	65,53	0,002
6 Ochranná betonová mazanina	30	2100	63,0	0,55	0,10	0,000004	34,70	6,61	0,0002
7 HI - asfaltový modifikovaný SBS pás	8	1200	9,60	43,47	0,66	0,00034	417,26	6,29	0,003
8 Podkladní beton	50	2100	105,0	0,55	0,10	0,000004	57,84	11,01	0,0004
9 TI z XPS Isover Styrodur 3000 SQ	120	32	3,84	96,52	3,82	0,00009	370,62	14,67	0,0003
10 Štěrkopísek 0/8	30	1650	49,50	0,12	0,004	0,000001	6,15	0,22	0,00002
11 Štěrkový násep 16/32	150	1650	247,50	0,12	0,004	0,000001	30,76	1,09	0,0001
SUMA	738	-	1242,6	-	-	-	2239,1	146,6	0,01

**PODLAHA V 1. NP - KERAMICKÁ DLAŽBA**

Vrstva		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Keramická dlažba	10	2000	20,0	14,11	0,78	0,00009	282,13	15,63	0,002
2	Lepidlo	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001	10,27	1,48	0,0001
3	Roznášeči vrstva Anhydritu	60	2100	126,0	0,55	0,10	0,000004	69,41	13,21	0,0004
4	TI a KI Rigips EPS T 5000	30	15	0,45	105,1	4,21	0,00013	47,28	1,90	0,00006
5	ŽLB stropní deska	200	2500	500,0	0,55	0,10	0,000004	275,42	52,42	0,002
6	Stěrková omítka	3	1500	4,50	1,54	0,08	0,00001	6,92	0,36	0,0001
SUMA		<b>308</b>	-	<b>658,7</b>	-	-	-	<b>691,4</b>	<b>85,0</b>	<b>0,004</b>

**PODLAHA V 1. NP - LAMINÁTOVÁ PODLAHA**

Vrstva		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Laminátová podlaha	7	1200	8,4	5,36	0,28	0,00002	45,02	2,35	0,0002
2	Lepidlo	3	1550	4,65	1,33	0,19	0,00001	6,16	0,89	0,00004
3	Kročejová izolace Mirelon PE	5	35	0,18	78,22	2,10	0,000001	13,69	0,37	0,000000
4	Roznášeči vrstva Anhydritu	60	2100	126,0	0,55	0,10	0,000004	69,41	13,21	0,0004
5	TI a KI Rigips EPS T 5000	30	15	0,45	105,07	4,21	0,00013	47,28	1,90	0,0001
6	ŽLB stropní deska	200	2500	500,0	0,55	0,10	0,000004	275,42	52,42	0,002
7	Stěrková omítka	3	1500	4,50	1,54	0,08	0,00001	6,92	0,36	0,0001
SUMA		<b>308</b>	-	<b>644,2</b>	-	-	-	<b>463,9</b>	<b>71,5</b>	<b>0,003</b>

**PODLAHA VE 2. NP A 3. NP - KERAMICKÁ DLAŽBA**

Vrstva		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Keramická dlažba	10	2000	20,0	14,11	0,78	0,00009	282,13	15,63	0,002
2	Lepidlo	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001	10,27	1,48	0,0001
3	HI nátěr Akryzol	0,001	1800	0,002	53,55	2,74	0,00036	0,10	0,00	0,000001
4	2x sádrovláknitá deska Fermacell (10)	20	1150	23,0	4,73	0,29	0,00004	108,72	6,74	0,0008
5	Systémová dřevovláknitá deska Ideal EKO AZ	30	160	4,80	12,72	0,65	0,00006	61,07	3,12	0,0003
6	Betonové dlaždice	37	2162	80,0	0,57	0,11	0,000004	45,99	8,78	0,0003
7	Dřevovláknitá deska Steico Isorel	8	230	1,84	12,72	0,65	0,00006	23,41	1,20	0,0001
Novatop Element - horní deska		27	490	13,23	8,68	0,46	0,00004	114,82	6,03	0,0006
8 Vzduchová dutina + vsíslé stěny panely (10%)		153	490	7,50	8,68	0,46	0,00004	65,09	3,42	0,0003
Novatop Element - spodní deska		60	490	29,40	8,68	0,46	0,00004	255,16	13,41	0,001
SUMA		<b>350</b>	-	<b>187,5</b>	-	-	-	<b>966,8</b>	<b>59,8</b>	<b>0,006</b>

**PODLAHA VE 2. NP A 3. NP - LAMINÁTOVÁ PODLAHA**

Vrstva		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Laminátová podlaha	7	1200	8,4	5,36	0,28	0,00002	45,02	2,35	0,0002
2	Lepidlo	3	1550	4,65	1,33	0,19	0,00001	6,16	0,89	0,00004
3	Kročejová izolace Mirelon PE	5	35	0,18	78,22	2,10	0,000001	13,69	0,37	0,000000
4	2x sádrovláknitá deska Fermacell (10)	20	1150	23,0	4,73	0,29	0,00004	108,72	6,74	0,0008
5	Systémová dřevovláknitá deska Ideal EKO AZ	30	160	4,80	12,72	0,65	0,00006	61,07	3,12	0,0003
6	Betonové dlaždice	37	2162	80,0	0,57	0,11	0,000004	45,99	8,78	0,0003
7	Dřevovláknitá deska Steico Isorel	8	230	1,84	12,72	0,65	0,00006	23,41	1,20	0,0001
Novatop Element - horní deska		27	490	13,23	8,68	0,46	0,00004	114,82	6,03	0,0006
8 Vzduchová dutina + vsíslé stěny panely (10%)		153	490	7,50	8,68	0,46	0,00004	65,09	3,42	0,0003
Novatop Element - spodní deska		60	490	29,40	8,68	0,46	0,00004	255,16	13,41	0,001
SUMA		<b>350</b>	-	<b>173,0</b>	-	-	-	<b>739,1</b>	<b>46,3</b>	<b>0,004</b>

**ZATEPLENÁ PODLAHA VE 2. NP - TERASA**

Vrstva (od exteriéru)		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Terasové prkno 20/95 - dřevo sibiřský modřín	20	650	13,0	1,96	0,11	0,00001	25,47	1,42	0,0001
2	Dřevěný rošt 40/60 na rektifikačních tercích (o.v. 400 mm - 18%)	Ø128	450	3,24	3,35	0,19	0,00002	10,86	0,61	0,00006
3	HI fólie z PVC Alkorplan 35179	3,5	1300	4,55	60,01	2,01	0,000003	273,03	9,14	0,00002
4	OSB deska P+D	18	600	10,80	12,51	0,48	0,00002	135,06	5,20	0,0003
5	Provětrávaná mezera - 2x latě 40/60 (25 %)	80	450	9,0	3,35	0,19	0,00002	30,17	1,69	0,0002
6	Dplňková HI Tyvek Soft	0,2	330	0,07	78,22	2,10	0,000001	5,16	0,14	0,00000005
7	TI z čedičové vlny Isover R	80	130	10,40	20,19	1,13	0,00006	210,00	11,78	0,001
8	TI - spádové klíny Isover SD	Ø60	130	7,80	20,19	1,13	0,00006	157,50	8,84	0,0004
9	TI z čedičové vlny Isover R	80	130	10,40	20,19	1,13	0,00006	210,00	11,78	0,001
Novatop Element - horní deska		27	490	13,23	8,68	0,46	0,00004	114,82	6,03	0,0006
10 Dřevovláknitá deska Steico Flex (90 %)		(140)	50	6,30	5,10	0,19	0,00003	32,10	1,17	0,0002
Vzduchová dutina + vsíslé stěny panelu (10 %)		153	490	7,50	8,68	0,46	0,00004	65,09	3,42	0,0003
Novatop Element - spodní deska		60	490	29,40	8,68	0,46	0,00004	255,16	13,41	0,001
SUMA		<b>710</b>	-	<b>125,7</b>	-	-	-	<b>1524,4</b>	<b>74,6</b>	<b>0,005</b>

**ZATEPLENÁ PODLAHA VE 2. NP - KERAMICKÁ DLAŽBA**

Vrstva		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Keramická dlažba	10	2000	20,0	14,11	0,78	0,00009	282,13	15,63	0,002
2	Lepidlo	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001	10,27	1,48	0,0001
3	HI nátěr Akryzol	0,001	1800	0,002	53,55	2,74	0,00036	0,10	0,00	0,000001
4	2x sádrovláknitá deska Fermacell (10)	20	1150	23,0	4,73	0,29	0,00004	108,72	6,74	0,0008
5	Systémová dřevovláknitá deska Ideal EKO AZ	30	160	4,80	12,72	0,65	0,00006	61,07	3,12	0,0003
6	Betonové dlaždice	37	2162	80,0	0,57	0,11	0,000004	45,99	8,78	0,0003
7	Dřevovláknitá deska Steico Isorel	8	230	1,84	12,72	0,65	0,00006	23,41	1,20	0,0001
8	Novatop Element - horní deska	27	490	13,23	8,68	0,46	0,00004	114,82	6,03	0,0006
	Dřevovláknitá deska Steico Flex (90 %)	(140)	50	6,30	5,10	0,19	0,00003	32,10	1,17	0,0002
	Vzduchová dutina + svislé stěny panelu (10 %)	153	490	7,50	8,68	0,46	0,00004	65,09	3,42	0,0003
	Novatop Element - spodní deska	60	490	29,40	8,68	0,46	0,00004	255,16	13,41	0,001
SUMA		<b>350</b>	-	<b>193,8</b>	-	-	-	<b>998,9</b>	<b>61,0</b>	<b>0,006</b>

**ZATEPLENÁ PODLAHA VE 3. NP - LAMINÁTOVÁ PODLAHA**

Vrstva		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Laminátová podlaha	7	1200	8,4	5,36	0,28	0,00002	45,02	2,35	0,0002
2	Lepidlo	3	1550	4,65	1,33	0,19	0,00001	6,16	0,89	0,00004
3	Kročejeová izolace Mirelon PE	5	35	0,18	78,22	2,10	0,000001	13,69	0,37	0,000000
4	2x sádrovláknitá deska Fermacell (10)	20	1150	23,0	4,73	0,29	0,00004	108,72	6,74	0,0008
5	Systémová dřevovláknitá deska Ideal EKO AZ	30	160	4,80	12,72	0,65	0,00006	61,07	3,12	0,0003
6	Betonové dlaždice	37	2162	80,0	0,57	0,11	0,000004	45,99	8,78	0,0003
7	Dřevovláknitá deska Steico Isorel	8	230	1,84	12,72	0,65	0,00006	23,41	1,20	0,0001
8	Novatop Element - horní deska	27	490	13,23	8,68	0,46	0,00004	114,82	6,03	0,0006
	Dřevovláknitá deska Steico Flex (90 %)	(140)	50	6,3	5,10	0,19	0,00003	32,10	1,17	0,0002
	Vzduchová dutina + svislé stěny panelu (10 %)	153	490	7,5	8,68	0,46	0,00004	65,09	3,42	0,0003
	Novatop Element - spodní deska	60	490	29,4	8,68	0,46	0,00004	255,16	13,41	0,001
SUMA		<b>350</b>	-	<b>179,3</b>	-	-	-	<b>771,2</b>	<b>47,5</b>	<b>0,004</b>

**VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA - NADZEMNÍ PODLAŽÍ VARIANTA 1**

Vrstva		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Sádrovláknitá deska Fermacell	15	1150	17,25	4,73	0,29	0,00004	81,54	5,05	0,0006
2	Dřevěný stěnový CLT panel Novatop	124	490	60,76	8,68	0,46	0,00004	527,34	27,71	0,003
3	Sádrovláknitá deska Fermacell	15	1150	17,25	4,73	0,29	0,00004	81,54	5,05	0,0006
SUMA		<b>154</b>	-	<b>95,3</b>	-	-	-	<b>690,4</b>	<b>37,8</b>	<b>0,004</b>

**VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA - NADZEMNÍ PODLAŽÍ VARIANTA 2**

Vrstva		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Keramická dlažba	10	2000	20,0	14,11	0,78	0,00009	282,13	15,63	0,002
2	Lepidlo	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001	10,27	1,48	0,00006
3	HI nátěr Akryzol	0,001	1800	0,002	53,55	2,74	0,00036	0,10	0,00	0,000001
4	Dřevěný stěnový CLT panel Novatop	124	490	60,76	8,68	0,46	0,00004	527,34	27,71	0,003
5	Sádrovláknitá deska Fermacell	15	1150	17,25	4,73	0,29	0,00004	81,54	5,05	0,0006
SUMA		<b>154</b>	-	<b>105,8</b>	-	-	-	<b>901,4</b>	<b>49,9</b>	<b>0,005</b>

**VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA - NADZEMNÍ PODLAŽÍ VARIANTA 3**

Vrstva		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Dřevěný stěnový CLT panel Novatop	124	490	60,76	8,68	0,46	0,00004	527,34	27,71	0,003
2	Sádrovláknitá deska Fermacell	15	1150	17,25	4,73	0,29	0,00004	81,54	5,05	0,0006
SUMA		<b>139</b>	-	<b>78,0</b>	-	-	-	<b>608,9</b>	<b>32,8</b>	<b>0,003</b>

**VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA - PODZEMNÍ PODLAŽÍ + ZTUŽUJÍCÍ JÁDRO VARIANTA 1**

Vrstva		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	VPS omítka	15	1300	19,5	1,54	0,08	0,00001	29,99	1,57	0,0002
2	ŽLB monolitická stěna	200	2500	500,0	0,55	0,10	0,000004	275,42	52,42	0,002
3	VPS omítka	15	1300	19,5	1,54	0,08	0,00001	29,99	1,57	0,0002
SUMA		<b>230</b>	-	<b>539</b>	-	-	-	<b>335,4</b>	<b>55,6</b>	<b>0,002</b>

**VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA - PODZEMNÍ PODLAŽÍ + ZTUŽUJÍCÍ JÁDRO VARIANTA 2**

Vrstva		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Keramický obklad	10	2000	20,0	14,11	0,78	0,00009	282,13	15,63	0,002
2	Lepidlo	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001	10,27	1,48	0,0001
3	ŽLB monolitická stěna	200	2500	500,0	0,55	0,10	0,000004	275,42	52,42	0,002
4	VPS omítka	15	1300	19,5	1,54	0,08	0,00001	29,99	1,57	0,0002
SUMA		<b>230</b>	-	<b>547,3</b>	-	-	-	<b>597,8</b>	<b>71,1</b>	<b>0,00</b>

## VNITRNI DĚLÍCI STĚNA - NADZEMNÍ PODLAŽÍ VARIANTA 1

Vrstva		TI.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Keramická dlažba	10	2000	20,0	14,11	0,78	0,00009	282,13	15,63	0,002
2	Lepidlo	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001			
3	HI nátěr Akryzol	0,001	1800	0,002	53,55	2,74	0,00036	0,10	0,00	0,000001
4	Dřevěný stěnový CLT panel Novatop	84	490	41,16	8,68	0,46	0,00004	357,23	18,77	0,002
SUMA		99	-	68,9	-	-	-	639,5	34,4	0,004

## VNITRNI DĚLÍCI STĚNA - NADZEMNÍ PODLAŽÍ VARIANTA 2

Vrstva		TI.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Keramický obklad	10	2000	20,0	14,11	0,78	0,00009	282,13	15,63	0,002
2	Lepidlo	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001	10,27	1,48	0,0001
3	HI nátěr Akryzol	0,001	1800	0,002	53,55	2,74	0,00036	0,10	0,00	0,000001
4	Dřevěný stěnový CLT panel Novatop	84	490	41,16	8,68	0,46	0,00004	357,23	18,77	0,002
5	HI nátěr Akryzol	0,001	1800	0,002	53,55	2,74	0,00036	0,10	0,00	0,000001
6	Lepidlo	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001	10,27	1,48	0,0001
7	Keramický obklad	10	2000	20,0	14,11	0,78	0,00009	282,13	15,63	0,002
SUMA		114	-	96,7	-	-	-	942,2	53,0	0,01

## VNITRNI DĚLÍCI STĚNA - NADZEMNÍ PODLAŽÍ VARIANTA 3

Vrstva		TI.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Dřevěný stěnový CLT panel Novatop	84	490	41,16	8,68	0,46	0,00004	357,23	18,77	0,002
SUMA		84	-	41,2	-	-	-	357,2	18,8	0,002

## VNITRNI DĚLÍCI STĚNA - PODZEMNÍ PODLAŽÍ

Vrstva		TI.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Keramická dlažba	10	2000	20,0	14,11	0,78	0,00009	282,13	15,63	0,002
2	Lepidlo	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001			
3	ŽLB monolitická stěna	150	2500	375,0	0,55	0,10	0,000004	206,57	39,32	0,001326
4	VPS omítka	15	1300	19,5	1,54	0,08	0,00001	29,99	1,57	0,000
SUMA		180	-	422,3	-	-	-	518,7	56,5	0,003

## DŘEVĚNÝ SLOUP

Vrstva		TI.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Dřevěný sloup 200/200 GL24h	200	380	76,0	8,68	0,46	0,00004	659,61	34,63	0,003
SUMA		200	-	76,0	-	-	-	659,6	34,6	0,003

## DŘEVĚNÁ VZPĚRA

Vrstva		TI.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Dřevěná vzpěra 200/200 GL24h	200	380	76,00	8,68	0,46	0,00004	659,61	34,63	0,003
SUMA		200	-	76,0	-	-	-	659,6	34,6	0,003

## DŘEVĚNÁ VAZNICE

Vrstva		TI.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Dřevěná vaznice 200/240 GL24h	200	380	76,0	8,68	0,46	0,00004	659,61	34,63	0,003
SUMA		200	-	76,0	-	-	-	659,6	34,6	0,003

## DŘEVĚNÁ KLEŠTINA

Vrstva		TI.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Dřevěná kleština 80/160 GL24h	80	380	30,40	8,68	0,46	0,00004	263,84	13,85	0,001
SUMA		80	-	30,4	-	-	-	263,8	13,9	0,001

**ENVIRONMENTÁLNÍ ZATÍŽENÍ SKLADBAMI KONSTRUKCÍ - DŘEVĚNÝ KS Z TĚŽKÉHO SKELETU - PŮVODNÍ NÁVRH**
**STŘEŠNÍ PLÁŠŤ**

Vrstva (od exteriéru)	Tl. (mm)	Obj. hm. (kg/m <sup>3</sup> )	Pl. hm. (kg/m <sup>2</sup> )	PEI (MJ/kg)	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	ODP (g R-11 ekv./kg)	PEI (MJ/m <sup>2</sup> )	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	ODP (g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Velkoformátová plechová střešní krytina MAXIDEK	0,5	7850	3,93	48,51	3,38	0,00016	190,39	13,28	0,0006
2 Střešní latě (25 %)	40	450	4,50	3,35	0,19	0,00002	15,09	0,84	0,0001
3 Kontralatě (25 %)	60	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
4 Dplňková HI Tyvek Soft	0,2	330	0,07	78,22	2,10	0,000001	5,16	0,14	0,0000005
5 TI z minerální vlny Isover UNI	280	40	11,20	20,19	1,13	0,00006	226,15	12,69	0,0006
6 Parotésná vrstva Isover Vario Xtrasafe	0,2	364	0,07	78,22	2,10	0,000001	5,69	0,15	0,0000001
7 Bednění z obkladových dřevěných palubek P+D	15	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
8 Krokev 140/240 GL24h (o.v. 1000 mm - 14 %)	240	380	12,77	8,68	0,46	0,00004	110,81	5,82	0,0006
SUMA	<b>636</b>	-	<b>46,0</b>	-	-	-	<b>598,6</b>	<b>35,4</b>	<b>0,002</b>

**OBVODOVÝ PLÁŠŤ VARIANTA 1**

Vrstva (od exteriéru)	Tl. (mm)	Obj. hm. (kg/m <sup>3</sup> )	Pl. hm. (kg/m <sup>2</sup> )	PEI (MJ/kg)	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	ODP (g R-11 ekv./kg)	PEI (MJ/m <sup>2</sup> )	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	ODP (g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Dřevěný fasádní obklad - sibiřský modřín	20	650	13,0	1,96	0,11	0,00001	25,47	1,42	0,0001
2 Větraná mezera - KVH latě (10 %)	40	420	1,68	1,96	0,11	0,00001	3,29	0,18	0,00002
3 Dřevoláknitá deska Steico Therm	60	160	9,6	12,72	0,65	0,00006	122,14	6,24	0,0006
4 TI z minerální vlny Isover UNI (85 %)	140	40	4,76	20,19	1,13	0,00006	96,12	5,39	0,0003
Sloupková konstrukce z dřevěných hranolů 140/80 (15 %)	450	9,45	3,35	0,19	0,00002	31,68	1,77	0,0002	
5 OSB deska P+D	15	600	9,00	12,51	0,48	0,00002	112,55	4,33	0,0002
6 Parotésná vrstva Isover Vario Xtrasafe	0,2	364	0,07	78,22	2,10	0,000001	5,69	0,15	0,0000001
7 Instalační předstěna - dřevoláknitá deska Steico Flex (90 %)	60	50	2,70	5,10	0,19	0,00003	13,76	0,50	0,0001
Rošt - KVH latě (10 %)	420	2,52	1,96	0,11	0,00001	4,94	0,27	0,00003	
8 Vnitřní obklad z dřevěných palubek P+D	15	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
SUMA	<b>350</b>	-	<b>59,5</b>	-	-	-	<b>438,3</b>	<b>21,5</b>	<b>0,002</b>

**OBVODOVÝ PLÁŠŤ VARIANTA 2**

Vrstva (od exteriéru)	Tl. (mm)	Obj. hm. (kg/m <sup>3</sup> )	Pl. hm. (kg/m <sup>2</sup> )	PEI (MJ/kg)	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	ODP (g R-11 ekv./kg)	PEI (MJ/m <sup>2</sup> )	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	ODP (g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Falcovaná fasáda z TiZn plechu	0,5	7850	3,93	48,51	3,38	0,00016	190,39	13,28	0,0006
2 Záklop z dřevěných prken	24	450	10,80	3,35	0,19	0,00002	36,21	2,02	0,0002
3 Větraná mezera - KVH latě (10 %)	40	420	1,68	1,96	0,11	0,00001	3,29	0,18	0,00002
4 Dřevoláknitá deska Steico Therm	60	160	9,6	12,72	0,65	0,00006	122,14	6,24	0,0006
5 TI z minerální vlny Isover UNI (85 %)	140	40	4,76	20,19	1,13	0,00006	96,12	5,39	0,0003
Sloupková konstrukce z dřevěných hranolů 140/80 (15 %)	450	9,45	3,35	0,19	0,00002	31,68	1,77	0,0002	
6 OSB deska P+D	15	600	9,00	12,51	0,48	0,00002	112,55	4,33	0,0002
7 Parotésná vrstva Isover Vario Xtrasafe	0,2	364	0,07	78,22	2,10	0,000001	5,69	0,15	0,0000001
8 Instalační předstěna - dřevoláknitá deska Steico Flex (90 %)	60	50	2,70	5,10	0,19	0,00003	13,76	0,50	0,0001
Rošt - KVH latě (10 %)	420	2,52	1,96	0,11	0,00001	4,94	0,27	0,00003	
9 Vnitřní obklad z dřevěných palubek P+D	15	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
SUMA	<b>355</b>	-	<b>61,3</b>	-	-	-	<b>639,4</b>	<b>35,4</b>	<b>0,002</b>

**OBVODOVÝ PLÁŠŤ - ZTUŽUJÍCÍ JÁDRO**

Vrstva (od exteriéru)	Tl. (mm)	Obj. hm. (kg/m <sup>3</sup> )	Pl. hm. (kg/m <sup>2</sup> )	PEI (MJ/kg)	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	ODP (g R-11 ekv./kg)	PEI (MJ/m <sup>2</sup> )	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	ODP (g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Falcovaná fasáda z TiZn plechu	0,5	7850	3,93	48,51	3,38	0,00016	190,39	13,28	0,0006
2 Záklop z dřevěných prken	24	450	10,80	3,35	0,19	0,00002	36,21	2,02	0,0002
3 Větraná mezera - KVH latě (10 %)	40	420	1,68	1,96	0,11	0,00001	3,29	0,18	0,00002
4 Dřevoláknitá deska Steico Therm	60	160	9,6	12,72	0,65	0,00006	122,14	6,24	0,0006
5 TI z minerální vlny Isover UNI (85 %)	140	40	4,76	20,19	1,13	0,00006	96,12	5,39	0,0003
Sloupková konstrukce z dřevěných hranolů 140/80 (15 %)	450	9,45	3,35	0,19	0,00002	31,682	1,771	0,0002	
6 ŽLB monolitická stěna	200	2500	500,0	0,55	0,10	0,000004	275,42	52,42	0,002
7 Rošt - KVH latě (10 %)	70	420	1,68	1,96	0,11	0,00001	3,29	0,18	0,00002
8 Vnitřní obklad z dřevěných palubek P+D	15	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
SUMA	<b>550</b>	-	<b>548,6</b>	-	-	-	<b>781,2</b>	<b>82,8</b>	<b>0,004</b>

**PODLAHA NA TERÉNU - KERAMICKÁ DLAŽBA**

Vrstva (od interiéru)	Tl. (mm)	Obj. hm. (kg/m <sup>3</sup> )	Pl. hm. (kg/m <sup>2</sup> )	PEI (MJ/kg)	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	ODP (g R-11 ekv./kg)	PEI (MJ/m <sup>2</sup> )	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	ODP (g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Keramická dlažba	10	2000	20,0	14,11	0,78	0,00009	282,13	15,63	0,002
2 Lepidlo	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001	10,27	1,48	0,0001
3 Penetrační nátěr	0,001	1800	0,002	53,55	2,74	0,00036	0,10	0,00	0,000001
4 Samonivelační anhydritový potěr	50	2100	105,0	0,55	0,10	0,000004	57,84	11,01	0,0004
5 Separční PE fólie	0,2	800	0,16	76,40	1,95	0,000001	12,22	0,31	0,0000001
6 TI Isover EPS Perimeter	100	30	3,0	105,07	4,21	0,00013	315,22	12,64	0,0004
7 HI - asfaltový pás Glastek 40 Special Mineral	4	1200	4,80	43,47	0,66	0,00034	208,63	3,14	0,002
8 Podkladní beton + kari síť	150	2500	375,0	0,55	0,10	0,000004	206,57	39,32	0,001
9 Štěrkový podsyp 8/16	150	1650	247,50	0,12	0,004	0,000001	30,76	1,09	0,0001
SUMA	<b>469</b>	-	<b>763,2</b>	-	-	-	<b>1123,7</b>	<b>84,6</b>	<b>0,006</b>



**PODLAHA NA TERÉNU - LAMINÁTOVÁ PODLAHA**

Vrstva (od interiéru)		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Laminátová podlaha	7	1200	8,4	5,36	0,28	0,00002	45,02	2,35	0,0002
2	Lepidlo	3	1550	4,65	1,33	0,19	0,00001	6,16	0,89	0,00004
3	Kročejoavá izolace Mirelon PE	5	35	0,18	78,22	2,10	0,000001	13,69	0,37	0,0000
4	Samonivelační anhydritový potěr	50	2100	105,0	0,55	0,10	0,000004	57,84	11,01	0,0004
5	Separální PE fólie	0,2	800	0,16	76,40	1,95	0,000001	12,22	0,31	0,0000001
6	TI Isover EPS Perimeter	100	30	3,0	105,07	4,21	0,00013	315,22	12,64	0,0004
7	HI - asfaltový pás Glastek 40 Special Mineral	4	1200	4,80	43,47	0,66	0,00034	208,63	3,14	0,002
8	Podkladní beton + kari síť	150	2500	375,0	0,55	0,10	0,000004	206,57	39,32	0,001
9	Štěrkový podsyp 8/16	150	1650	247,50	0,12	0,004	0,000001	30,76	1,09	0,0001
SUMA		<b>469</b>	-	<b>748,7</b>	-	-	-	<b>896,1</b>	<b>71,1</b>	<b>0,004</b>

**PODLAHA V PATŘE - KERAMICKÁ DLAŽBA**

Vrstva		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Keramická dlažba	10	2000	20,0	14,11	0,78	0,00009	282,13	15,63	0,002
2	Lepidlo	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001	10,27	1,48	0,0001
3	HI nátěr Akryzol	0,001	1800	0,002	53,55	2,74	0,00036	0,10	0,00	0,0000001
4	2x sádrovláknitá deska Fermacell (12,5)	25	1150	28,75	4,73	0,29	0,00004	135,90	8,42	0,001
5	Dřevovláknitá deska Steico Floor	40	160	6,40	12,72	0,65	0,00006	81,43	4,16	0,0004
6	OSB deska P+D	18	600	10,80	12,51	0,48	0,00002	135,06	5,20	0,0003
7	TI z minerální vlny Isover UNI (85 %)	(160)	40	5,44	20,19	1,13	0,00006	109,85	6,16	0,0003
	Nosná konstrukce z dřevěných nosníků 140/240 (15 %)	240	450	16,20	3,35	0,19	0,00002	54,31	3,04	0,0003
8	Rošt - KVH latě (10 %)	40	420	1,68	1,96	0,11	0,00001	3,29	0,18	0,00002
9	Vnitřní obklad z dřevěných palubek P+D	15	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
SUMA		<b>393</b>	-	<b>103,8</b>	-	-	-	<b>835,0</b>	<b>45,5</b>	<b>0,004</b>

**PODLAHA V PATŘE - LAMINÁTOVÁ PODLAHA**

Vrstva		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Laminátová podlaha	7	1200	8,4	5,36	0,28	0,00002	45,02	2,35	0,0002
2	Lepidlo	3	1550	4,65	1,33	0,19	0,00001	6,16	0,89	0,00004
3	Kročejoavá izolace Mirelon PE	5	35	0,18	78,22	2,10	0,000001	13,69	0,37	0,000000
4	2x sádrovláknitá deska Fermacell (12,5)	25	1150	28,75	4,73	0,29	0,00004	135,90	8,42	0,001
5	Dřevovláknitá deska Steico Floor	40	160	6,40	12,72	0,65	0,00006	81,43	4,16	0,0004
6	OSB deska P+D	18	600	10,80	12,51	0,48	0,00002	135,06	5,20	0,0003
7	TI z minerální vlny Isover UNI (85 %)	(160)	40	5,44	20,19	1,13	0,00006	109,85	6,16	0,0003
	Nosná konstrukce z dřevěných nosníků 140/240 (15 %)	240	450	16,20	3,35	0,19	0,00002	54,31	3,04	0,0003
8	Rošt - KVH latě (10 %)	40	420	1,68	1,96	0,11	0,00001	3,29	0,18	0,00002
9	Vnitřní obklad z dřevěných palubek P+D	15	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
SUMA		<b>393</b>	-	<b>89,2</b>	-	-	-	<b>607,3</b>	<b>32,0</b>	<b>0,003</b>

**PODLAHA V PATŘE - TERASA**

Vrstva (od exteriéru)		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Terasové prkno 20/95 - dřevo sibiřský modřín	20	650	13,0	1,96	0,11	0,00001	25,47	1,42	0,0001
2	Dřevěný rošt 40/60 na rektifikačních terčích (o.v. 500 mm - 12%)	Ø138	450	2,16	3,35	0,19	0,00002	7,24	0,40	0,00004
3	HI fólie z PVC Alkorplan 35179	3,5	1300	4,55	60,01	2,01	0,000003	273,03	9,14	0,00002
4	Spádové klíny EPS 100S	Ø70	21	1,47	105,07	4,21	0,00013	154,46	6,19	0,0002
5	OSB deska P+D	18	600	10,80	12,51	0,48	0,00002	135,06	5,20	0,0003
6	Provětrávaná mezera - 2x latě 40/60 (25 %)	80	450	9,0	3,35	0,19	0,00002	30,17	1,69	0,0002
7	Dplňková HI Tyvek Soft	0,2	330	0,07	78,22	2,10	0,000001	5,16	0,14	0,00000005
8	TI z minerální vlny Isover UNI (85 %)	(160)	40	5,44	20,19	1,13	0,00006	109,85	6,16	0,0003
	Nosná konstrukce z dřevěných nosníků 140/240 (15 %)	240	450	16,20	3,35	0,19	0,00002	54,31	3,04	0,0003
9	Parotěsná vrstva Isover Vario Xtrasafe	0,2	364	0,07	78,22	2,10	0,000001	5,69	0,15	0,0000001
10	Rošt - KVH latě (10 %)	40	420	1,68	1,96	0,11	0,00001	3,29	0,18	0,00002
11	Vnitřní obklad z dřevěných palubek P+D	15	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
SUMA		<b>625</b>	-	<b>71,2</b>	-	-	-	<b>826,4</b>	<b>35,0</b>	<b>0,002</b>

**VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA - ZTUŽUJÍCÍ JÁDRO VARIANTA 1**

Vrstva		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Keramický obklad	10	2000	20,0	14,11	0,78	0,00009	282,13	15,63	0,002
2	Lepidlo	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001	10,27	1,48	0,0001
3	ŽLB monolitická stěna	200	2500	500,0	0,55	0,10	0,000004	275,42	52,42	0,002
4	Rošt - KVH latě (10 %)	70	420	1,68	1,96	0,11	0,00001	3,29	0,18	0,00002
5	Vnitřní obklad z dřevěných palubek P+D	15	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
SUMA		<b>300</b>	-	<b>536</b>	-	-	-	<b>593,7</b>	<b>71,0</b>	<b>0,004</b>

**VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA - ZTUŽUJÍCÍ JÁDRO VARIANTA 2**

Vrstva		Tl.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	VPS omítka	15	1200	18,00	1,54	0,08	0,00001	27,68	1,45	0,0002
2	ŽLB monolitická stěna	200	2500	500,0	0,55	0,10	0,000004	275,42	52,42	0,002
3	Rošt - KVH latě (10 %)	70	420	1,68	1,96	0,11	0,00001	3,29	0,18	0,00002
4	Vnitřní obklad z dřevěných palubek P+D	15	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
SUMA		<b>300</b>	-	<b>526,4</b>	-	-	-	<b>329,0</b>	<b>55,3</b>	<b>0,002</b>

## VNITRNÍ DĚLÍCÍ STĚNA VARIANTA 1

Vrstva	TL	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Vnitřní obklad z dřevěných palubek P+D	15	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
2 TI z minerální vlny Isover UNI (90 %)	100	40	3,60	20,19	1,13	0,00006	72,69	4,08	0,0002
Sloupková konstrukce z dřevěných hranolů 100/60 (10 %)		450	4,50	3,35	0,19	0,00002	15,087	0,843	0,0001
3 Vnitřní obklad z dřevěných palubek P+D	15	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
SUMA	130	-	21,6	-	-	-	133,0	7,5	0,001

## VNITRNÍ DĚLÍCÍ STĚNA VARIANTA 2

Vrstva	TL	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Vnitřní obklad z dřevěných palubek P+D	15	450	6,75	3,35	0,19	0,00002	22,63	1,26	0,0001
2 TI z minerální vlny Isover UNI (90 %)	100	40	3,60	20,19	1,13	0,00006	72,69	4,08	0,0002
Sloupková konstrukce z dřevěných hranolů 100/60 (10 %)		450	4,50	3,35	0,19	0,00002	15,087	0,843	0,0001
3 Sádroláknitá deska Fermacell	15	1150	17,25	4,73	0,29	0,00004	81,54	5,05	0,001
4 HI nátěr Akryzol	0,001	1800	0,002	53,55	2,74	0,00036	0,10	0,00	0,000001
5 Lepidlo	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001	10,27	1,48	0,0001
6 Keramický obklad	10	2000	20,0	14,11	0,78	0,00009	282,13	15,63	0,002
SUMA	145	-	59,9	-	-	-	484,4	28,4	0,003

## VNITRNÍ DĚLÍCÍ STĚNA VARIANTA 3

Vrstva	TL	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Keramický obklad	10	2000	20,0	14,11	0,78	0,00009	282,13	15,63	0,002
2 Lepidlo	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001	10,27	1,48	0,0001
3 HI nátěr Akryzol	0,001	1800	0,002	53,55	2,74	0,00036	0,10	0,00	0,000001
4 Sádroláknitá deska Fermacell	15	1150	17,25	4,73	0,29	0,00004	81,54	5,05	0,001
5 TI z minerální vlny Isover UNI (90 %)	100	40	3,60	20,19	1,13	0,00006	72,69	4,08	0,0002
Sloupková konstrukce z dřevěných hranolů 100/60 (10 %)		450	4,50	3,35	0,19	0,00002	15,087	0,843	0,0001
6 Sádroláknitá deska Fermacell	15	1150	17,25	4,73	0,29	0,00004	81,54	5,05	0,001
7 HI nátěr Akryzol	0,001	1800	0,002	53,55	2,74	0,00036	0,10	0,00	0,000001
8 Lepidlo	5	1550	7,75	1,33	0,19	0,00001	10,27	1,48	0,0001
9 Keramický obklad	10	2000	20,0	14,11	0,78	0,00009	282,13	15,63	0,002
SUMA	160	-	98,1	-	-	-	835,8	49,3	0,005

## DŘEVĚNÝ SLOUP

Vrstva	TL	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Dřevěný sloup 200/200 GL30h	200	430	86,0	8,68	0,46	0,00004	746,40	39,18	0,004
SUMA	200	-	86,0	-	-	-	746,4	39,2	0,004

## DŘEVĚNÁ VZPĚRA

Vrstva	TL	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Dřevěná vzpěra 200/200 GL24h	200	380	76,00	8,68	0,46	0,00004	659,61	34,63	0,003
SUMA	200	-	76,0	-	-	-	659,6	34,6	0,003

## DŘEVĚNÝ PRŮVLAK

Vrstva	TL	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Dřevěný průvlak 200/360 GL30h	200	430	86,00	8,68	0,46	0,00004	746,40	39,18	0,004
SUMA	200	-	86,0	-	-	-	746,4	39,2	0,004

## DŘEVĚNÁ VAZNICE

Vrstva	TL	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Dřevěná vaznice 200/360 GL24h	200	380	76,0	8,68	0,46	0,00004	659,61	34,63	0,003
SUMA	200	-	76,0	-	-	-	659,6	34,6	0,003

## DŘEVĚNÁ KLĚŠTINA

Vrstva	TL	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Dřevěná klešтина 80/160 GL24h	80	380	30,40	8,68	0,46	0,00004	263,84	13,85	0,001
SUMA	80	-	30,4	-	-	-	263,8	13,9	0,001

## DŘEVĚNÁ POZEDNICE

Vrstva	TL	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	PEI	GWP	ODP
	(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1 Dřevěná pozednice 200/360 GL24h	200	430	86,0	8,68	0,46	0,00004	746,40	39,18	0,004
SUMA	200	-	86,0	-	-	-	746,4	39,2	0,004

**ZÁKLADOVÝ PAS A**

Vrstva		TI.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP		PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)		(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Základový pas z prostého betonu	750	2100	1575,0	0,55	0,10	0,000004		867,57	165,13	0,006
SUMA		<b>750</b>	-	<b>1575,0</b>	-	-	-		<b>867,6</b>	<b>165,1</b>	<b>0,006</b>

**ZÁKLADOVÝ PAS B**

Vrstva		TI.	Obj. hm.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP		PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/kg)	(kg CO <sub>2</sub> ekv./kg)	(g R-11 ekv./kg)		(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )
1	Základový pas z tvárnice ztraceného bednění a prostého betonu	500	2100	1050,0	0,55	0,10	0,000004		578,38	110,09	0,004
SUMA		<b>500</b>	-	<b>1050,0</b>	-	-	-		<b>578,4</b>	<b>110,1</b>	<b>0,004</b>

ENVIRONMENTÁLNÍ ZATÍŽENÍ KONSTRUKCEMI - STĚNOVÝ KS Z CLT PANELŮ - NOVÝ NÁVRH - 1A A 2A

Dílčí skladby		TI. (mm)	Pl. hm. (kg/m <sup>2</sup> )	PEI (MJ/m <sup>2</sup> )	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	ODP (g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )	Výměra (m <sup>2</sup> )	PEI (MJ)	GWP (kg CO <sub>2</sub> ekv.)	ODP (g R-11 ekv.)
1	Střešní plášť varianta 1	676	47,6	630,87	37,26	0,002	168,0	105986	6260	0,37
2	Obvodový plášť varianta 1	454	95,7	739,71	37,70	0,004	361,8	267651	13642	1,35
3	Obvodový plášť - ztužující jádro varianta 1	545	555,1	725,97	76,79	0,003	18,5	13430	1421	0,06
4	Obvodový plášť - suterenní stěna	440	550,9	1405,50	88,89	0,006	145,6	204655	12943	0,86
5	Podlaha na terénu - keramická dlažba	738	1247,1	1664,92	136,53	0,009	37,4	62218	5102	0,33
6	Podlaha na terénu - gumová podlaha	738	1242,6	2239,07	146,59	0,013	117,6	263405	17245	1,55
7	Podlaha v 1. NP - keramická dlažba	308	658,7	691,43	85,0	0,004	25,0	17313	2128	0,11
8	Podlaha v 1. NP - laminátová podlaha	308	644,2	463,90	71,50	0,003	117,9	54671	8426	0,30
9	Podlaha ve 2. NP a 3. NP - keramická dlažba	350	187,5	966,76	59,81	0,006	29,1	28123	1740	0,16
10	Podlaha ve 2. NP a 3. NP - laminátová podlaha	350	173,0	739,14	46,30	0,004	180,3	133275	8349	0,72
11	Zateplená podlaha ve 2. NP - terasa	710	125,7	1524,43	74,62	0,005	26,2	39864	1951	0,12
12	Zateplená podlaha ve 2. NP - keramická dlažba	350	193,8	998,86	60,98	0,006	16,4	16381	1000	0,10
13	Zateplená podlaha ve 3. NP - laminátová podlaha	350	179,3	771,24	47,47	0,004	16,7	12895	794	0,07
14	Vnitřní nosná stěna - nadzemní podlaží varianta 1	154	95,3	690,42	37,82	0,004	51,7	35660	1953	0,20
15	Vnitřní nosná stěna - nadzemní podlaží varianta 2	154	105,8	901,37	49,88	0,005	25,4	22850	1264	0,13
16	Vnitřní nosná stěna - nadzemní podlaží varianta 3	139	78,0	608,88	32,76	0,003	18,3	11161	601	0,06
17	Vnitřní nosná stěna - podzemní podlaží + ztužující jádro varianta 1	230	539,0	335,39	55,56	0,002	66,6	22337	3700	0,15
18	Vnitřní nosná stěna - podzemní podlaží + ztužující jádro varianta 2	230	547,3	597,80	71,10	0,004	40,3	24097	2866	0,16
19	Vnitřní dělicí stěna - nadzemní podlaží varianta 1	99	68,9	639,45	34,41	0,004	26,8	17105	920	0,10
20	Vnitřní dělicí stěna - nadzemní podlaží varianta 2	114	96,7	942,21	53,00	0,006	10,7	10044	565	0,06
21	Vnitřní dělicí stěna - nadzemní podlaží varianta 3	84	41,2	357,23	18,77	0,002	77,7	27742	1458	0,14
22	Vnitřní dělicí stěna - podzemní podlaží	180	422,3	518,68	56,52	0,003	4,8	2479	270	0,02
23	Dřevěný sloup	200	76,0	659,61	34,63	0,003	2,0	1332	70	0,01
24	Dřevěná vzpěra	200	76,0	659,61	34,63	0,003	0,9	580	30	0,003
25	Dřevěná vaznice	200	76,0	659,61	34,63	0,003	6,0	3977	209	0,02
26	Dřevěná kleština	80	30,4	263,84	13,85	0,001	18,1	4781	251	0,02
SUMA		-	-	-	-	-	-	1404014	95160	7,2

ENVIRONMENTÁLNÍ ZATÍŽENÍ KONSTRUKCEMI - DŘEVĚNÝ KS Z TĚŽKÉHO SKELETU - GEOMETRIE NOVÉHO NÁVRHU - IB

Dílčí skladby		TL	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	Výměra	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(MJ)	(kg CO <sub>2</sub> ekv.)	(g R-11 ekv.)
1	Střešní plášť	636	46,0	598,56	35,45	0,002	169,7	101576	6015	0,36
2	Obvodový plášť varianta 1	350	59,5	438,27	21,53	0,002	190,6	83542	4104	0,31
3	Obvodový plášť varianta 2	355	61,3	639,40	35,41	0,002	174,2	111409	6170	0,40
4	Podlaha v patře - keramická dlažba	393	103,8	834,96	45,55	0,004	45,5	37982	2072	0,20
5	Podlaha v patře - laminátová podlaha	393	89,2	607,34	32,04	0,003	197,0	119665	6312	0,52
6	Podlaha v patře - terasa	625	71,2	826,37	34,97	0,002	26,2	21609	915	0,04
7	Vnitřní dělicí stěna varianta 1	130	21,6	133,04	7,45	0,001	147,6	19642	1100	0,07
8	Vnitřní dělicí stěna varianta 2	145	59,9	484,44	28,36	0,003	52,1	25239	1477	0,15
9	Vnitřní dělicí stěna varianta 3	160	98,1	835,85	49,26	0,005	10,7	8910	525	0,06
10	Dřevěný sloup	200	86,0	746,40	39,18	0,004	23,3	17391	913	0,09
11	Dřevěná vzpěra	200	76,0	659,61	34,63	0,003	9,0	5923	311	0,03
12	Dřevěný průvlak	200	86,0	746,40	39,18	0,004	53,5	39948	2097	0,20
13	Dřevěná vaznice	200	76,0	659,61	34,63	0,003	8,3	5481	288	0,03
14	Dřevěná klešтина	80	30,4	263,84	13,85	0,001	18,1	4781	251	0,02
15	Dřevěná pozednice	200	86,0	746,40	39,18	0,004	11,5	8561	449	0,04
SUMA		-	-	-	-	-	-	611661	32999	2,5

ENVIRONMENTÁLNÍ ZATÍŽENÍ KONSTRUKCEMI - DŘEVĚNÝ KS Z TĚŽKÉHO SKELETU - GEOMETRIE PŮVODNÍHO NÁVRHU - 2B

Díleč sklady		TI.	Pl. hm.	PEI	GWP	ODP	Výměra	PEI	GWP	ODP
		(mm)	(kg/m <sup>2</sup> )	(MJ/m <sup>2</sup> )	(kg CO <sub>2</sub> ekv./m <sup>2</sup> )	(g R-11 ekv./m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(MJ)	(kg CO <sub>2</sub> ekv.)	(g R-11 ekv.)
1	Střešní plášť	636	46,0	598,56	35,45	0,002	234,5	140339	8311	0,50
2	Obvodový plášť varianta 1	350	59,5	438,27	21,53	0,002	247,5	108475	5328	0,40
3	Obvodový plášť varianta 2	355	61,3	639,40	35,41	0,002	294,4	188226	10424	0,68
4	Obvodový plášť - ztužující jádro	550	548,6	781,17	82,76	0,004	30,1	23498	2489	0,11
5	Podlaha na terénu - keramická dlažba	469	763,2	1123,74	84,62	0,006	37,2	41747	3144	0,21
6	Podlaha na terénu - laminátová podlaha	469	748,7	896,12	71,11	0,004	175,9	157600	12507	0,72
7	Podlaha v patře - keramická dlažba	393	103,8	834,96	45,55	0,004	50,0	41765	2278	0,21
8	Podlaha v patře - laminátová podlaha	393	89,2	607,34	32,04	0,003	297,3	180539	9523	0,78
9	Podlaha v patře - terasa	625	71,2	826,37	34,97	0,002	22,4	18535	784	0,03
10	Vnitřní nosná stěna - ztužující jádro varianta 1	300	536,2	593,74	70,98	0,004	47,3	28072	3356	0,18
11	Vnitřní nosná stěna - ztužující jádro varianta 2	300	526,4	329,02	55,32	0,002	25,2	8298	1395	0,05
12	Vnitřní dělicí stěna varianta 1	130	21,6	133,04	7,45	0,001	219,8	29247	1638	0,11
13	Vnitřní dělicí stěna varianta 2	145	59,9	484,44	28,36	0,003	100,7	48779	2855	0,29
14	Vnitřní dělicí stěna varianta 3	160	98,1	835,85	49,26	0,005	13,7	11451	675	0,07
15	Dřevěný sloup	200	86,0	746,40	39,18	0,004	32,8	24467	1284	0,12
16	Dřevěná vzpěra	200	76,0	659,61	34,63	0,003	17,5	11550	606	0,06
17	Dřevěný průvlak	200	86,0	746,40	39,18	0,004	65,9	49173	2581	0,25
18	Dřevěná vaznice	200	76,0	659,61	34,63	0,003	14,5	9591	503	0,05
19	Dřevěná klešтина	80	30,4	263,84	13,85	0,001	24,0	6335	333	0,03
20	Dřevěná pozednice	200	86,0	746,40	39,18	0,004	9,9	7360	386	0,04
21	Zakladový pas A	750	1575,0	867,57	165,13	0,006	54,1	46901	8927	0,30
22	Zakladový pas B	500	1050,0	578,38	110,09	0,004	67,6	39087	7440	0,25
SUMA		-	-	-	-	-	-	1221035	86769	5,5

## 4.2 Energetická náročnost

## Stěnový KS z CLT panelů - nový návrh - nadzemní budova - 1A

### ZÁKLADNÍ ÚDAJE

#### Základní popis zóny:

Počet osob	$n_{os}$	16	os
Přítomnost osob (procento času)	$p$	70%	
Požadovaná vnitřní teplota	$\theta_i$	21	°C
Objem vytápěné zóny	$V$	1 281,9	m <sup>3</sup> ← z vnějších rozměrů
Plocha obalových konstrukcí vytápěné zóny	$A$	834,0	m <sup>2</sup>
Podlahová plocha vytápěné zóny	$A_f$	364,9	m <sup>2</sup> ← z celkových vnitřních rozměrů
Objemový faktor tvaru budovy	$A/V$	0,65	-



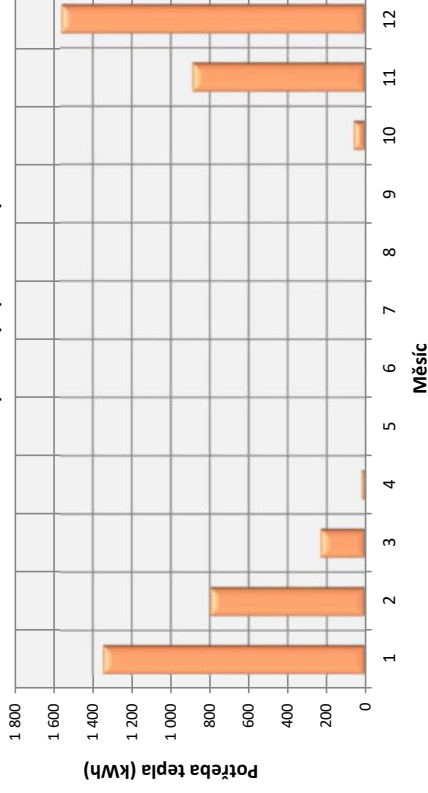
## POTŘEBA TEPLA

dle ČSN EN ISO 13790

### Potřeba tepla na vytápění budovy $Q_h$ (kWh):

měsíc	dny d	délka t hodiny hod	venkovní teplota $\theta_e$ (°C)	vnitřní teplota $\theta_i$ (°C)	tepelná ztráta $Q_L$ (kWh)	celkové využit. tep. zisky $Q_g$ (kWh)	potřeba tepla $Q_h$ (kWh)
1	31	744	-2,0	21,0	3 299	1 952	1 347
2	28	672	-1,1	21,0	2 907	2 110	797
3	31	744	2,0	21,0	2 832	2 601	231
4	30	720	6,6	21,0	2 154	2 134	20
5	31	744	11,5	21,0	1 559	1 558	1
6	30	720	15,0	21,0	1 025	1 025	0
7	31	744	16,8	21,0	779	779	0
8	31	744	16,2	21,0	820	820	0
9	30	720	11,7	21,0	1 344	1 343	1
10	31	744	7,0	21,0	2 008	1 946	61
11	30	720	2,1	21,0	2 589	1 701	888
12	31	744	-1,0	21,0	3 123	1 561	1 562
CELKEM ZA ROK					24 439	19 530	4 909

Potřeba tepla na vytápění budovy



Měrná potřeba tepla budovy:

**Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěné ploše**

Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěnému objemu

**$E_A$  13,5 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

$E_V$  3,8 kWh/(m<sup>3</sup>·a)

## PROSTUP TEPLA OBÁLKOU BUDOVY

dle ČSN 730540-2

Vypočtená hodnota

**$U_{em}$  0,21 W/(m<sup>2</sup>·K)**

# TEPELNÉ ZTRÁTY - JEDNOZÓNOVÝ VÝPOČET - BEZ PŘERUŠOVANÉHO VYTÁPĚNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

## Celková tepelná ztráta $Q_L$ (kWh):

měsíc	délka t dny	hodiny hod	venkovní teplota $\theta_e$ (°C)	vnitřní teplota $\theta_i$ (°C)	stěny kWh	střechy kWh	okna a dveře kWh	tepelná ztráta prostupem okna a dveře kWh	vazby a mosty kWh	nevytápěné kWh	CELKEM kWh	tep. ztráta větráním kWh	tep. ztráta zeminou kWh	tepelná ztráta $Q_L$ kWh
1	31	744	-2,0	21,0	703	367	1058	285	80	2 493	498	308	3 299	
2	28	672	-1,1	21,0	610	318	918	248	69	2 164	432	311	2 907	
3	31	744	2,0	21,0	581	303	874	236	66	2 060	411	361	2 832	
4	30	720	6,6	21,0	426	222	641	173	48	1 511	302	342	2 154	
5	31	744	11,5	21,0	290	152	437	118	33	1 030	206	323	1 559	
6	30	720	15,0	21,0	178	93	267	72	20	629	126	270	1 025	
7	31	744	16,8	21,0	128	67	193	52	15	455	91	232	779	
8	31	744	16,2	21,0	147	77	221	60	17	520	104	196	820	
9	30	720	11,7	21,0	275	144	414	112	31	976	195	174	1 344	
10	31	744	7,0	21,0	428	223	644	174	49	1 518	303	187	2 008	
11	30	720	2,1	21,0	559	292	841	227	63	1 983	396	210	2 589	
12	31	744	-1,0	21,0	673	351	1012	273	76	2 385	476	261	3 123	
<b>CELKEM</b>					4 999	2 608	7 522	2 029	567	17 724	3 538	3 177	24 439	
					20,5%	10,7%	30,8%	8,3%	2,3%	72,5%	14,5%	13,0%	100,0%	

## Rekapitulace měrných tepelných ztrát:

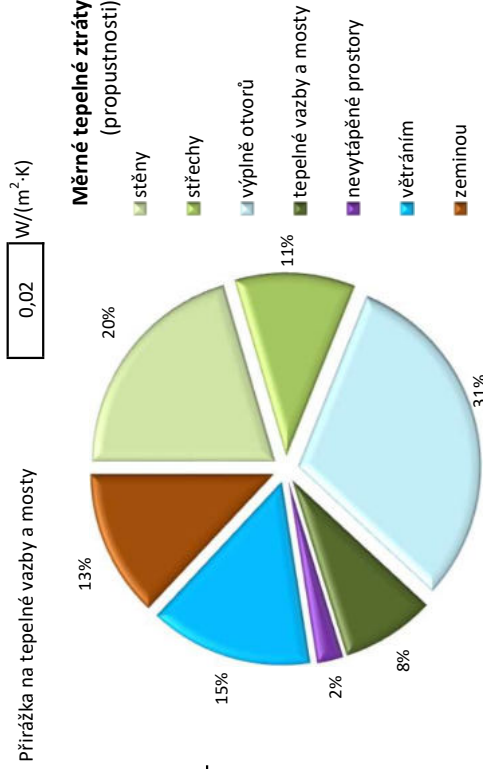
Tepelná propustnost - stěny	$L_{D,1}$	W/K	41,1
Tepelná propustnost - střechy	$L_{D,2}$	W/K	21,4
Tepelná propustnost - okna a dveře	$L_{D,3}$	W/K	61,8
Tepelná propustnost - tepelné vazby a mosty	$L_{D,5}$	W/K	16,7
Tepelná propustnost - nevytápěné prostory	$L_{D,6}$	W/K	4,7
<b>Měrná tepelná ztráta prostupem</b>	$H_T$	<b>W/K</b>	<b>145,7</b>
<b>Měrná tepelná ztráta větráním</b>	$H_V$	<b>W/K</b>	<b>29,1</b>
Ustálená tepelná propustnost zeminou	$L_s$	W/K	26,2
<b>Měrná tepelná ztráta (bez ztráty zeminou)</b>	<b>H'</b>	<b>W/K</b>	<b>174,8</b>

Měrná tepelná ztráta (se ztrátou zeminou  $L_s$ )

↑ pro výpočet časové konstanty budovy

Tepelná ztráta (potřebný výkon dodaný zdrojem tepla)

$Q = 7\,234$  W



## TEPELNÉ ZISKY - VNITŘNÍ A SOLÁRNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

### Vnitřní tepelné zisky:

Měrné vnitřní tepelné zisky

Vnitřní tepelné zisky

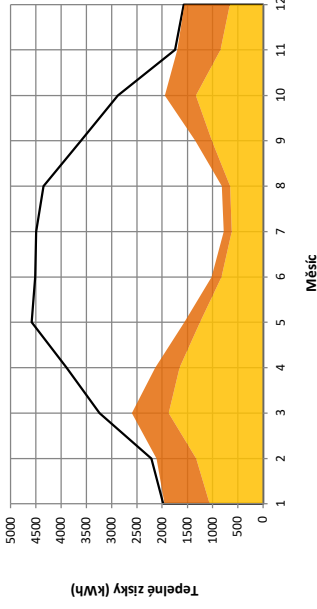
$$Q_{i,1} = \frac{100}{1220} W$$

### Rekapitulace celkových sběrných ploch oken A<sub>s</sub>:

Orientace sběrná plocha A<sub>s</sub> (m<sup>2</sup>) ← doplnit dle skutečnosti odkazem na okna!

Orientace	S	V	J	Z	H	SV	SZ	JZ	CELKEM
S	4,8								
V	10,5								
J	13,0								
Z	11,1								
H	0,4								
SV									
SZ									
JZ									
JV									
<b>CELKEM</b>									<b>39,78</b>

Tepelné zisky



- celkové tep. zisky
- využ. vnitřní zisky
- využ. solární zisky

### Čisté solární zisky, vnitřní tepelné zisky a stupeň využití tepelných zisků:

čisté solární zisky pro jednotlivé orientace

měsíc	délka t d	využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace								CELKEM	vnitřní tep. zisky Q <sub>i,1</sub> (kWh)	celkové tep. zisky Q <sub>e</sub> (kWh)	poměr zisků a ztrát γ (-)	stupeň využití η (-)		
		S	V	J	Z	H	SV	SZ	JZ							
1	31	744	33	157	651	222	10	0	0	0	1073	908	1981	0,60	0,99	
2	28	672	62	273	729	310	17	0	0	0	1391	820	2211	0,76	0,95	
3	31	744	110	535	1068	587	34	0	0	0	2333	908	3241	1,14	0,80	
4	30	720	152	777	1237	797	50	0	0	0	3014	878	3892	1,81	0,55	
5	31	744	224	1091	1263	1030	69	0	0	0	3677	908	4585	2,94	0,34	
6	30	720	248	1207	1133	975	71	0	0	0	3633	878	4512	4,40	0,23	
7	31	744	224	1049	1211	1030	69	0	0	0	3584	908	4491	5,77	0,17	
8	31	744	181	924	1302	975	61	0	0	0	3443	908	4350	5,30	0,19	
9	30	720	114	630	1237	709	41	0	0	0	2731	878	3609	2,69	0,37	
10	31	744	81	357	977	532	24	0	0	0	1970	908	2878	1,43	0,68	
11	30	720	43	147	469	199	10	0	0	0	868	878	1747	0,67	0,97	
12	31	744	29	115	378	133	7	0	0	0	662	908	1570	0,50	0,99	
																<b>39 067</b>
																<b>28380,3</b>

### Využitelné solární a vnitřní tepelné zisky:

využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace

měsíc	délka t d	využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace								CELKEM	využ. vnitřní tep. zisky Q <sub>i,1</sub> (kWh)	celkové využ. tep. zisky Q <sub>e</sub> (kWh)				
		S	V	J	Z	H	SV	SZ	JZ							
1	31	744	33	155	642	218	10	0	0	0	1058	895	1952			
2	28	672	59	260	696	296	16	0	0	0	1328	782	2110			
3	31	744	88	429	857	471	27	0	0	0	1872	728	2601			
4	30	720	84	426	678	437	28	0	0	0	1652	482	2134			
5	31	744	76	371	429	350	23	0	0	0	1250	308	1558			
6	30	720	56	274	257	221	16	0	0	0	826	200	1025			
7	31	744	39	182	210	179	12	0	0	0	621	157	779			
8	31	744	34	174	246	184	12	0	0	0	649	171	820			
9	30	720	43	234	460	264	15	0	0	0	1016	327	1343			
10	31	744	55	241	660	360	16	0	0	0	1333	614	1946			
11	30	720	42	143	457	194	10	0	0	0	846	856	1701			
12	31	744	28	115	376	132	7	0	0	0	658	903	1561			
																<b>19 530</b>
																<b>13 108</b>

### Pomocné charakteristiky pro výpočet stupně využití tepelných zisků:

Číselný parametr

Časová konstanta

Číselný parametr

a<sub>0</sub> 1 - ← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet

τ<sub>0</sub> 15 h - ← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet

a 6,5 -

## MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - NEPRŮSVĚTNÉ KONSTRUKCE

dle ČSN EN ISO 13789 - přímý postup tepla do vnějšího prostředí (→ plošné neprůsvětné konstrukce, kromě dveří)

### Obvodové stěny mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

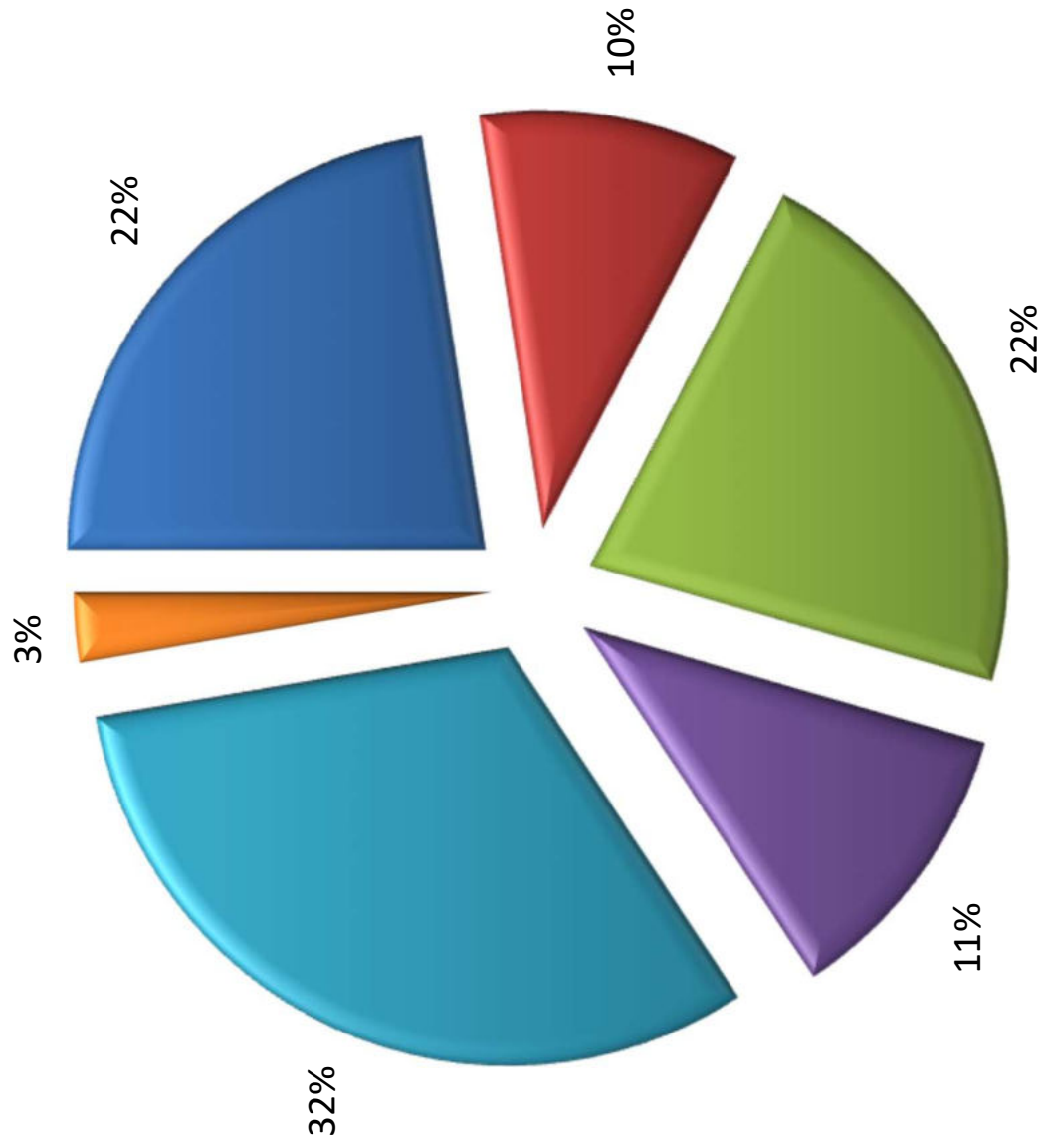
stěna	orientace	šířka <i>b</i> m	výška <i>h</i> m	celková plocha <i>A<sub>T</sub></i> m <sup>2</sup>	plocha výplň otvorů		čistá plocha <i>A</i> m <sup>2</sup>	součinitel prostupu tepla <i>U</i> W/(m <sup>2</sup> .K)	tepelná propustnost <i>L<sub>D,1,i</sub></i> W/K
					<i>A<sub>G</sub></i> m <sup>2</sup>	%			
stěna	S	-	-	124,0	6,48	5,2	117,6	0,12	14,11
stěna	V	-	-	79,1	26,56	33,6	52,6	0,12	6,31
stěna	J	-	-	145,2	31,57	21,7	113,6	0,12	13,64
stěna	Z	-	-	90,6	31,89	35,2	58,7	0,12	7,04
				439,0	96,5		342,5		41,1
							<b>CELKEM</b>		

### Střechy (mezi vytápěným prostorem a venkovním) prostředím:

střechy	orientace	šířka <i>b</i> m	výška <i>h</i> m	celková plocha <i>A<sub>T</sub></i> m <sup>2</sup>	plocha výplň otvorů		čistá plocha <i>A</i> m <sup>2</sup>	součinitel prostupu tepla <i>U</i> W/(m <sup>2</sup> .K)	tepelná propustnost <i>L<sub>D,2,i</sub></i> W/K
					<i>A<sub>G</sub></i> m <sup>2</sup>	%			
střecha	H	-	-	166,5	1,70	1,0	164,8	0,12	19,78
terasa	H	-	-	13,9	0,00	0,0	13,9	0,12	1,66
				180,3	1,7		178,6		21,4
							<b>CELKEM</b>		

# tepelná propustnost

→ stěny a střechy



## MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - VÝPLNĚ OTVORŮ

dle ČSN EN ISO 10077-1 a ČSN EN ISO 13790

### Okná a dveře mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

okno/ dveře	součinitel prostupu tepla		orientace	energetická propustnost $g_{normal}$	šířka $b$	výška $h$	plocha $A_w$	počet	celková plocha $A_w$	plocha zasklení $A_g$	korekční činitelé				sběrná plocha $A_s$	délka ostění $o_1$	délka parapetu $o_2$	tepelná propustnost $L_{D,3,j}$
	$U_g$	$U_f$									$U_w$	$F_c$	$F_o$	$F_f$				
okno 1	0,50	0,65	0,65	S	1,20	2,40	2,88	1	2,9	2,52	1,00	1,00	1,00	0,99	6,00	1,20	1,87	
okno 2	0,50	0,65	0,63	S	3,20	1,35	4,32	1	4,3	3,53	1,00	1,00	1,00	0,98	5,90	3,20	**	
okno 3	0,50	0,65	0,64	S	1,50	2,40	3,60	1	3,6	2,90	1,00	1,00	1,00	0,99	6,30	1,50	2,31	
okno 4	0,50	0,65	0,64	V	2,60	1,50	3,90	1	3,9	3,21	1,00	1,00	0,78	0,83	5,60	2,60	2,48	
okno 5	0,50	0,65	0,64	V	2,60	1,50	3,90	1	3,9	3,21	1,00	1,00	1,00	0,85	5,60	2,60	2,48	
okno 6	0,50	0,65	0,63	V	3,20	1,35	4,32	1	4,3	3,53	1,00	1,00	0,78	0,87	5,90	3,20	**	
okno 7	0,50	0,65	0,58	V	5,00	2,40	12,00	1	12,0	10,89	1,00	1,00	1,00	0,89	9,80	5,00	6,96	
okno 8	0,50	0,65	0,63	V	2,60	0,95/2,4	4,36	1	4,4	3,54	1,00	1,00	0,78	0,92	6,95	2,60	2,75	
okno 9	0,50	0,65	0,59	J	3,80	2,40	9,12	1	9,1	8,16	1,00	1,00	1,00	0,91	8,60	3,80	5,39	
okno 10	0,50	0,65	0,69	J	2,80	0,70	1,96	1	2,0	1,44	1,00	1,00	1,00	0,93	4,20	2,80	1,35	
okno 11	0,50	0,65	0,69	J	1,20	1,50	1,80	1	1,8	1,33	1,00	1,00	1,00	0,97	4,20	1,20	1,25	
okno 12	0,50	0,65	0,65	J	1,60	1,90	3,04	1	3,0	2,68	1,00	1,00	1,00	0,97	5,40	1,60	1,97	
okno 13	0,50	0,65	0,62	J	3,20	1,50	4,80	1	4,8	4,05	1,00	1,00	1,00	0,97	6,20	3,20	3,00	
okno 14	0,50	0,65	0,69	J	0,90	2,05	1,85	1	1,8	1,34	1,00	1,00	0,89	0,97	5,00	0,90	1,28	
okno 15	0,50	0,65	0,59	J	3,75	2,40	9,00	1	9,0	7,76	1,00	1,00	0,83	0,99	8,55	3,75	5,35	
okno 16	0,50	0,65	0,64	Z	2,60	1,50	3,90	1	3,9	3,21	1,00	1,00	1,00	0,82	5,60	2,60	2,48	
okno 17	0,50	0,65	0,64	Z	2,60	1,50	3,90	1	3,9	3,21	1,00	1,00	1,00	0,84	5,60	2,60	2,48	
okno 18	0,50	0,65	0,58	Z	5,00	2,40	12,00	1	12,0	10,89	1,00	1,00	1,00	0,95	9,80	5,00	6,96	
dveře 3	0,50	0,87	0,71	Z	2,60	2,05	5,33	1	5,3	3,54	1,00	1,00	0,69	0,99	6,70	2,60	3,78	
okno 19	0,50	0,65	0,63	Z	2,60	0,95/2,4	4,36	1	4,4	3,54	1,00	1,00	0,69	0,99	6,95	2,60	2,75	
okno 20	0,60	1,15	1,00	S	0,78	1,18	0,92	1	0,9	0,59	1,00	1,00	1,00	1,00	3,14	0,78	0,92	
okno 21	0,60	1,15	1,03	S	0,66	1,18	0,78	1	0,8	0,47	1,00	1,00	1,00	1,00	6,95	0,66	0,80	
okno 22	0,50	0,65	0,65	S	1,60	1,90	3,04	1	3,0	2,68	1,00	1,00	1,00	1,00	5,40	1,60	**	
dveře 4	0,50	0,65	0,68	Z	1,00	2,40	2,40	1	2,4	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	5,80	-	**	
								24	107,5	89,72				39,8	150,1	57,6	58,6	
														CELKEM				0,55

\* není započítáno do sběrné plochy - výplň otvorů mezi vytápěným a nevytápěným prostorem

\*\* započteno v záložce "Nevytápěné"

### Rekapitulace oken a dveří dle orientace j :

orientace	celková plocha $A_{wj}$	sběrná plocha $A_{sj}$	tepelná propustnost $L_{D,3,j}$
	$m^2$	$m^2$	$W/K$
S	10,8	4,8	4,2
V	28,5	10,5	14,7
J	31,6	13,0	19,6
Z	29,5	11,1	18,5
H	1,7	0,4	1,7
CELKEM	102,0	39,8	58,6

### Dveře mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

dveře	orientace	šířka $b$	výška $h$	plocha $A_D$	počet	celková plocha $A_D$	délka ostění $o_1$	délka parapetu $o_2$	souč. prost. tepla $U$	tepelná propustnost $L_{D,3,j}$
		$m$	$m$	$m^2$	ks	$m^2$	$m$	$m$	$W/(m^2 \cdot K)$	$W/K$
dveře 1	V	1,00	2,40	2,40	1	2,40	5,80	1,00	0,67	1,61
dveře 2	Z	1,00	2,40	2,40	1	2,40	5,80	1,00	0,67	1,61
dveře 4	H	1,00	2,40	2,40	1	2,40	5,80	1,00	0,67	1,61
					CELKEM	4,80	11,60	2,00		3,2

### Celková plocha výplň otvorů dle orientace j :

orientace	celková plocha $A_j$
	$m^2$
S	10,8
V	30,9
J	31,6
Z	31,9
H	1,7
CELKEM	106,8

# MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM – NEVYTÁPĚNÉ PROSTORY

dle ČSN EN ISO 13789

## Měrná tepelná ztráta z nevytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{ue}$ (W/K):

prvek	orientace	celková plocha $A_T$ m <sup>2</sup>	čistá plocha $A$ m <sup>2</sup>	součinitel prostupu tepla $U$ W/(m <sup>2</sup> .K)	tepelná propustnost $L_{due}$ W/K
stěna S	S	12,4	8,1	0,12	0,97
stěna V	V	11,4	7,1	0,12	0,85
okno 2 S	S	4,32	4,3	0,63	2,72
okno 6 V	V	4,32	4,3	0,63	2,72
CELKEM					7,3

### Ztráta podlahou na terénu:

Plocha podlahy	A	0,0	m <sup>2</sup>
Exponovaný obvod podlahy	P	1,0	m
Charakteristický rozměr podlahy	B'	0,0	m
Tloušťka obvodové stěny	w	0,00	m
Tepelná vodivost zeminy	$\lambda$	3,5	W/(m.K)
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně podlahy	$R_{si}$	0,17	m <sup>2</sup> .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně podlahy	$R_{se}$	0,00	m <sup>2</sup> .K/W
Tepelný odpor podlahové desky	$R_f$	6,00	m <sup>2</sup> .K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy	$d_t$	21,60	m
Spínání podmínky $d_t \geq B'$	ANO		
Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy	$U_{ue0}$	0,16	W/(m <sup>2</sup> .K)
<b>Ustálená tepelná propustnost zeminou</b>	<b><math>L_{Sue}</math></b>	<b>0,0</b>	<b>W/K</b>

Objem vnitřního vzduchu nevytápěného prostoru	$V_{ua}$	33,6	m <sup>3</sup>
Násobnost výměny vzduchu mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím	$n$	0,00	1/h
Vzduchový tok mezi nevyt. prostorem a venkovním prostředím	$V_{ue}$	0	m <sup>3</sup> /h
<b>Měrná tepelná ztráta větráním mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím</b>	<b><math>H_{V,ue}</math></b>	<b>0,0</b>	<b>W/K</b>

<b>Měrná tepelná ztráta z nevytáp. prostoru do venkovního prostředí</b>	<b><math>H_{ue}</math></b>	<b>7,3</b>	<b>W/K</b>
---	----------------------------	------------	------------

Číselník teplotní redukce mezi vytápěným a nevytáp. prostorem

$b$  0,36

**Měrná ztráta prostupem tepla nevytápěným prostorem**

$H_u$  4,7 W/K

## Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do nevytápěného $H_{iu}$ (W/K):

prvek	celková plocha $A_T$ m <sup>2</sup>	čistá plocha $A$ m <sup>2</sup>	součinitel prostupu tepla $U$ W/(m <sup>2</sup> .K)	tepelná propustnost $L_{diu}$ W/K
stěna	23,8	18,4	0,12	2,2
podlaha	16,4	16,4	0,22	3,6
strop	16,4	16,4	0,22	3,6
okno 22	3,04	3,0	0,65	2,0
dveře 4	2,40	2,4	0,68	1,6
CELKEM				13,0

Objem vnitřního vzduchu vytápěného prostoru	$V_{ua}$	0,0	m <sup>3</sup>
Násobnost výměny vzduchu mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	$n$	0,00	1/h
Vzduchový tok mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	$V_{iu}$	0	m <sup>3</sup> /h
<b>Měrná tepelná ztráta větráním mezi vytápěným prostorem a nevytápěným</b>	<b><math>H_{V,iu}</math></b>	<b>0,0</b>	<b>W/K</b>

<b>Měrná tepelná ztráta z vytápěného do nevytápěného prostoru</b>	<b><math>H_{iu}</math></b>	<b>13,0</b>	<b>W/K</b>
---	----------------------------	-------------	------------

# MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM - MECHANICKÉ VĚTRÁNÍ SE ZST

dle ČSN EN ISO 13790

## Vstupní parametry:

Objem vnitřního vzduchu

$V_a$  970,1 m<sup>3</sup>

Měrný objemový tok přiváděného čerstvého vzduchu

m<sup>3</sup>/(h·os)

Násobnost výměny vzduchu

1/h

Objemový tok vzduchu při  $\Delta p = 50$  Pa

1/h

Součinitel větrné expozice

-

Součinitel větrné expozice

-

## Součinitele větrné expozice $e$ a $f$ :

Součinitel $e$	Více než jedna exponovaná fasáda	Jedna exponovaná fasáda
pro třídu stínění:		
bez stínění	0,10	0,03
mírné stínění	0,07	0,02
významné stínění	0,04	0,01
Součinitel $f$	15	20

## Objemový tok vzduchu:

Objemový tok přiváděného vzduchu

$V_f$  280,0 m<sup>3</sup>/h

Účinnost rekuperace

$\eta$  84%

Zmenšený objemový tok přiváděného vzduchu

$V$  44,8 m<sup>3</sup>/h

Přídavný objemový tok vzduchu

$V_x$  40,7 m<sup>3</sup>/h

Celkový objemový tok vzduchu

$V$  85,5 m<sup>3</sup>/h

## Měrná tepelná ztráta větráním:

Měrná tepelná kapacita vzduchu o jednotkovém objemu

$\rho_a c_a$  0,34 Wh/(m<sup>3</sup>·K)

**Měrná tepelná ztráta větráním**

$H_v$  29,09 W/K

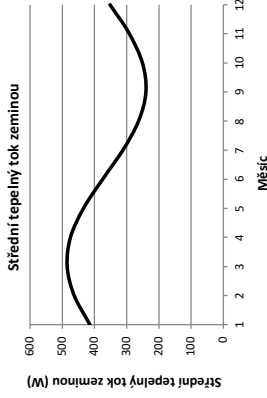


# TEPELNÝ TOK ZEMINOU - PODLAHA NA TERÉNU

dle ČSN EN ISO 13370 - podrobně dle přílohy B a C

## Sřední tepelný tok zeminou $\Phi_e$ (W) v měsíci m:

měsíc	měsíční prům. vnitřní teplota $T_{in}$ (°C)	měsíční prům. venkovní teplota $T_{e,m}$ (°C)	sřední tepelný tok zeminou $\Phi_e$ (W)
1	21,0	-2,3	414
2	21,0	-1,0	463
3	21,0	2,4	485
4	21,0	7,1	475
5	21,0	11,8	435
6	21,0	15,3	375
7	21,0	16,5	312
8	21,0	15,3	263
9	21,0	11,8	241
10	21,0	7,1	252
11	21,0	2,4	292
12	21,0	-1,0	351



Roční průměrná vnitřní teplota $T_{i,mean}$	21,00	°C
Roční průměrná vnější teplota $T_{e,mean}$	7,11	°C
Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnějších teplot $T_{e,amp}$	9,4	K
Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnějších teplot $T_{e,amp}$	9,4	K
Pořadové číslo měsíce, kdy je dosaženo nejvyšší vnější teploty $\tau$	1	-

## Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy $U_0$ (W/(m²·K)):

(pro oba případy: dobře izolovaná podlaha, kdy  $d_1 \geq B'$  / neizolovaná nebo mírně izolovaná podlaha, kdy  $d_1 < B'$ )

Plocha podlahy $A$	158,0	m²
Exponovaný obvod podlahy $P$	55,2	m
Charakteristický rozměr podlahy $B'$	5,7	m
Tloušťka obvodové stěny $w$	0,5	m
Tepelná vodivost zemin $\lambda$	3,5	W/(m·K)
Odpor při přístupu tepla na vnitřní straně podlahy $R_{s,if}$	0,17	m²·K/W
Odpor při přístupu tepla na rozhraní podlaha / zemin $R_{s,eB}$	0,00	m²·K/W
Odpor při přístupu tepla na povrchu terénu $R_{s,e}$	0,04	m²·K/W
Tepelný odpor skladby podlahy $R_t$	4,8	m²·K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy $d_1$	18,10	m
Splnění podmínky $d_1 \geq B'$	ANO	-
<b>Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy <math>U_0</math></b>	<b>0,168</b>	<b>W/(m²·K)</b>

## Ustálená tepelná propustnost $L_s$ (W/K):

Tloušťka svíslé okrajové izolace $d_n$	0,2	m
Tepelná vodivost svíslé okrajové izolace $\lambda_n$	0,033	W/(m·K)
Tepelný odpor svíslé okrajové izolace $R_n$	6,06	m²·K/W
Přídavná účinná tloušťka při umístění okrajové izolace $d'$	6,00	m
Hloubka svíslé okrajové izolace pod terénem $D$	0,25	m
Doplňkový lin. čín. prost. tepla při umístění svíslé okraj. izolace $\Delta\psi$	-0,0075	W/(m·K)
<b>Ustálená tepelná propustnost zeminou <math>L_s</math></b>	<b>26,2</b>	<b>W/K</b>

## Periodické tepelné propustnosti:

( $\rho \cdot c$ )	2,50E+06	J/(m³·K)
Objemová tepelná kapacita zemin $\delta$	3,75	m
Periodická hloubka proniklu $\alpha$	0,179	měsíců
Časový předstih cyklu teplotního toku oproti cyklu vnitřní teploty $\beta$	2,184	měsíců
Časové zpoždění cyklu teplotního toku oproti cyklu vnější teploty $L_{pe}$	27,6	W/K
<b>Vnější periodická tepelná propustnost <math>L_{pe}</math></b>	<b>13,1</b>	<b>W/K</b>

Tepelně-technické vlastnosti zemin:		Tepelná vodivost $\lambda$ (W/(m·K))	Objemová tepelná kapacita ( $\rho \cdot c$ ) J/(m³·K)
Kategorie	Popis		
1	Hliny a jíl	1,5	3,00E+06
2	Písky a štěrky	2,0	2,00E+06
3	Stejnorodá skála	3,5	2,00E+06

## Součinitel prostupu tepla skladby podlahy $U_j$

$U_j = 0,20$  W/(m²·K)

$b = 0,83$  → čísel telplotní redukce (dle ČSN 730540-4:2005 - příloha H.2.2)

# KLIMATICKÁ DATA - MĚSÍČNÍ

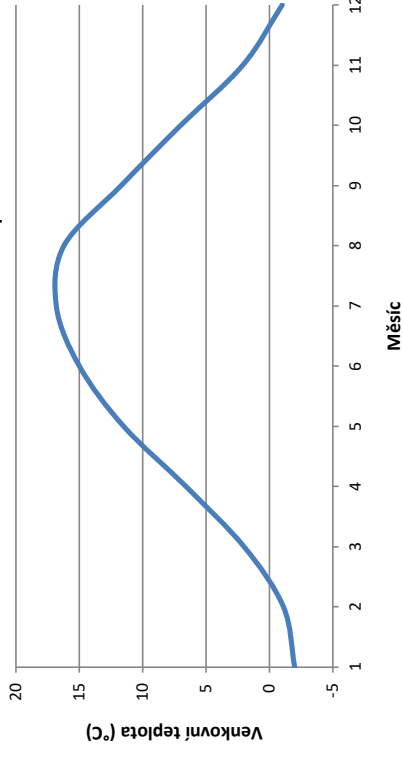
## Popis lokality:

Místo: Vimperk  
 49,05° s.š. / 13,8° v.d.  
 GPS:  
 Nadmořská výška: 694 m.n.m.

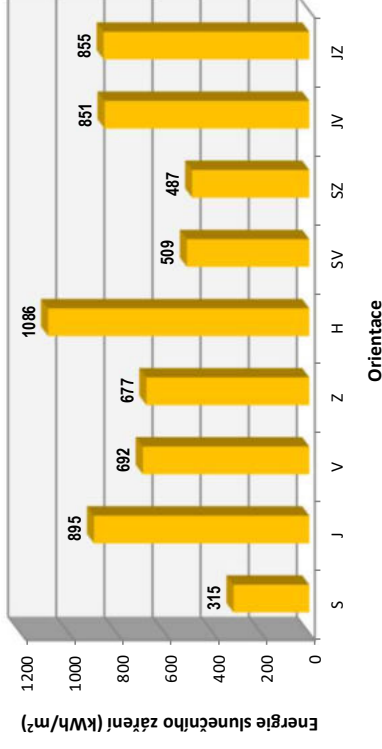
## Energie slunečního záření v kWh/m<sup>2</sup>:

měsíc	počet dnů	venkovní teplota $\theta_e$ (°C)	Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace / $L_{s,j}$ kWh/m <sup>2</sup>											
			S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ			
1	31	-2,0	7	50	15	20	23	12	12	37	44			
2	28	-1,1	13	56	26	28	40	20	20	47	51			
3	31	2,0	23	82	51	53	79	36	37	73	76			
4	30	6,6	32	95	74	72	118	51	49	92	86			
5	31	11,5	47	97	104	93	161	79	73	109	98			
6	30	15,0	52	87	115	88	166	91	73	108	88			
7	31	16,8	47	93	100	93	162	78	75	103	97			
8	31	16,2	38	100	88	88	143	64	63	101	100			
9	30	11,7	24	95	60	64	96	38	40	82	86			
10	31	7,0	17	75	34	48	57	21	25	51	71			
11	30	2,1	9	36	14	18	24	10	11	25	32			
12	31	-1,0	6	29	11	12	17	9	9	23	26			
	365	7,1	315	895	692	677	1086	509	487	851	855			

Průměrná měsíční venkovní teplota



Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace



# ČASOVÁ KONSTATNTA BUDOVY

dle ČSN EN ISO 13790

Konstanta pro výpočet kapacity dle třídy budovy

Podlahová plocha vytápěné zóny

Účinná vnitřní tepelná kapacita budovy

**Časová konstatnta budovy**

K	165 000	J/K
A <sub>f</sub>	365	m <sup>2</sup>
C <sub>m</sub>	16725	Wh/K
<b>τ</b>	<b>83</b>	<b>hod</b>

Třída	K
	J/K
velmi lehká	80 000
lehká	110 000
střední	165 000
těžká	260 000
velmi těžká	370 000

## Dřevěný KS z těžkého skeletu - původní návrh s geometrií nového návrhu - 1B

### ZÁKLADNÍ ÚDAJE

#### Základní popis zóny:

Počet osob	$n_{os}$	16	os
Přítomnost osob (procento času)	$p$	70%	
Požadovaná vnitřní teplota	$\theta_i$	21	°C
Objem vytápěné zóny	$V$	1 281,9	m <sup>3</sup> ← z vnějších rozměrů
Plocha obalových konstrukcí vytápěné zóny	$A$	834,0	m <sup>2</sup>
Podlahová plocha vytápěné zóny	$A_f$	364,9	m <sup>2</sup> ← z celkových vnitřních rozměrů
Objemový faktor tvaru budovy	$A/V$	0,65	-

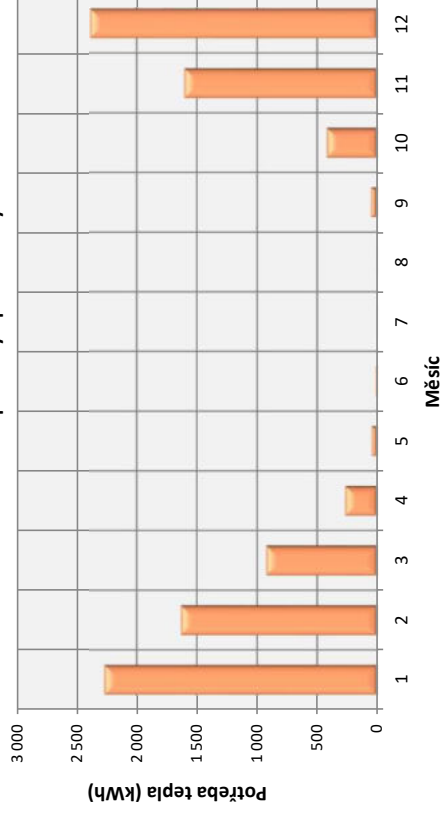
## POTŘEBA TEPLA

dle ČSN EN ISO 13790

### Potřeba tepla na vytápění budovy $Q_h$ (kWh):

měsíc	dny	délka t hodiny	venkovní teplota $\theta_{e,i}$ (°C)	vnitřní teplota $\theta_{i,i}$ (°C)	tepelná ztráta $Q_{t,i}$ (kWh)	celkové využ. tep. zisky $Q_g$ (kWh)	potřeba tepla $Q_{h,i}$ (kWh)
1	31	744	-2,0	21,0	4 103	1 833	2 269
2	28	672	-1,1	21,0	3 619	1 986	1 633
3	31	744	2,0	21,0	3 531	2 607	924
4	30	720	6,6	21,0	2 692	2 426	266
5	31	744	11,5	21,0	1 954	1 909	46
6	30	720	15,0	21,0	1 289	1 282	8
7	31	744	16,8	21,0	981	979	2
8	31	744	16,2	21,0	1 029	1 026	3
9	30	720	11,7	21,0	1 672	1 620	52
10	31	744	7,0	21,0	2 493	2 074	420
11	30	720	2,1	21,0	3 213	1 609	1 605
12	31	744	-1,0	21,0	3 879	1 488	2 391
CELKEM ZA ROK					30 456	20 838	9 618

Potřeba tepla na vytápění budovy



### Měrná potřeba tepla budovy:

#### Měrná potřeba tepla budovy vztážená k vytápěné ploše

Měrná potřeba tepla budovy vztážená k vytápěnému objemu

$E_A$  26,4 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

$E_v$  7,5 kWh/(m<sup>3</sup>·a)

### PROSTUP TEPLA OBÁLKOU BUDOVY

dle ČSN 730540-2

$U_{em}$  0,27 W/(m<sup>2</sup>·K)

Vypočtená hodnota

# TEPELNÉ ZTRÁTY - JEDNOZÓNOVÝ VÝPOČET - BEZ PŘERUŠOVANÉHO VYTÁPĚNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

## Celková tepelná ztráta $Q_L$ (kWh):

měsíc	délka t dny	hodiny	venkovní teplota $\theta_e$ (°C)	vnitřní teplota $\theta_i$ (°C)	stěny	střechy	okna a dveře	tepelná ztráta prostupem		CELKEM	tep. ztráta větráním	tep. ztráta zeminou	tepelná ztráta $Q_L$ kWh
	d	hod			kWh	kWh	kWh	vazby a mosty	nevytápěné	kWh	kWh	kWh	kWh
1	31	744	-2,0	21,0	1182	456	1143	285	102	3 168	498	437	4 103
2	28	672	-1,1	21,0	1026	396	992	248	88	2 749	432	438	3 619
3	31	744	2,0	21,0	977	376	944	236	84	2 617	411	503	3 531
4	30	720	6,6	21,0	716	276	692	173	62	1 919	302	471	2 692
5	31	744	11,5	21,0	488	188	472	118	42	1 308	206	440	1 954
6	30	720	15,0	21,0	299	115	288	72	26	800	126	364	1 289
7	31	744	16,8	21,0	216	83	209	52	19	578	91	312	981
8	31	744	16,2	21,0	247	95	238	60	21	661	104	264	1 029
9	30	720	11,7	21,0	463	178	447	112	40	1 240	195	238	1 672
10	31	744	7,0	21,0	720	277	695	174	62	1 928	303	262	2 493
11	30	720	2,1	21,0	940	362	909	227	81	2 519	396	298	3 213
12	31	744	-1,0	21,0	1131	436	1093	273	97	3 030	476	373	3 879
<b>CELKEM</b>					8 405	3 240	8 122	2 029	723	22 518	3 538	4 400	30 456
					27,6%	10,6%	26,7%	6,7%	2,4%	73,9%	11,6%	14,4%	100,0%

## Rekapitulace měrných tepelných ztrát:

Tepelná propustnost - stěny	$L_{D,1}$	W/K	69,1
Tepelná propustnost - střechy	$L_{D,2}$	W/K	26,6
Tepelná propustnost - okna a dveře	$L_{D,3}$	W/K	66,8
Tepelná propustnost - tepelné vazby a mosty	$L_{D,5}$	W/K	16,7
Tepelná propustnost - nevytápěné prostory	$L_{D,6}$	W/K	5,9
<b>Měrná tepelná ztráta prostupem</b>	$H_T$	<b>W/K</b>	<b>185,1</b>
<b>Měrná tepelná ztráta větráním</b>	$H_V$	<b>W/K</b>	<b>29,1</b>
Ustálená tepelná propustnost zeminou	$L_s$	W/K	36,2
<b>Měrná tepelná ztráta (bez ztráty zeminou)</b>	<b>H'</b>	<b>W/K</b>	<b>214,2</b>

Měrná tepelná ztráta (se ztrátou zeminou  $L_s$ )

↑ pro výpočet časové konstanty budovy

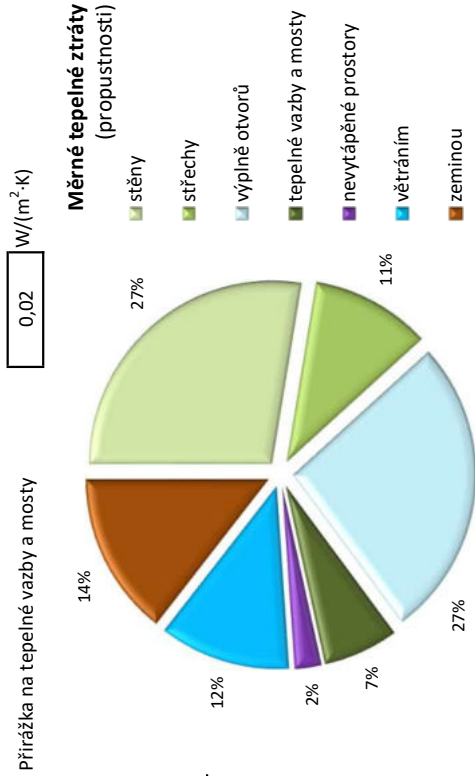
Tepelná ztráta (potřebný výkon dodaný zdrojem tepla)

W

Q

9 016

W



# TEPELNÉ ZISKY - VNITŘNÍ A SOLÁRNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

## Vnitřní tepelné zisky:

Měrné vnitřní tepelné zisky

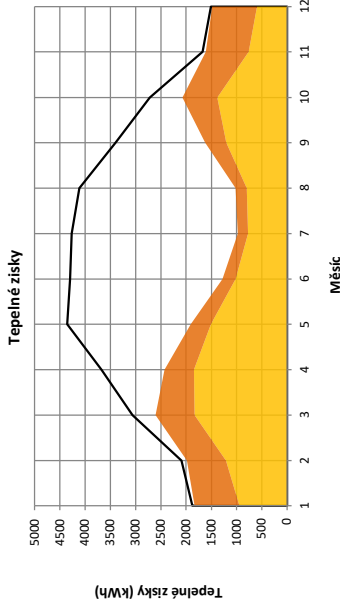
Vnitřní tepelné zisky

$$Q_{i,1} = \frac{100}{1220} W / \text{os}$$

## Rekapitulace celkových sběrných ploch oken A<sub>s</sub>:

Orientace sběrná plocha A<sub>s</sub> (m<sup>2</sup>) ← doplnit dle skutečnosti odkazem na okna!

Orientace	S	V	J	Z	H	SV	SZ	JZ	JV	CELKEM
S	4,6									
V	10,8									
J	11,2									
Z	10,9									
H										
SV										
SZ										
JZ										
JV										
<b>CELKEM</b>										<b>37,55</b>



- celkové tep. zisky
- využ. vnitřní zisky
- využ. solární zisky

## Čisté solární zisky, vnitřní tepelné zisky a stupeň využití tepelných zisků:

čisté solární zisky pro jednotlivé orientace

měsíc	délka t		využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace									CELKEM	vnitřní tep. zisky Q <sub>i,1</sub> (kWh)	celkové tep. zisky Q <sub>e</sub> (kWh)	poměr zisků a ztrát γ (-)	stupeň využití η (-)	
	dny	hodiny	S	V	J	Z	H	SV	SZ	JZ	JV						
1	31	744	32	162	559	219	0	0	0	0	0	973	908	1881	0,46	0,97	
2	28	672	60	282	627	306	0	0	0	0	0	1274	820	2094	0,58	0,95	
3	31	744	105	552	917	580	0	0	0	0	0	2155	908	3063	0,87	0,85	
4	30	720	147	802	1063	788	0	0	0	0	0	2799	878	3677	1,37	0,66	
5	31	744	216	1127	1085	1017	0	0	0	0	0	3445	908	4353	2,23	0,44	
6	30	720	238	1246	973	963	0	0	0	0	0	3420	878	4299	3,33	0,30	
7	31	744	216	1083	1041	1017	0	0	0	0	0	3357	908	4264	4,35	0,23	
8	31	744	174	953	1119	963	0	0	0	0	0	3209	908	4117	4,00	0,25	
9	30	720	110	650	1063	700	0	0	0	0	0	2523	878	3402	2,03	0,48	
10	31	744	78	368	839	525	0	0	0	0	0	1811	908	2718	1,09	0,76	
11	30	720	41	152	403	197	0	0	0	0	0	793	878	1671	0,52	0,96	
12	31	744	28	119	324	131	0	0	0	0	0	602	908	1510	0,39	0,99	
<b>CELKEM</b>												<b>26361,1</b>					<b>37 048</b>

## Využitelné solární a vnitřní tepelné zisky:

využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace

měsíc	délka t		využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace									CELKEM	využit. vnitřní tep. zisky Q <sub>i,1</sub> (kWh)	celkové využ. tep. zisky Q <sub>e</sub> (kWh)
	dny	hodiny	S	V	J	Z	H	SV	SZ	JZ	JV			
1	31	744	31	158	545	213	0	0	0	0	0	948	885	1 833
2	28	672	57	267	594	291	0	0	0	0	0	1 209	778	1 986
3	31	744	90	470	781	494	0	0	0	0	0	1 835	773	2 607
4	30	720	97	529	701	520	0	0	0	0	0	1 847	580	2 426
5	31	744	95	494	476	446	0	0	0	0	0	1 511	398	1 909
6	30	720	71	371	290	287	0	0	0	0	0	1 020	262	1 282
7	31	744	49	249	239	234	0	0	0	0	0	770	208	979
8	31	744	43	238	279	240	0	0	0	0	0	800	226	1 026
9	30	720	52	310	506	333	0	0	0	0	0	1 202	418	1 620
10	31	744	59	281	640	401	0	0	0	0	0	1 381	692	2 074
11	30	720	40	146	388	190	0	0	0	0	0	763	846	1 609
12	31	744	27	117	320	129	0	0	0	0	0	594	894	1 488
<b>CELKEM</b>												<b>13 878</b>	<b>6 960</b>	<b>20 838</b>

## Pomocné charakteristiky pro výpočet stupně využití tepelných zisků:

Číselný parametr

Časová konstanta

Číselný parametr

a<sub>0</sub> 1 - ← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet

τ<sub>0</sub> 15 h - ← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet

σ 4,0 -

## MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - NEPRŮSVĚTNÉ KONSTRUKCE

dle ČSN EN ISO 13789 - přímý vstup tepla do vnějšího prostředí (→ plošné neprůsvětné konstrukce, kromě dveří)

### Obvodové stěny mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

stěna	orientace	šířka <i>b</i> m	výška <i>h</i> m	celková plocha <i>A<sub>T</sub></i> m <sup>2</sup>	plocha výplň otvorů		čistá plocha <i>A</i> m <sup>2</sup>	součinitel prostupu tepla <i>U</i> W/(m <sup>2</sup> .K)	tepelná propustnost <i>L<sub>D,1,i</sub></i> W/K
					<i>A<sub>G</sub></i> m <sup>2</sup>	%			
stěna	S	-	-	124,0	6,48	5,2	117,6	0,2	23,51
stěna	V	-	-	79,1	26,56	33,6	52,6	0,2	10,51
stěna	J	-	-	145,2	28,53	19,6	116,7	0,2	23,34
stěna	Z	-	-	90,6	31,89	35,2	58,7	0,2	11,74
				439,0	93,5		345,5		69,1
							<b>CELKEM</b>		

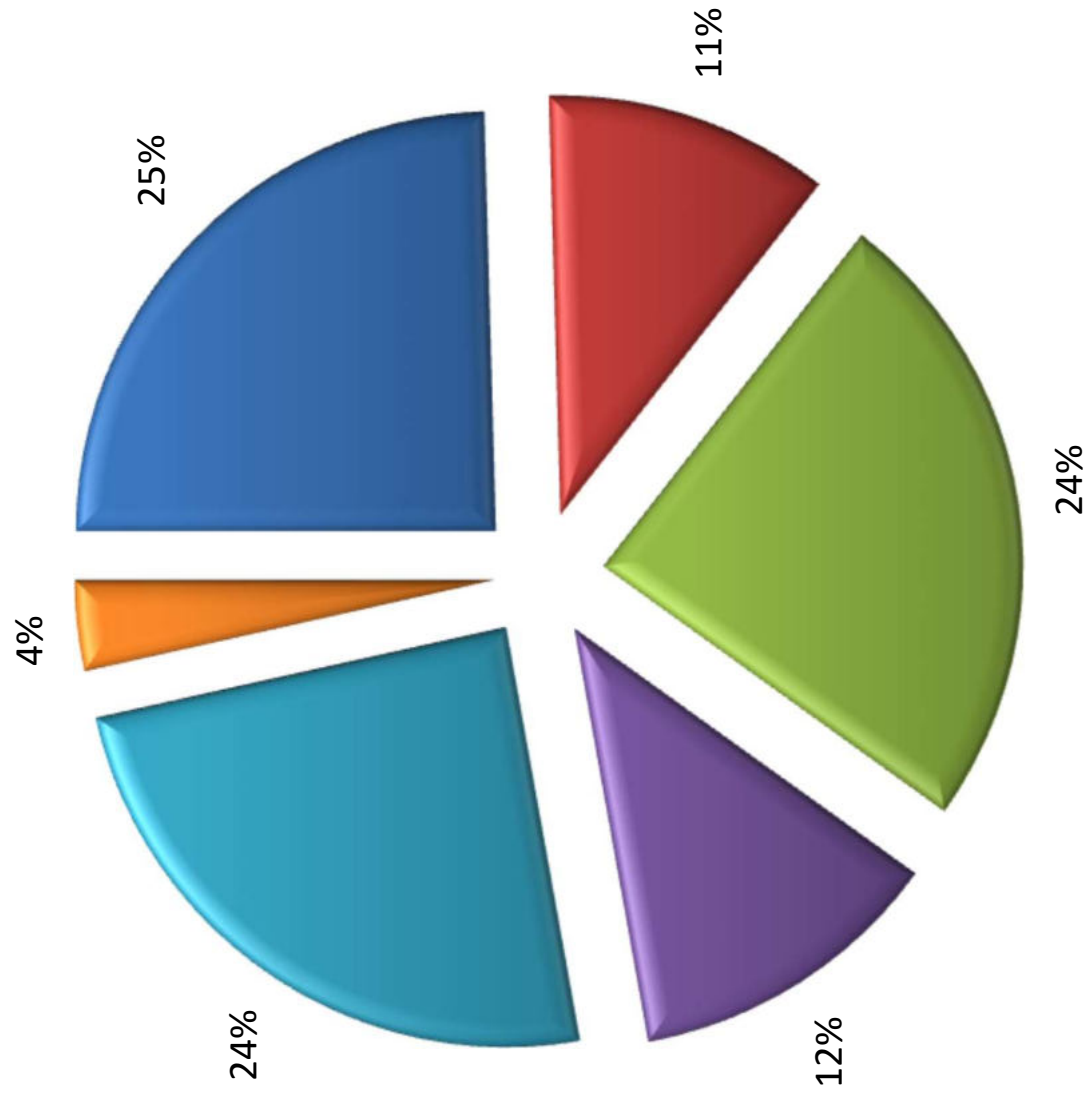
### Střechy (mezi vytápěným prostorem a venkovním) prostředím:

střechy	orientace	šířka <i>b</i> m	výška <i>h</i> m	celková plocha <i>A<sub>T</sub></i> m <sup>2</sup>	plocha výplň otvorů		čistá plocha <i>A</i> m <sup>2</sup>	součinitel prostupu tepla <i>U</i> W/(m <sup>2</sup> .K)	tepelná propustnost <i>L<sub>D,2,i</sub></i> W/K
					<i>A<sub>G</sub></i> m <sup>2</sup>	%			
střecha	H	-	-	166,5	0,00	0,0	166,5	0,14	23,31
terasa	H	-	-	13,9	0,00	0,0	13,9	0,24	3,32
				180,3	0,0		180,3		26,6
							<b>CELKEM</b>		



# tepelná propustnost

→ stěny a střechy



# MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - VÝPLNĚ OTVORŮ

dle ČSN EN ISO 10077-1 a ČSN EN ISO 13790

## Okna a dveře mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

okno/ dveře	součinitel prostupu tepla		podlaží	orientace	energetická propustnost $g_{\text{normál}}$	šířka $b$	výška $h$	plocha $A_w$	počet	celková plocha $A_w$	plocha zasklení $A_g$	korekční činitelé				sběrná plocha $A_s$	délka ostění $o_1$	délka parapetu $o_2$	tepelná propustnost $L_{D,A,J}$	
	$U_g$	$U_f$										$F_F$	$F_C$	$F_o$	$F_f$					$F_h$
okno 1	0,50	1,1	2	S	0,52	1,20	2,40	2,88	1	2,9	2,52	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,30	6,00	1,20	2,04
okno 2	0,50	1,1	2	S	0,52	3,20	1,35	4,32	1	4,3	3,53	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	1,80	5,90	3,20	**
okno 3	0,50	1,1	3	S	0,52	1,50	2,40	3,60	1	3,6	2,90	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,49	6,30	1,50	2,63
okno 4	0,50	1,1	1	V	0,52	2,60	1,50	3,90	1	3,9	3,21	1,00	1,00	1,00	0,78	0,83	1,08	5,60	2,60	2,79
okno 5	0,50	1,1	1	V	0,52	2,60	1,50	3,90	1	3,9	3,21	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	1,42	5,60	2,60	2,79
dveře 1	1,00	1,2	1	V	0,57	1,00	2,40	2,40	1	2,4	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	0,73	1,00	1,00	2,89
okno 6	0,50	1,1	2	V	0,52	3,20	1,35	4,32	1	4,3	3,53	1,00	1,00	1,00	0,78	0,87	1,25	5,90	3,20	**
okno 7	0,50	1,1	2	V	0,52	5,00	2,40	12,00	1	12,0	10,89	1,00	1,00	1,00	1,00	0,89	5,04	9,80	5,00	7,46
okno 8	0,50	1,1	3	V	0,52	2,60	0,95/2,4	4,36	1	4,4	3,54	1,00	1,00	1,00	0,78	0,92	1,32	6,95	2,60	3,12
okno 9	0,50	1,1	1	J	0,52	3,80	2,40	9,12	1	9,1	8,16	1,00	1,00	1,00	1,00	0,91	3,86	8,60	3,80	5,82
okno 10	0,50	1,1	1	J	0,52	2,80	0,70	1,96	1	2,0	1,44	1,00	1,00	1,00	1,00	0,93	0,70	4,20	2,80	1,58
okno 11	0,50	1,1	2	J	0,52	1,20	1,50	1,80	1	1,8	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	0,67	4,20	1,20	1,46
okno 12	0,50	1,1	2	J	0,52	3,20	1,50	4,80	1	4,8	4,05	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	2,04	3,20	3,20	3,33
okno 13	0,50	1,1	2	J	0,52	0,90	2,05	1,85	1	1,8	1,34	1,00	1,00	1,00	0,89	0,97	0,60	5,00	0,90	1,50
okno 14	0,50	1,1	3	J	0,52	3,75	2,40	9,00	1	9,0	7,76	1,00	1,00	1,00	0,83	0,99	3,32	8,55	3,75	5,91
okno 15	0,50	1,1	1	Z	0,52	2,60	1,50	3,90	1	3,9	3,21	1,00	1,00	1,00	1,00	0,82	1,37	5,60	2,60	2,79
okno 16	0,50	1,1	1	Z	0,52	2,60	1,50	3,90	1	3,9	3,21	1,00	1,00	1,00	1,00	0,84	1,40	5,60	2,60	2,79
dveře 2	1,00	1,2	1	Z	0,57	1,00	2,40	2,40	1	2,4	1,50	1,00	1,00	1,00	0,69	0,97	0,27	5,80	1,00	2,89
okno 17	0,50	1,1	2	Z	0,52	5,00	2,40	12,00	1	12,0	10,89	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	5,38	9,80	5,00	7,46
dveře 3	0,50	1,2	2	Z	0,52	2,60	2,05	5,33	1	5,3	3,54	1,00	1,00	1,00	0,69	0,99	1,26	6,70	2,60	4,37
okno 18	0,50	1,1	3	Z	0,52	2,60	0,95/2,4	4,36	1	4,4	3,54	1,00	1,00	1,00	0,69	0,99	1,26	6,95	2,60	3,12
okno 19	0,50	1,1	2	S	0,52	1,60	1,90	3,04	1	3,0	2,68	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	*	5,40	1,60	**
dveře 4	1,00	1,2	2	V	0,57	1,00	2,40	2,40	1	2,4	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	*	5,80	-	**
<b>CELKEM</b>									<b>23</b>	<b>107,5</b>	<b>88,98</b>					<b>CELKEM</b>	<b>37,5</b>	<b>146,3</b>	<b>56,6</b>	<b>66,8</b>

\* není započítáno do sběrné plochy - výplň otvorů mezi vytápěným a nevytápěným prostorem

\*\* započteno v záložce "Nevytápěné"

## Rekapitulace oken a dveří dle orientace j :

orientace	celková plocha $A_{w,j}$	sběrná plocha $A_{s,j}$	tepelná propustnost $L_{D,A,J}$
	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	W/K
S	10,8	4,6	4,7
V	30,9	10,8	19,1
J	28,5	11,2	19,6
Z	31,9	10,9	23,4
H			
<b>CELKEM</b>	<b>102,1</b>	<b>37,5</b>	<b>66,8</b>

## Dveře mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

dveře	orientace	šířka $b$	výška $h$	plocha $A_D$	počet	celková plocha $A_D$	délka ostění $o_1$	délka parapetu $o_2$	souč. prost. tepla $U$	tepelná propust. $L_{D,A,J}$
		m	m	m <sup>2</sup>	ks	m <sup>2</sup>	m	m	W/(m <sup>2</sup> ·K)	W/K
	S			0,00		0,00	0,00	0,00		0,00
	V			0,00		0,00	0,00	0,00		0,00
	J			0,00		0,00	0,00	0,00		0,00
	Z			0,00		0,00	0,00	0,00		0,00
	H			0,00		0,00	0,00	0,00		0,00
	<b>CELKEM</b>			<b>0,00</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>		<b>0,0</b>

## Celková plocha výplň otvorů dle orientace j :

orientace	celková plocha $A_j$
	m <sup>2</sup>
S	10,8
V	30,9
J	28,5
Z	31,9
H	
<b>CELKEM</b>	<b>102,1</b>

# MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM – NEVYTÁPĚNÉ PROSTORY

dle ČSN EN ISO 13789

## Měrná tepelná ztráta z nevytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{ue}$ (W/K):

prvek	orientace	celková plocha $A_T$ m <sup>2</sup>	čistá plocha m <sup>2</sup>	součinitel postupu tepla $U$ W/(m <sup>2</sup> .K)	tepelná propustnost $L_{due}$ W/K
stěna S	S	12,4	8,1	0,2	1,61
stěna V	V	11,4	7,1	0,2	1,42
okno 2 S	S	4,32	4,3	0,71	3,07
okno 6 V	V	4,32	4,3	0,71	3,07
<b>CELKEM</b>					<b>9,2</b>

### Ztráta podlahou na terénu:

Plocha podlahy	A	0,0	m <sup>2</sup>
Exponovaný obvod podlahy	P	1,0	m
Charakteristický rozměr podlahy	B'	0,0	m
Tloušťka obvodové stěny	w	0,00	m
Tepelná vodivost zeminy	$\lambda$	3,5	W/(m.K)
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně podlahy	$R_{si}$	0,17	m <sup>2</sup> .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně podlahy	$R_{se}$	0,00	m <sup>2</sup> .K/W
Tepelný odpor podlahové desky	$R_f$	6,00	m <sup>2</sup> .K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy	$d_t$	21,60	m
Spínění podmínky $d_t \geq B'$	ANO		
Základní hodnota součinitele postupu tepla podlahy	$U_{ue0}$	0,16	W/(m <sup>2</sup> .K)
<b>Ustálená tepelná propustnost zeminou</b>	<b><math>L_{Sue}</math></b>	<b>0,0</b>	<b>W/K</b>

Objem vnitřního vzduchu nevytápěného prostoru	$V_{ua}$	33,6	m <sup>3</sup>
Násobnost výměny vzduchu mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím	$n$	0,00	1/h
Vzduchový tok mezi nevyt. prostorem a venkovním prostředím	$V_{ue}$	0	m <sup>3</sup> /h
<b>Měrná tepelná ztráta větráním mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím</b>	<b><math>H_{V,ue}</math></b>	<b>0,0</b>	<b>W/K</b>

<b>Měrná tepelná ztráta z nevytáp. prostoru do venkovního prostředí</b>	<b><math>H_{ue}</math></b>	<b>9,2</b>	<b>W/K</b>
---	----------------------------	------------	------------

Číselník teplotní redukce mezi vytápěným a nevytáp. prostorem

$b$  0,35

**Měrná ztráta prostupem tepla nevytápěným prostorem**

$H_u$  5,9 W/K

## Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do nevytápěného $H_{iu}$ (W/K):

prvek	celková plocha $A_T$ m <sup>2</sup>	čistá plocha m <sup>2</sup>	součinitel postupu tepla $U$ W/(m <sup>2</sup> .K)	tepelná propustnost $L_{diu}$ W/K
stěna	23,8	18,4	0,2	3,7
podlaha	16,4	16,4	0,25	4,1
strop	16,4	16,4	0,25	4,1
okno 19	3,04	3,0	0,7	2,1
dveře 4	2,40	2,4	1,2	2,9
<b>CELKEM</b>				<b>16,9</b>

Objem vnitřního vzduchu vytápěného prostoru	$V_{ia}$	0,0	m <sup>3</sup>
Násobnost výměny vzduchu mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	$n$	0,00	1/h
Vzduchový tok mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	$V_{iu}$	0	m <sup>3</sup> /h
<b>Měrná tepelná ztráta větráním mezi vytápěným prostorem a nevytápěným</b>	<b><math>H_{V,iu}</math></b>	<b>0,0</b>	<b>W/K</b>

<b>Měrná tepelná ztráta z vytápěného do nevytápěného prostoru</b>	<b><math>H_{iu}</math></b>	<b>16,9</b>	<b>W/K</b>
---	----------------------------	-------------	------------

# MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM - MECHANICKÉ VĚTRÁNÍ SE ZST

dle ČSN EN ISO 13790

## Vstupní parametry:

Objem vnitřního vzduchu

$V_a$	970,1	$m^3$
	25	$m^3/(h \cdot os)$

Měrný objemový tok přiváděného čerstvého vzduchu

Násobnost výměny vzduchu

$n$	0,29	1/h
-----	------	-----

Objemový tok vzduchu při  $\Delta p = 50$  Pa

$n_{50}$	0,60	1/h
----------	------	-----

Součinitel větrné expozice

$e$	0,07	-
-----	------	---

Součinitel větrné expozice

$f$	15	-
-----	----	---

## Součinitele větrné expozice $e$ a $f$ :

Součinitel $e$ pro třídu stínění:	Více než jedna exponovaná fasáda	Jedna exponovaná fasáda
bez stínění	0,10	0,03
mírné stínění	0,07	0,02
významné stínění	0,04	0,01
Součinitel $f$	15	20

## Objemový tok vzduchu:

Objemový tok přiváděného vzduchu

$V_f$	280,0	$m^3/h$
-------	-------	---------

Účinnost rekuperace

$\eta$	84%	
--------	-----	--

Zmenšený objemový tok přiváděného vzduchu

$V$	44,8	$m^3/h$
-----	------	---------

Přídavný objemový tok vzduchu

$V_x$	40,7	$m^3/h$
-------	------	---------

Celkový objemový tok vzduchu

$V$	85,5	$m^3/h$
-----	------	---------

## Měrná tepelná ztráta větráním:

Měrná tepelná kapacita vzduchu o jednotkovém objemu

$\rho_a c_a$	0,34	$Wh/(m^3 \cdot K)$
--------------	------	--------------------

**Měrná tepelná ztráta větráním**

$H_v$	29,09	<b>W/K</b>
-------	-------	------------

## TEPELNÝ TOK ZEMINOU - PODLAHA NA TERÉNU

dle ČSN EN ISO 13370 - podrobně dle přílohy B a C

### Sřední tepelný tok zeminou $\Phi_e$ (W) v měsíci m:

měsíc	měsíční prům. vnitřní teplota $T_{in}$ (°C)	měsíční prům. venkovní teplota $T_{e,sm}$ (°C)	sřední tepelný tok zeminou $\Phi_e$ (W)
1	21,0	-2,3	587
2	21,0	-1,0	652
3	21,0	2,4	676
4	21,0	7,1	654
5	21,0	11,8	592
6	21,0	15,3	506
7	21,0	16,5	419
8	21,0	15,3	355
9	21,0	11,8	330
10	21,0	7,1	352
11	21,0	2,4	415
12	21,0	-1,0	501

Roční průměrná vnitřní teplota

$T_{i,mean}$  21,00 °C

Roční průměrná vnější teplota

$T_{e,mean}$  7,11 °C

Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnitřních teplot

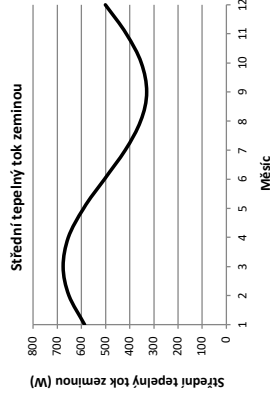
$T_{i,amp}$  0,00 K

Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnějších teplot

$T_{e,amp}$  9,4 K

Pořadové číslo měsíce, kdy je dosaženo nejvyšší vnější teploty

$t$  1



$T_{i,mean}$

$T_{e,mean}$

$T_{i,amp}$

$T_{e,amp}$

$t$

### Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy $U_0$ (W/(m<sup>2</sup>·K)):

(pro oba případy: dobře izolovaná podlaha, kdy  $d_1 \geq B'$  / neizolovaná nebo mírně izolovaná podlaha, kdy  $d_1 < B'$ )

Popis	Podlaha	Podlaha
Plocha podlahy	A	158,0 m <sup>2</sup>
Exponovaný obvod podlahy	P	55,2 m
Charakteristický rozměr podlahy	B'	5,7 m
Tloušťka obvodové stěny	w	0,4 m
Tepelná vodivost zemin	$\lambda$	3,5 W/(m·K)
Odpor při přístupu tepla na vnitřní straně podlahy	$R_{s,if}$	0,17 m <sup>2</sup> ·K/W
Odpor při přístupu tepla na rozhraní podlaha / zemin	$R_{s,eB}$	0,00 m <sup>2</sup> ·K/W
Odpor při přístupu tepla na povrchu terénu	$R_{s,e}$	0,04 m <sup>2</sup> ·K/W
Tepelný odpor skladby podlahy	$R_t$	3,2 m <sup>2</sup> ·K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy	$d_1$	12,16 m
Splnění podmínky $d_1 \geq B'$	ANO	
<b>Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy</b>	<b><math>U_0</math></b>	<b>0,235 W/(m<sup>2</sup>·K)</b>

### Ustálená tepelná propustnost $L_s$ (W/K):

Tloušťka svíslé okrajové izolace	$d_n$	0,1 m
Tepelná vodivost svíslé okrajové izolace	$\lambda_n$	0,034 W/(m·K)
Tepelný odpor svíslé okrajové izolace	$R_n$	2,94 m <sup>2</sup> ·K/W
Přídavná účinná tloušťka při umístění okrajové izolace	$d''$	2,91 m
Hloubka svíslé okrajové izolace pod terénem	D	0,52 m
Doplňkový lin. čín. prost. tepla při umístění svíslé okraj. izolace	$\Delta\psi$	-0,0171 W/(m·K)
<b>Ustálená tepelná propustnost zeminou</b>	<b><math>L_s</math></b>	<b>36,2 W/K</b>

### Periodické tepelné propustnosti:

<b>(podlaha na zemině se svíslou okrajovou izolací)</b>		
Objemová tepelná kapacita zemin	( $\rho \cdot c$ )	2,50E+06 J/(m <sup>3</sup> ·K)
Periodická hloubka proniklu	$\delta$	3,75 m
Časový předstih cyklu teplotního toku oproti cyklu vnitřní teploty	$\alpha$	0,254 měsíců
Časové zpoždění cyklu teplotního toku oproti cyklu vnější teploty	$\beta$	2,028 měsíců
<b>Vnitřní periodická tepelná propustnost</b>	<b><math>L_{pi}</math></b>	<b>39,1 W/K</b>
<b>Vnější periodická tepelná propustnost</b>	<b><math>L_{pe}</math></b>	<b>18,4 W/K</b>

### Tepelně-technické vlastnosti zemin:

Kategorie	Popis	Tepelná vodivost $\lambda$ (W/(m·K))	Objemová tepelná kapacita ( $\rho \cdot c$ ) U (m <sup>3</sup> ·K)
1	Hliny a jíly	1,5	3,00E+06
2	Písky a štěrky	2,0	2,00E+06
3	Stejnorodá skála	3,5	2,00E+06

### Součinitel prostupu tepla skladby podlahy

$U_j$  0,30 W/(m<sup>2</sup>·K)

$b$  0,76

→ číselní teplotní redukce (dle ČSN 730540-4:2005 - příloha H.2.2)

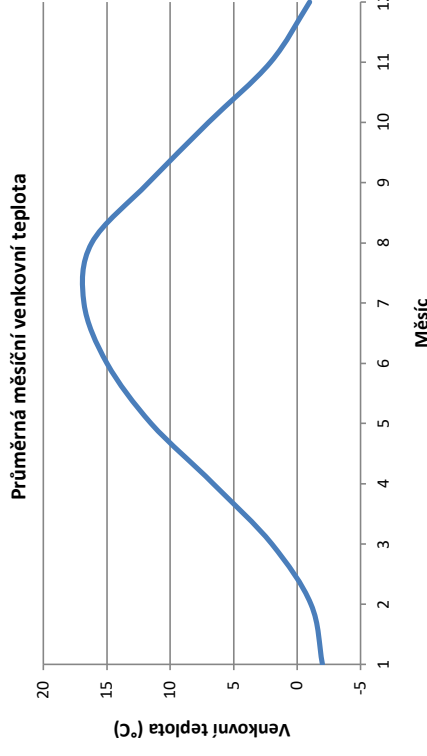
# KLIMATICKÁ DATA - MĚSÍČNÍ

## Popis lokality:

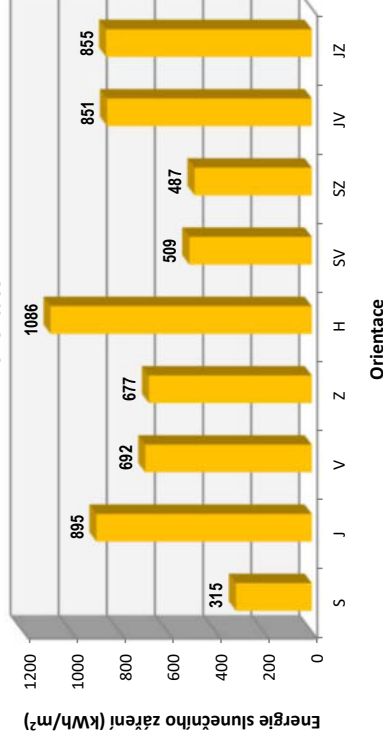
Místo: Vimperk  
 49,05° s.š. / 13,8° v.d.  
 GPS:  
 Nadmořská výška: 694 m.n.m.

## Energie slunečního záření v kWh/m<sup>2</sup>:

měsíc	počet dnů	venkovní teplota $\theta_e$ (°C)	Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace $I_{s,j}$											
			S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ			
1	31	-2,0	7	50	15	20	23	23	12	12	37	44		
2	28	-1,1	13	56	26	28	40	40	20	20	47	51		
3	31	2,0	23	82	51	53	79	79	36	37	73	76		
4	30	6,6	32	95	74	72	118	118	51	49	92	86		
5	31	11,5	47	97	104	93	161	161	79	73	109	98		
6	30	15,0	52	87	115	88	166	166	91	73	108	88		
7	31	16,8	47	93	100	93	162	162	78	75	103	97		
8	31	16,2	38	100	88	88	143	143	64	63	101	100		
9	30	11,7	24	95	60	64	96	96	38	40	82	86		
10	31	7,0	17	75	34	48	57	57	21	25	51	71		
11	30	2,1	9	36	14	18	24	24	10	11	25	32		
12	31	-1,0	6	29	11	12	17	17	9	9	23	26		
	365	7,1	315	895	692	677	1086	1086	509	487	851	855		



## Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace



# ČASOVÁ KONSTATNTA BUDOVY

dle ČSN EN ISO 13790

Konstanta pro výpočet kapacity dle třídy budovy

Podlahová plocha vytápěné zóny

Účinná vnitřní tepelná kapacita budovy

**Časová konstatnta budovy**

K	110 000	J/K	K
A <sub>f</sub>	365	m <sup>2</sup>	J/K
C <sub>m</sub>	11150	Wh/K	80 000
<b>τ</b>	<b>45</b>	<b>hod</b>	110 000
			165 000
			260 000
			370 000

Třída

velmi lehká

lehká

střední

těžká

velmi těžká

## Dřevěný KS z těžkého skeletu - původní návrh s původní geometrií - 2B

### ZÁKLADNÍ ÚDAJE

#### Základní popis zóny:

Počet osob	$n_{os}$	16	os
Přítomnost osob (procento času)	$p$	70%	
Požadovaná vnitřní teplota	$\theta_i$	21	°C
Objem vytápěné zóny	$V$	2 347,8	m <sup>3</sup> ← z vnějších rozměrů
Plocha obalových konstrukcí vytápěné zóny	$A$	1 183,3	m <sup>2</sup>
Podlahová plocha vytápěné zóny	$A_f$	531,9	m <sup>2</sup> ← z celkových vnitřních rozměrů
Objemový faktor tvaru budovy	$A/V$	0,50	-



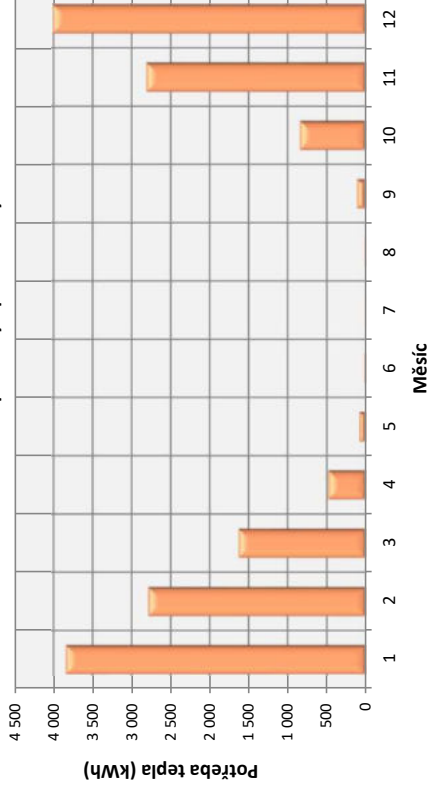
## POTŘEBA TEPLA

dle ČSN EN ISO 13790

### Potřeba tepla na vytápění budovy $Q_h$ (kWh):

měsíc	dny	délka t hodiny	venkovní teplota $\theta_e$ (°C)	vnitřní teplota $\theta_i$ (°C)	tepelná ztráta $Q_L$ (kWh)	celkové využ. tep. zisky $Q_g$ (kWh)	potřeba tepla $Q_h$ (kWh)
1	31	744	-2,0	21,0	6 086	2 243	3 844
2	28	672	-1,1	21,0	5 352	2 564	2 788
3	31	744	2,0	21,0	5 202	3 571	1 631
4	30	720	6,6	21,0	3 946	3 466	480
5	31	744	11,5	21,0	2 845	2 766	80
6	30	720	15,0	21,0	1 867	1 854	13
7	31	744	16,8	21,0	1 421	1 417	4
8	31	744	16,2	21,0	1 510	1 503	6
9	30	720	11,7	21,0	2 487	2 375	112
10	31	744	7,0	21,0	3 719	2 874	845
11	30	720	2,1	21,0	4 791	1 979	2 812
12	31	744	-1,0	21,0	5 771	1 756	4 015
CELKEM ZA ROK					44 997	28 368	16 629

Potřeba tepla na vytápění budovy



### Měrná potřeba tepla budovy:

**Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěné ploše**

Měrná potřeba tepla budovy vztažená k vytápěnému objemu

$E_A$  **31,3 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

$E_V$  7,1 kWh/(m<sup>3</sup>·a)

### PROSTUP TEPLA OBÁLKOU BUDOVY

dle ČSN 730540-2

Vypočtená hodnota

$U_{em}$  **0,28 W/(m<sup>2</sup>·K)**

# TEPELNÉ ZTRÁTY - JEDNOZÓNOVÝ VÝPOČET - BEZ PŘERUŠOVANÉHO VYTÁPĚNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

## Celková tepelná ztráta $Q_L$ (kWh):

měsíc	délka t dny	hodiny	venkovní teplota $\theta_e$ (°C)	vnitřní teplota $\theta_i$ (°C)	stěny	střechy	okna a dveře	tepelná ztráta prostupem		CELKEM	tep. ztráta větráním	tep. ztráta zeminou	tepelná ztráta $Q_L$ kWh
	d	hod			kWh	kWh	kWh	vazby a mosty	nevytápěné	kWh	kWh	kWh	kWh
1	31	744	-2,0	21,0	1757	592	1896	405	172	4 822	707	558	6 086
2	28	672	-1,1	21,0	1524	514	1646	351	149	4 185	613	554	5 352
3	31	744	2,0	21,0	1451	489	1567	335	142	3 983	584	635	5 202
4	30	720	6,6	21,0	1064	358	1149	245	104	2 921	428	596	3 946
5	31	744	11,5	21,0	726	244	783	167	71	1 992	292	562	2 845
6	30	720	15,0	21,0	443	149	479	102	43	1 217	178	471	1 867
7	31	744	16,8	21,0	321	108	346	74	31	880	129	412	1 421
8	31	744	16,2	21,0	367	123	396	85	36	1 006	147	356	1 510
9	30	720	11,7	21,0	687	232	742	158	67	1 887	277	324	2 487
10	31	744	7,0	21,0	1069	360	1154	247	105	2 935	430	354	3 719
11	30	720	2,1	21,0	1397	471	1508	322	137	3 834	562	395	4 791
12	31	744	-1,0	21,0	1680	566	1814	387	165	4 612	676	483	5 771
<b>CELKEM</b>					12 486	4 206	13 480	2 879	1 224	<b>34 275</b>	<b>5 024</b>	<b>5 699</b>	<b>44 997</b>
					27,7%	9,3%	30,0%	6,4%	2,7%	76,2%	11,2%	12,7%	100,0%

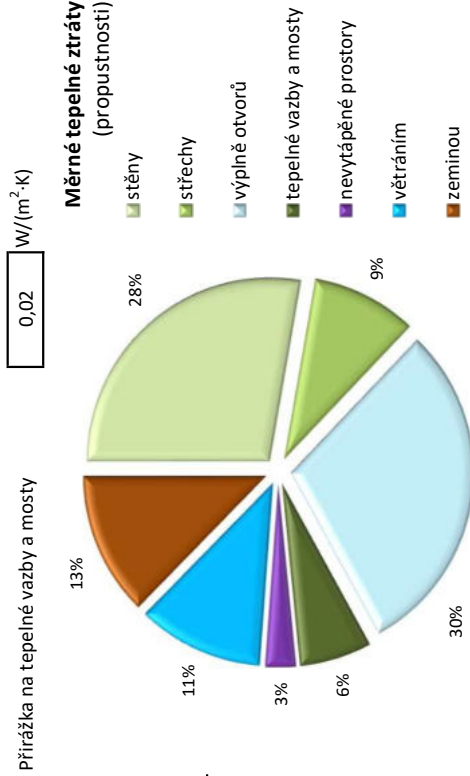
## Rekapitulace měrných tepelných ztrát:

Tepelná propustnost - stěny	$L_{D,1}$	102,6	W/K
Tepelná propustnost - střechy	$L_{D,2}$	34,6	W/K
Tepelná propustnost - okna a dveře	$L_{D,3}$	110,8	W/K
Tepelná propustnost - tepelné vazby a mosty	$L_{D,5}$	23,7	W/K
Tepelná propustnost - nevytápěné prostory	$L_{D,6}$	10,1	W/K
<b>Měrná tepelná ztráta prostupem</b>	$H_T$	<b>281,8</b>	<b>W/K</b>
<b>Měrná tepelná ztráta větráním</b>	$H_V$	<b>41,3</b>	<b>W/K</b>
Ustálená tepelná propustnost zeminou	$L_s$	46,9	W/K
<b>Měrná tepelná ztráta (bez ztráty zeminou)</b>	$H'$	<b>323,1</b>	<b>W/K</b>

Měrná tepelná ztráta (se ztrátou zeminou  $L_s$ )

↑ pro výpočet časové konstanty budovy

Tepelná ztráta (potřebný výkon dodaný zdrojem tepla)  $Q$



# TEPELNÉ ZISKY - VNITŘNÍ A SOLÁRNÍ

dle ČSN EN ISO 13790

## Vnitřní tepelné zisky:

Měrné vnitřní tepelné zisky

Vnitřní tepelné zisky

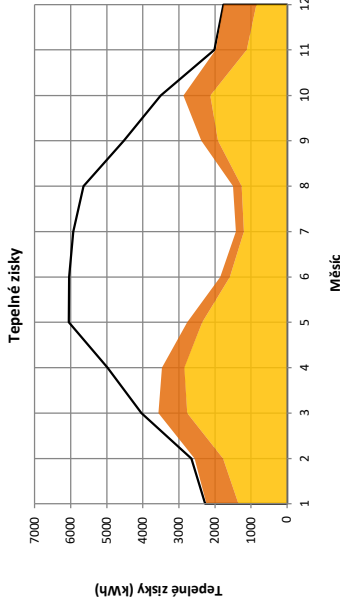
$$Q_{i,1} = \frac{100}{1220} W / os$$

## Rekapitulace celkových sběrných plochí okna A<sub>s</sub>:

Orientace sběrná plocha A<sub>s</sub> (m<sup>2</sup>) ← doplnit dle skutečnosti odkazem na okna!

S	V	J	Z	H	SV	SZ	JZ	JV	CELKEM
12,4	16,6	14,4	15,5						58,84

- celkové tep. zisky
- využ. vnitřní zisky
- využ. solární zisky



## Čistě solární zisky, vnitřní tepelné zisky a stupeň využití tepelných zisků:

čistě solární zisky pro jednotlivé orientace

měsíc	délka t		využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace								CELKEM	poměr zisků a ztrát $\gamma$ (-)	stupeň využití $\eta$ (-)				
	dny	hodiny	S	V	J	Z	H	SV	SZ	JZ				JV			
1	31	744	86	250	720	309	0	0	0	0	0	0	1365	908	2273	0,37	0,99
2	28	672	161	433	806	433	0	0	0	0	0	0	1832	820	2652	0,50	0,97
3	31	744	284	849	1180	819	0	0	0	0	0	0	3132	908	4040	0,78	0,88
4	30	720	395	1232	1368	1113	0	0	0	0	0	0	4107	878	4985	1,26	0,70
5	31	744	581	1731	1396	1437	0	0	0	0	0	0	5145	908	6053	2,13	0,46
6	30	720	642	1914	1252	1360	0	0	0	0	0	0	5168	878	6047	3,24	0,31
7	31	744	581	1664	1339	1437	0	0	0	0	0	0	5021	908	5928	4,17	0,24
8	31	744	469	1465	1440	1360	0	0	0	0	0	0	4733	908	5641	3,74	0,27
9	30	720	296	999	1368	989	0	0	0	0	0	0	3652	878	4530	1,82	0,52
10	31	744	210	566	1080	742	0	0	0	0	0	0	2597	908	3505	0,94	0,82
11	30	720	111	233	518	278	0	0	0	0	0	0	1141	878	2019	0,42	0,98
12	31	744	74	183	417	185	0	0	0	0	0	0	860	908	1768	0,31	0,99
<b>CELKEM</b>											<b>38753,3</b>	<b>49 440</b>					

## Využitelné solární a vnitřní tepelné zisky:

využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace

měsíc	délka t		využitelné solární zisky pro jednotlivé orientace								CELKEM	využitelné tep. zisky $Q_{i,1}$ (kWh)	celkové využ. tep. zisky $Q_{t,1}$ (kWh)		
	dny	hodiny	S	V	J	Z	H	SV	SZ	JZ				JV	
1	31	744	85	246	710	305	0	0	0	0	0	0	1347	896	2 243
2	28	672	155	418	780	418	0	0	0	0	0	0	1772	793	2 564
3	31	744	251	750	1043	724	0	0	0	0	0	0	2768	802	3 571
4	30	720	375	856	951	773	0	0	0	0	0	0	2855	611	3 466
5	31	744	548	1232	1368	1113	0	0	0	0	0	0	3351	415	2 766
6	30	720	642	1396	1252	1360	0	0	0	0	0	0	3652	269	1 854
7	31	744	581	1339	1437	1437	0	0	0	0	0	0	4733	217	1 417
8	31	744	469	1252	1396	1360	0	0	0	0	0	0	4733	242	1 503
9	30	720	296	999	1368	989	0	0	0	0	0	0	3652	461	2 375
10	31	744	210	566	1080	742	0	0	0	0	0	0	2597	744	2 874
11	30	720	111	233	518	278	0	0	0	0	0	0	1141	861	1 979
12	31	744	74	182	415	184	0	0	0	0	0	0	854	902	1 756
<b>CELKEM</b>											<b>21 156</b>	<b>7 212</b>	<b>28 368</b>		

## Pomocné charakteristiky pro výpočet stupně využití tepelných zisků:

Číselný parametr

Časová konstanta

Číselný parametr

$a_0$  1 - ← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet

$\tau_0$  15 h - ← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet

$a_1$  3,9 - ← hodnota pro trvale vytápěné budovy a měsíční výpočet

## MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - NEPRŮSVĚTNÉ KONSTRUKCE

dle ČSN EN ISO 13789 - přímý vstup tepla do vnějšího prostředí (→ plošné neprůsvětné konstrukce, kromě dveří)

### Obvodové stěny mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

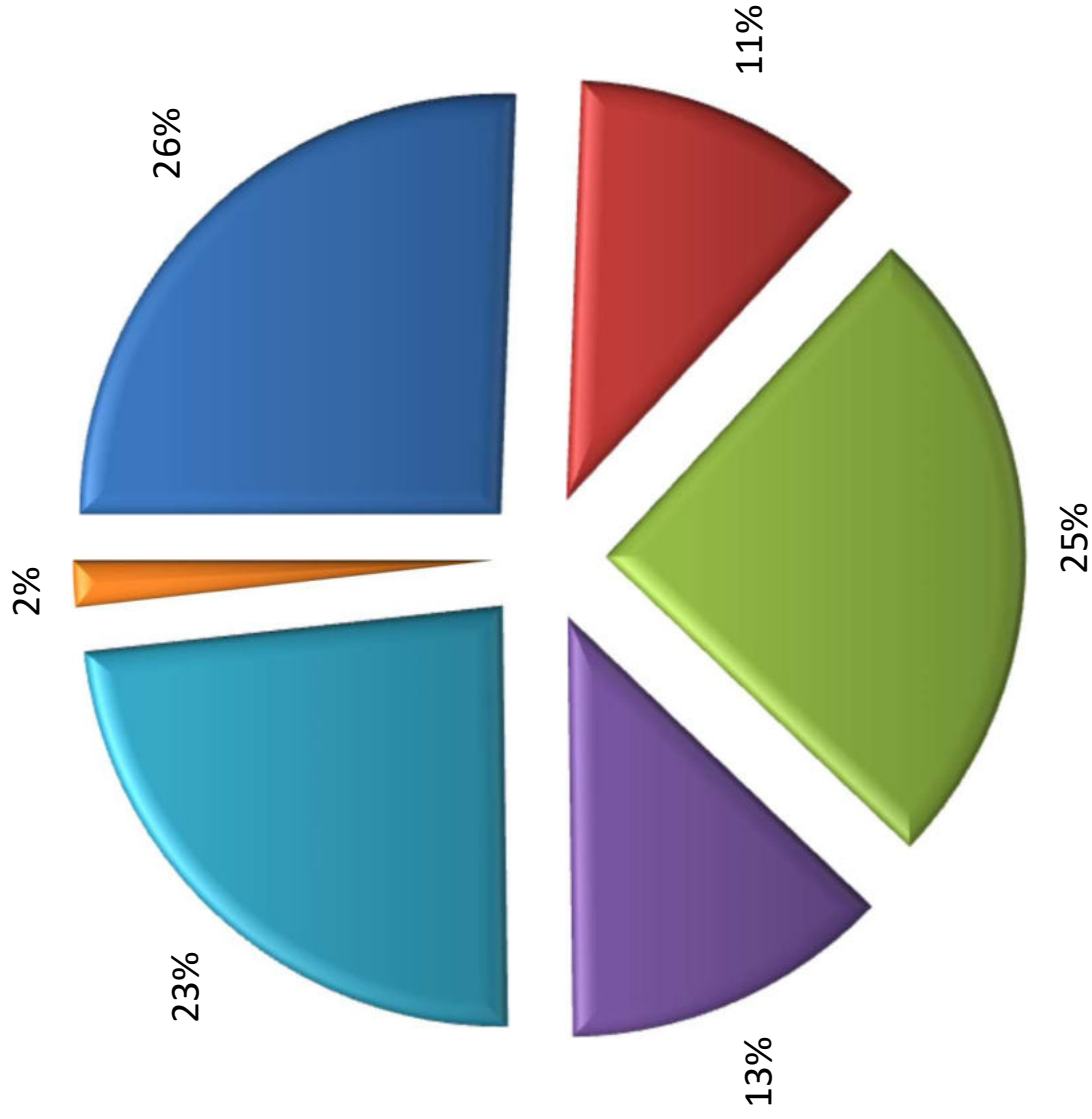
stěna	orientace	šířka b m	výška h m	celková plocha A <sub>T</sub> m <sup>2</sup>	plocha výplň otvorů		čistá plocha A m <sup>2</sup>	součinitel prostupu tepla U W/(m <sup>2</sup> .K)	tepelná propustnost L <sub>D,1,I</sub> W/K
					A <sub>G</sub> m <sup>2</sup>	%			
stěna	S	-	-	193,7	18,30	9,4	175,4	0,2	35,09
stěna	V	-	-	117,4	39,73	33,8	77,7	0,2	15,54
stěna	J	-	-	213,7	40,58	19,0	173,2	0,2	34,63
stěna	Z	-	-	133,4	46,45	34,8	87,0	0,2	17,39
				658,3	145,1		513,2		102,6
							<b>CELKEM</b>		

### Střechy (mezi vytápěným prostorem a venkovním) prostředím:

střechy	orientace	šířka b m	výška h m	celková plocha A <sub>T</sub> m <sup>2</sup>	plocha výplň otvorů		čistá plocha A m <sup>2</sup>	součinitel prostupu tepla U W/(m <sup>2</sup> .K)	tepelná propustnost L <sub>D,2,I</sub> W/K
					A <sub>G</sub> m <sup>2</sup>	%			
střecha	H	-	-	229,8	0,00	0,0	229,8	0,14	32,18
terasa	H	-	-	10,0	0,00	0,0	10,0	0,24	2,40
				239,8	0,0		239,8		34,6
							<b>CELKEM</b>		

# tepelná propustnost

→ stěny a střechy



■ stěna

■ stěna

■ stěna

■ stěna

■ střecha

■ terasa

# MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM - VÝPLNĚ OTVORŮ

dle ČSN EN ISO 10077-1 a ČSN EN ISO 13790

## Okná a dveře mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

okno/ dveře	součinitel prostupu tepla		orientace	energetická propustnost $g_{normál}$	šířka $b$	výška $h$	plocha $A_w$	počet	celková plocha $A_w$	plocha zasklení $A_g$	korekční činitele				sběrná plocha $A_s$	délka ostění $o_1$	délka parapetu $o_2$	tepelná propustnost $L_{0,3j}$
	$U_g$	$U_f$									$F_F$	$F_C$	$F_o$	$F_f$				
okno 1	0,50	1,1	0,72	S	1,50	3,40	5,10	1	5,1	4,08	1,00	1,00	1,00	0,99	8,30	1,50	3,65	
okno 2	0,50	1,1	0,68	S	0,52	3,40	11,56	1	11,6	9,25	1,00	1,00	1,00	0,99	10,20	3,40	**	
okno 3	0,50	1,1	0,68	S	0,52	4,40	13,20	1	13,2	10,56	1,00	1,00	1,00	1,00	10,40	4,40	8,96	
okno 4	0,50	1,1	0,74	V	0,52	2,00	3,00	1	3,0	2,40	1,00	1,00	0,75	0,82	5,00	2,00	2,23	
okno 5	0,50	1,1	0,74	V	0,52	2,00	3,00	1	3,0	2,40	1,00	1,00	1,00	0,84	5,00	2,00	2,23	
dveře 1	1,00	1,2	1,14	V	0,57	1,30	4,55	1	4,6	3,64	1,00	1,00	1,00	0,84	8,30	1,30	5,21	
okno 6	0,50	1,1	0,68	V	0,52	3,40	11,56	1	11,6	9,25	1,00	1,00	1,00	0,89	10,20	3,40	**	
okno 7	0,50	1,1	0,69	V	0,52	2,80	9,52	1	9,5	7,62	1,00	1,00	1,00	0,89	9,60	2,80	6,56	
okno 8	0,50	1,1	0,68	V	0,52	3,80	12,92	1	12,9	10,34	1,00	1,00	1,00	0,89	10,60	3,80	8,78	
okno 9	0,50	1,1	0,70	V	0,52	3,40	6,74	1	6,7	5,39	1,00	1,00	1,00	0,94	6,95	3,40	4,74	
okno 10	0,50	1,1	0,69	J	0,52	2,50	8,50	1	8,5	6,80	1,00	1,00	1,00	0,92	9,30	2,50	5,90	
okno 11	0,50	1,1	0,75	J	0,52	1,50	2,70	1	2,7	2,16	1,00	1,00	1,00	0,98	5,10	1,50	2,03	
okno 12	0,50	1,1	0,75	J	0,52	2,40	2,88	1	2,9	2,30	1,00	1,00	1,00	0,98	4,80	2,40	2,15	
okno 13	0,50	1,1	0,72	J	0,52	1,50	4,80	1	4,8	3,84	1,00	1,00	0,84	0,98	7,90	1,50	3,45	
okno 14	0,50	1,1	0,68	J	0,52	4,40	13,20	1	13,2	10,56	1,00	1,00	1,00	1,00	10,40	4,40	8,96	
okno 15	0,50	1,1	0,74	J	0,52	2,00	3,00	1	3,0	2,40	1,00	1,00	1,00	0,82	5,00	2,00	2,23	
okno 16	0,50	1,1	0,74	Z	0,52	3,80	12,92	1	12,9	10,34	1,00	1,00	1,00	0,95	10,60	3,80	8,96	
okno 17	1,00	1,2	1,14	Z	0,57	1,30	4,55	1	4,6	3,64	1,00	1,00	1,00	0,95	8,30	1,30	5,21	
okno 18	1,00	1,2	1,10	Z	0,52	2,80	9,52	1	9,5	7,62	1,00	1,00	1,00	0,95	9,60	2,80	6,56	
okno 19	0,50	1,1	0,69	Z	0,52	2,10	6,72	1	6,7	5,39	1,00	1,00	1,00	0,98	8,50	2,10	4,85	
dveře 3	0,50	1,2	0,72	Z	0,52	3,40	6,74	1	6,7	5,39	1,00	1,00	1,00	0,98	6,95	3,40	4,74	
okno 20	0,50	1,1	0,70	S	0,52	1,50	2,70	1	2,7	2,16	1,00	1,00	1,00	1,00	5,10	1,50	**	
okno 21	0,50	1,1	0,75	V	0,57	1,10	3,85	1	3,9	3,08	1,00	1,00	1,00	1,00	8,10	1,10	**	
dveře 4	1,00	1,2	1,15	V	0,57	1,10	3,85	1	3,9	3,08	1,00	1,00	1,00	1,00	8,10	1,10	**	
<b>CELKEM</b>								25	174,7	139,81				<b>58,8</b>	<b>198,5</b>	<b>61,7</b>	<b>110,8</b>	

\* není započítáno do sběrné plochy - výplň otvorů mezi vytápěným a nevytápěným prostorem

\*\* započteno v záložce "Nevytápěné"

## Rekapitulace oken a dveří dle orientace j :

orientace	celková plocha $A_{wj}$	sběrná plocha $A_{sj}$	tepelná propustnost $L_{0,3j}$
	$m^2$	$m^2$	W/K
S	29,9	12,4	12,6
V	51,3	16,6	29,8
J	40,6	14,4	28,4
Z	46,5	15,5	40,1
H			
<b>CELKEM</b>	<b>168,2</b>	<b>58,8</b>	<b>110,8</b>

## Dveře mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím:

dveře	orientace	šířka $b$	výška $h$	plocha $A_D$	počet	celková plocha $A_D$	délka ostění $o_1$	délka parapetu $o_2$	souč. prost. tepla $U$	tepelná propustnost $L_{0,3j}$
		m	m	$m^2$	ks	$m^2$	m	m	$W/(m^2 \cdot K)$	W/K
	S			0,00		0,00	0,00	0,00		0,00
	V			0,00		0,00	0,00	0,00		0,00
	J			0,00		0,00	0,00	0,00		0,00
	Z			0,00		0,00	0,00	0,00		0,00
	H			0,00		0,00	0,00	0,00		0,00
	<b>CELKEM</b>			<b>0,00</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>		<b>0,0</b>

## Celková plocha výplň otvorů dle orientace j :

orientace	celková plocha $A_j$
	$m^2$
S	29,9
V	51,3
J	40,6
Z	46,5
H	
<b>CELKEM</b>	<b>168,2</b>

# MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM – NEVYTÁPĚNÉ PROSTORY

dle ČSN EN ISO 13789

Měrná tepelná ztráta z nevytápěného prostoru do venkovního prostředí  $H_{ue}$  (W/K):

prvek	orientace	celková plocha $A_T$ m <sup>2</sup>	čistá plocha m <sup>2</sup>	součinitel postupu tepla $U$ W/(m <sup>2</sup> .K)	tepelná propustnost $L_{due}$ W/K
stěna S	S	20,0	8,4	0,2	1,69
stěna V	V	16,0	4,4	0,2	0,89
okno 2 S	S	11,56	11,6	0,68	7,86
okno 6 V	V	11,56	11,6	0,68	7,86
CELKEM					18,3

Ztráta podlahou na terénu:

Plocha podlahy	A	0,0	m <sup>2</sup>
Exponovaný obvod podlahy	P	1,0	m
Charakteristický rozměr podlahy	B'	0,0	m
Tloušťka obvodové stěny	w	0,00	m
Tepelná vodivost zeminy	$\lambda$	3,5	W/(m.K)
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně podlahy	$R_{si}$	0,17	m <sup>2</sup> .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně podlahy	$R_{se}$	0,00	m <sup>2</sup> .K/W
Tepelný odpor podlahové desky	$R_f$	6,00	m <sup>2</sup> .K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy	$d_t$	21,60	m
Spínění podmínky $d_t \geq B'$		ANO	
Základní hodnota součinitele postupu tepla podlahy	$U_{ue0}$	0,16	W/(m <sup>2</sup> .K)
<b>Ustálená tepelná propustnost zeminou</b>	<b><math>L_{Sue}</math></b>	<b>0,0</b>	<b>W/K</b>

Objem vnitřního vzduchu nevytápěného prostoru	$V_{ua}$	61,1	m <sup>3</sup>
Násobnost výměny vzduchu mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím	$n$	0,00	1/h
Vzduchový tok mezi nevyt. prostorem a venkovním prostředím	$V_{ue}$	0	m <sup>3</sup> /h
<b>Měrná tepelná ztráta větráním mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím</b>	<b><math>H_{V,ue}</math></b>	<b>0,0</b>	<b>W/K</b>

Měrná tepelná ztráta z nevytáp. prostoru do venkovního prostředí  $H_{ue}$  18,3 W/K

Číselník teplotní redukce mezi vytápěným a nevytáp. prostorem

$b$  0,45

Měrná ztráta prostupem tepla nevytápěným prostorem

$H_u$  10,1 W/K

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do nevytápěného  $H_{iu}$  (W/K):

prvek	celková plocha $A_T$ m <sup>2</sup>	čistá plocha m <sup>2</sup>	součinitel postupu tepla $U$ W/(m <sup>2</sup> .K)	tepelná propustnost $L_{diu}$ W/K
stěna	36,0	29,4	0,2	5,9
podlaha	20,0	20,0	0,25	5,0
strop	20,0	20,0	0,25	5,0
okno 21	2,70	2,7	0,75	2,0
dveře 4	3,85	3,9	1,15	4,4
CELKEM				22,3

Objem vnitřního vzduchu vytápěného prostoru	$V_{ia}$	0,0	m <sup>3</sup>
Násobnost výměny vzduchu mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	$n$	0,00	1/h
Vzduchový tok mezi vytápěným prostorem a nevytápěným	$V_{iu}$	0	m <sup>3</sup> /h
<b>Měrná tepelná ztráta větráním mezi vytápěným prostorem a nevytápěným</b>	<b><math>H_{V,iu}</math></b>	<b>0,0</b>	<b>W/K</b>

Měrná tepelná ztráta z vytápěného do nevytápěného prostoru  $H_{iu}$  22,3 W/K

# MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM - MECHANICKÉ VĚTRÁNÍ SE ZST

dle ČSN EN ISO 13790

## Vstupní parametry:

Objem vnitřního vzduchu

$V_a$  1825,4 m<sup>3</sup>

Měrný objemový tok přiváděného čerstvého vzduchu

m<sup>3</sup>/(h·os)

Násobnost výměny vzduchu

$n$  0,15 1/h

Objemový tok vzduchu při  $\Delta p = 50$  Pa

$n_{50}$  0,60 1/h

Součinitel větrné expozice

$e$  0,07 -

Součinitel větrné expozice

$f$  15 -

## Součinitele větrné expozice $e$ a $f$ :

Součinitel $e$	Více než jedna exponovaná fasáda	Jedna exponovaná fasáda
pro třídu stínění:		
bez stínění	0,10	0,03
mírné stínění	0,07	0,02
významné stínění	0,04	0,01
Součinitel $f$	15	20

## Objemový tok vzduchu:

Objemový tok přiváděného vzduchu

$V_f$  280,0 m<sup>3</sup>/h

Účinnost rekuperace

$\eta$  84%

Zmenšený objemový tok přiváděného vzduchu

$V$  44,8 m<sup>3</sup>/h

Přídavný objemový tok vzduchu

$V_x$  76,7 m<sup>3</sup>/h

Celkový objemový tok vzduchu

$V$  121,5 m<sup>3</sup>/h

## Měrná tepelná ztráta větráním:

Měrná tepelná kapacita vzduchu o jednotkovém objemu

$\rho_a c_a$  0,34 Wh/(m<sup>3</sup>·K)

**Měrná tepelná ztráta větráním**

$H_v$  41,30 W/K



## TEPELNÝ TOK ZEMINOU - PODLAHA NA TERÉNU

dle ČSN EN ISO 13370 - podrobně dle přílohy B a C

### Sřední tepelný tok zeminou $\Phi_e$ (W) v měsíci m:

měsíc	měsíční prům. vnitřní teplota $T_{in}$ (°C)	měsíční prům. venkovní teplota $T_{e,sm}$ (°C)	sřední tepelný tok zeminou $\Phi_e$ (W)
1	21,0	-2,3	750
2	21,0	-1,0	825
3	21,0	2,4	853
4	21,0	7,1	828
5	21,0	11,8	755
6	21,0	15,3	655
7	21,0	16,5	553
8	21,0	15,3	478
9	21,0	11,8	450
10	21,0	7,1	475
11	21,0	2,4	548
12	21,0	-1,0	649

Roční průměrná vnitřní teplota

$T_{i,mean}$  21,00 °C

Roční průměrná vnější teplota

$T_{e,mean}$  7,11 °C

Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnitřních teplot

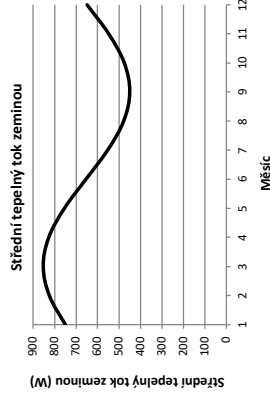
$T_{i,amp}$  0,00 K

Amplituda kolísání měsíčních průměrných vnějších teplot

$T_{e,amp}$  9,4 K

Pořadové číslo měsíce, kdy je dosaženo nejvyšší vnější teploty

$t$  1



$T_{i,mean}$  21,00 °C  
 $T_{e,mean}$  7,11 °C  
 $T_{i,amp}$  0,00 K  
 $T_{e,amp}$  9,4 K  
 $t$  1

### Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy $U_0$ (W/(m<sup>2</sup>·K)):

(pro oba případy: dobře izolovaná podlaha, kdy  $d_1 \geq B'$  / neizolovaná nebo mírně izolovaná podlaha, kdy  $d_1 < B'$ )

Plocha podlahy	A	209,1	m <sup>2</sup>
Exponovaný obvod podlahy	P	64,4	m
Charakteristický rozměr podlahy	B'	6,5	m
Tloušťka obvodové stěny	w	0,4	m
Tepelná vodivost zemin	$\lambda$	3,5	W/(m·K)
Odpor při přístupu tepla na vnitřní straně podlahy	$R_{s,if}$	0,17	m <sup>2</sup> ·K/W
Odpor při přístupu tepla na rozhraní podlaha / zemin	$R_{s,eB}$	0,00	m <sup>2</sup> ·K/W
Odpor při přístupu tepla na povrchu terénu	$R_{s,e}$	0,04	m <sup>2</sup> ·K/W
Tepelný odpor skladby podlahy	$R_t$	3,2	m <sup>2</sup> ·K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy	$d_1$	12,16	m
Splnění podmínky $d_1 \geq B'$	ANO		
<b>Základní hodnota součinitele prostupu tepla podlahy</b>	<b><math>U_0</math></b>	<b>0,230</b>	<b>W/(m<sup>2</sup>·K)</b>

### Ustálená tepelná propustnost $L_s$ (W/K):

(podlaha na zemině se svíslou okrajovou izolací)

Tloušťka svíslé okrajové izolace	$d_n$	0,1	m
Tepelná vodivost svíslé okrajové izolace	$\lambda_n$	0,034	W/(m·K)
Tepelný odpor svíslé okrajové izolace	$R_n$	2,94	m <sup>2</sup> ·K/W
Přídavná účinná tloušťka při umístění okrajové izolace	$d''$	2,91	m
Hloubka svíslé okrajové izolace pod terénním	D	0,52	m
Doplňkový lin. čín. prost. tepla při umístění svíslé okraj. izolace	$\Delta\psi$	-0,0171	W/(m·K)
<b>Ustálená tepelná propustnost zeminou</b>	<b><math>L_s</math></b>	<b>46,9</b>	<b>W/K</b>

### Periodické tepelné propustnosti:

(podlaha na zemině se svíslou okrajovou izolací)

Objemová tepelná kapacita zemin	$(\rho \cdot c)$	2,50E+06	J/(m <sup>3</sup> ·K)
Periodická hloubka proniklu	$\delta$	3,75	m
Časový předstih cyklu teplotního toku oproti cyklu vnitřní teploty	$\alpha$	0,254	měsíců
Časové zpoždění cyklu teplotního toku oproti cyklu vnější teploty	$\beta$	2,028	měsíců
<b>Vnitřní periodická tepelná propustnost</b>	<b><math>L_{pi}</math></b>	<b>51,7</b>	<b>W/K</b>
<b>Vnější periodická tepelná propustnost</b>	<b><math>L_{pe}</math></b>	<b>21,5</b>	<b>W/K</b>

### Tepelně-technické vlastnosti zemin:

Kategorie	Popis	Tepelná vodivost $\lambda$ (W/(m·K))	Objemová tepelná kapacita $(\rho \cdot c)$ J/(m <sup>3</sup> ·K)
1	Hliny a jíly	1,5	3,00E+06
2	Písky a štěrky	2,0	2,00E+06
3	Stejnorodá skála	3,5	2,00E+06

### Součinitel prostupu tepla skladby podlahy

$U_j$  0,30 W/(m<sup>2</sup>·K)

$b$  0,75

→ číselní teplotní redukce (dle ČSN 730540-4:2005 - příloha H.2.2)

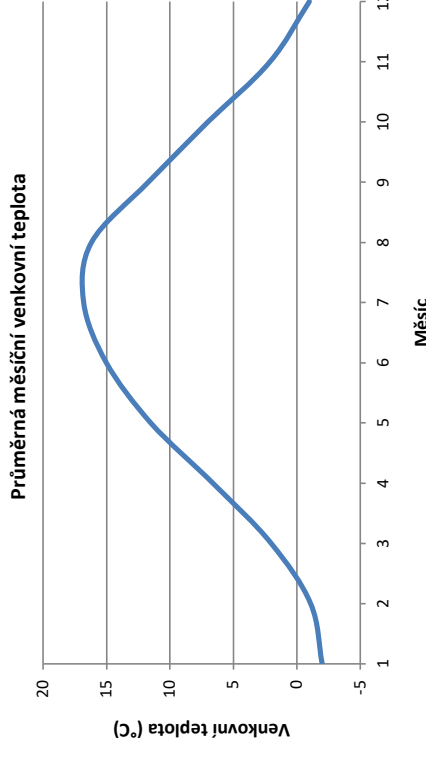
# KLIMATICKÁ DATA - MĚSÍČNÍ

## Popis lokality:

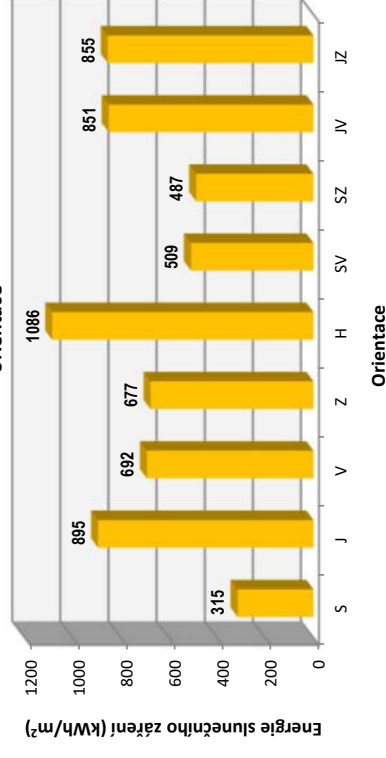
Místo: Vimperk  
 49,05° s.š. / 13,8° v.d.  
 GPS:  
 Nadmořská výška: 694 m.n.m.

## Energie slunečního záření v kWh/m<sup>2</sup>:

měsíc	počet dnů	venkovní teplota $\theta_e$ (°C)	Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace / $I_{s,j}$ kWh/m <sup>2</sup>											
			S	J	V	Z	H	SV	SZ	JV	JZ			
1	31	-2,0	7	50	15	20	23	12	12	37	44			
2	28	-1,1	13	56	26	28	40	20	20	47	51			
3	31	2,0	23	82	51	53	79	36	37	73	76			
4	30	6,6	32	95	74	72	118	51	49	92	86			
5	31	11,5	47	97	104	93	161	79	73	109	98			
6	30	15,0	52	87	115	88	166	91	73	108	88			
7	31	16,8	47	93	100	93	162	78	75	103	97			
8	31	16,2	38	100	88	88	143	64	63	101	100			
9	30	11,7	24	95	60	64	96	38	40	82	86			
10	31	7,0	17	75	34	48	57	21	25	51	71			
11	30	2,1	9	36	14	18	24	10	11	25	32			
12	31	-1,0	6	29	11	12	17	9	9	23	26			
	365	7,1	315	895	692	677	1086	509	487	851	855			



Celková energie globálního slunečního záření pro jednotlivé orientace



# ČASOVÁ KONSTATNTA BUDOVY

dle ČSN EN ISO 13790

Konstanta pro výpočet kapacity dle třídy budovy

Podlahová plocha vytápěné zóny

Účinná vnitřní tepelná kapacita budovy

**Časová konstatnta budovy**

K	110 000	J/K
A <sub>f</sub>	532	m <sup>2</sup>
C <sub>m</sub>	16251	Wh/K
<b>τ</b>	<b>44</b>	<b>hod</b>

Třída	K
	J/K
velmi lehká	80 000
lehká	110 000
střední	165 000
těžká	260 000
velmi těžká	370 000

### 4.3 Letní tepelná stabilita

Dřevěný KS z těžkého skeletu – původní návrh s geometrií nového  
návrhu - B

# TEPELNÁ STABILITA MÍSTNOSTI V LETNÍM OBDOBÍ (odezva místnosti na tepelnou zátěž)

hodinový výpočetní model podle EN ISO 52016-1

## Simulace 2018

Název úlohy : **Letní tepelná stabilita 1 - bez opatření**

Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel

Zakázka :

Datum : 08.05.2021

## ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY A OBALOVÉ KONSTRUKCE :

Hodnocený den/časový úsek: 21. 8. (kvazistacionární stav)  
Zeměpisná šířka a délka: 49 + 14 st.  
Časové pásmo (posun vůči GMT): 1 h  
Objem vzduchu v místnosti: 87.64 m<sup>3</sup>  
Plocha podlahy (z vnitřních rozměrů): 30.88 m<sup>2</sup>  
Přirážka na vliv tepelných vazeb: 0.02 W/(m<sup>2</sup>K)  
Měrná tep. kapacita vzduchu a nábytku: 10000.0 J/(m<sup>2</sup>K)

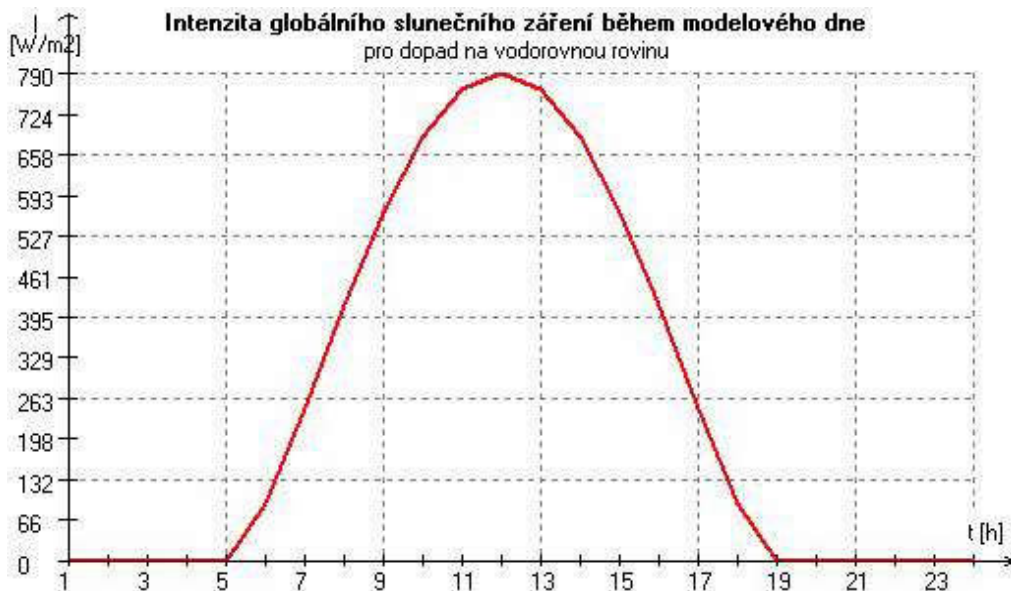
### Okrajové podmínky výpočtu:

Čas [h]	Intenzita větrání [1/h]		Teplota větr. vzduchu [C]		Vnitřní zisk [W]	Chladicí výkon [W]	Venkovní teplota [C]			Glob. intenzita slun. záření na vod. rovinu [W/m <sup>2</sup> ]
	sada 1	sada 2	sada 1	sada 2			sada 1	sada 2	sada 3	
1	0.9	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
2	0.9	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
3	0.9	0.0	16.0	16.0	0	0	16.0	16.0	16.0	0
4	0.9	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
5	0.9	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
6	0.9	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	92
7	0.9	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	248
8	0.9	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	415
9	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	567
10	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	687
11	0.5	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	764
12	0.5	0.0	27.9	27.9	0	0	27.9	27.9	27.9	790
13	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	764
14	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	687
15	0.5	0.0	30.0	30.0	0	0	30.0	30.0	30.0	567
16	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	415
17	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	248
18	0.9	0.0	28.0	28.0	0	0	28.0	28.0	28.0	92
19	0.9	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	0
20	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	0
21	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	0
22	0.9	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	0
23	0.9	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	0
24	0.9	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	0

Vysvětlivky:

Zadané sady teplot přiváděného větracího vzduchu se použijí pro odpovídající sady intenzit větrání.

Využití zadaných sad venkovní teploty pro zatížení jednotlivých konstrukcí je uvedeno u popisu konstrukcí.



### Zadané neprůsvitné konstrukce:

**Konstrukce číslo 1** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna západ**  
 Plocha konstrukce: 20.85 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.18 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: západ  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěný obklad	0.0200	0.180	2510.0	650.0

**Konstrukce číslo 2** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna sever**  
 Plocha konstrukce: 10.46 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.18 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: sever  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5

6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěné bednění	0.0240	0.180	2510.0	450.0
9	Falcovaná fasáda	0.0010	50.000	870.0	7850.0

### Konstrukce číslo 3 ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Stěna jih</b>			
Plocha konstrukce:	14.00 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.18 W/(m <sup>2</sup> K)	
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W	
Orientace konstrukce:	jih			
Pohltivost slun. záření:	0.35	Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.		
Činitel větrání:	0.50			

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěný obklad	0.0200	0.180	2510.0	650.0

### Konstrukce číslo 4 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Stěna vnitřní VS1</b>			
Plocha konstrukce:	9.58 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.43 W/(m <sup>2</sup> K)	
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W	

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	Isover Uni + sloupky	0.1000	0.052	971.0	81.0
3	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

### Konstrukce číslo 5 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Podlaha</b>			
Plocha konstrukce:	30.88 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.23 W/(m <sup>2</sup> K)	
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.17 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.17 m <sup>2</sup> K/W	

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Laminátová podlaha	0.0070	0.170	1400.0	1200.0
2	Lepidlo	0.0030	0.570	1200.0	1550.0
3	Mirelon PE	0.0050	0.041	1000.0	35.0
4	Sádrovláknitá deska	0.0250	0.320	1100.0	1150.0
5	DVD Steico Floor	0.0400	0.040	2100.0	160.0
6	OSB deska P+D	0.0180	0.130	1700.0	600.0
7	Vzduchová dutina	0.0800	0.527	1235.0	68.5
8	Isover Uni + nosníky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
9	Vzduchová mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
10	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

### Konstrukce číslo 6 ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Střecha</b>			
Plocha konstrukce:	39.10 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.14 W/(m <sup>2</sup> K)	
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.10 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.10 m <sup>2</sup> K/W	



Orientace konstrukce: horizont  
 Pohltivost slun. záření: 0.38 Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m3]
1	Dřevěné bednění	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
3	Isover Uni	0.1400	0.040	800.0	40.0
4	Isover Uni	0.1400	0.040	800.0	40.0
5	Tyvek Soft	0.0002	0.350	1470.0	330.0
6	Větraná mezera	0.1000	0.983	1385.0	113.4
7	Plechová krytina	0.0005	50.000	870.0	7850.0

#### Konstrukce číslo 7 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna vnitřní - ŽLB stěna**  
 Plocha konstrukce: 5.90 m2 Souč. prostupu tepla U: 1.62 W/(m2K)  
 Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m2K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m2K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m3]
1	Železobetonová stěna	0.2000	1.740	1020.0	2500.0
2	Vzduchová mezera	0.0700	0.444	1160.0	43.1
3	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

#### Zadané vnější průsvitné konstrukce:

##### Konstrukce číslo 1

Označení konstrukce: **Okno jih**  
 Plocha konstrukce: 9.00 m2 Souč. prostupu tepla U: 0.66 W/(m2K)  
 Šířka konstrukce: 3.75 m Výška konstrukce: 2.40 m  
 Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m2K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m2K/W  
 Orientace konstrukce: jih

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

Propustnost slun. záření pro kolmý dopad paprsků na zasklení v okně g: 0.520  
 Vliv úhlu dopadu paprsků na zasklení se zohledňuje detailním výpočtem pro:  
 - 3 skla s pokovením neznámého typu

Korekční činitel zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna): 0.87

Činitel stínění se stanovuje výpočtem.

Hloubka pravé boční stěny (při pohledu zvenku na konstrukci): 3.89 m  
 Vodorovná vzdálenost boční stěny od přilehlého okraje konstrukce: 1.74 m

## VÝSLEDKY VÝPOČTU ODEZVY MÍSTNOSTI NA TEPELNOU ZÁTĚŽ:

Metodika výpočtu: hodinový výp. model podle EN ISO 52016-1

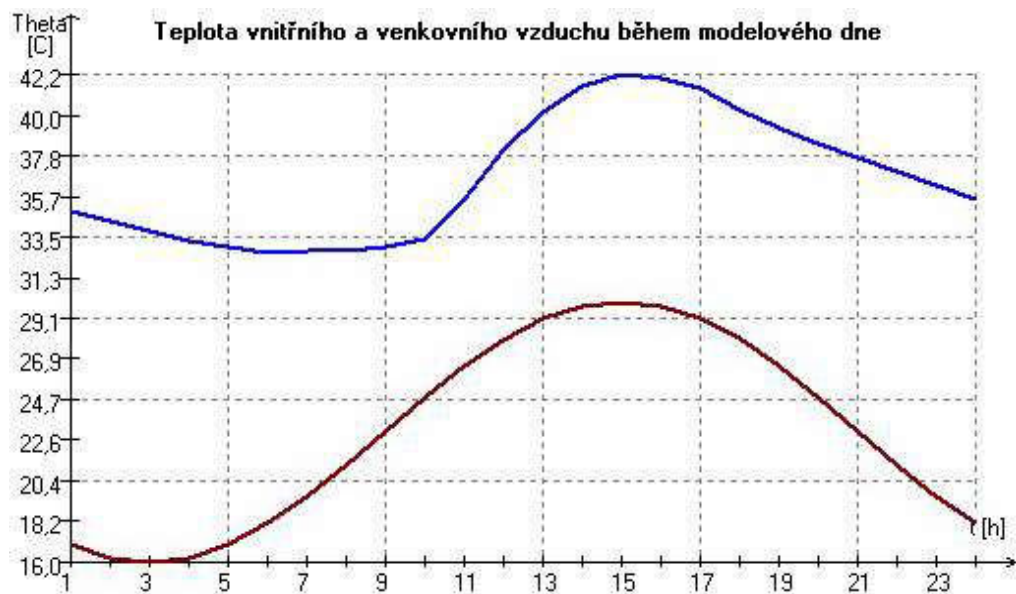
#### Výsledné vnitřní teploty a přímý solární zisk:

Čas [h]	Přímý solární zisk okny [W]	Teplota vnitřního vzduchu [C]	Teplota střední radiační [C]	Teplota výsledná operativní [C]
1	0.0	34.89	36.28	35.58
2	0.0	34.29	35.72	35.00
3	0.0	33.76	35.19	34.47
4	0.0	33.29	34.70	34.00

5	0.0	32.91	34.26	33.59
6	41.8	32.67	33.93	33.30
7	223.1	32.69	33.84	33.27
8	178.1	32.70	33.72	33.21
9	340.9	32.96	33.84	33.40
10	459.4	33.37	34.10	33.74
11	1850.3	35.56	36.02	35.79
12	2701.9	38.18	38.43	38.30
13	2620.7	40.23	40.30	40.26
14	2273.5	41.61	41.59	41.60
15	1683.0	42.21	42.18	42.19
16	1008.3	42.08	42.10	42.09
17	444.4	41.45	41.57	41.51
18	166.9	40.32	40.82	40.57
19	0.0	39.33	40.03	39.68
20	0.0	38.49	39.34	38.92
21	0.0	37.71	38.70	38.20
22	0.0	36.96	38.08	37.52
23	0.0	36.23	37.47	36.85
24	0.0	35.55	36.87	36.21

Minimální hodnota:	32.67	33.72	33.21
Průměrná hodnota:	36.64	37.46	37.05

<b>Maximální hodnota:</b>	<b>42.21</b>	<b>42.18</b>	<b>42.19</b>
---------------------------	--------------	--------------	--------------



## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název úlohy:** Letní tepelná stabilita 1 - bez opatření

Podrobný popis obal. konstrukcí hodnocené místnosti je uveden na výpisu z programu Simulace 2018.

### Požadavek na nejvyšší denní teplotu vzduchu v letním období (čl. 8.2 ČSN 730540-2)

Požadavek:  $T_{ai,max,N} = 27,00$  C

Vypočtená hodnota:  $T_{ai,max} = 42,21$  C

**$T_{ai,max} > T_{ai,max,N}$  ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.**

Poznámka: Vyhodnocení požadavku ČSN 730540-2 má smysl pouze tehdy, pokud byly ve výpočtu použity okrajové podmínky podle ČSN 730540-3.

# TEPELNÁ STABILITA MÍSTNOSTI V LETNÍM OBDOBÍ (odezva místnosti na tepelnou zátěž)

hodinový výpočetní model podle EN ISO 52016-1

## Simulace 2018

Název úlohy : **Letní tepelná stabilita 1 - opatření A**

Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel

Zakázka :

Datum : 08.05.2021

## ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY A OBALOVÉ KONSTRUKCE :

Hodnocený den/časový úsek: 21. 8. (kvazistacionární stav)  
Zeměpisná šířka a délka: 49 + 14 st.  
Časové pásmo (posun vůči GMT): 1 h  
Objem vzduchu v místnosti: 87.64 m<sup>3</sup>  
Plocha podlahy (z vnitřních rozměrů): 30.88 m<sup>2</sup>  
Přirážka na vliv tepelných vazeb: 0.02 W/(m<sup>2</sup>K)  
Měrná tep. kapacita vzduchu a nábytku: 10000.0 J/(m<sup>2</sup>K)

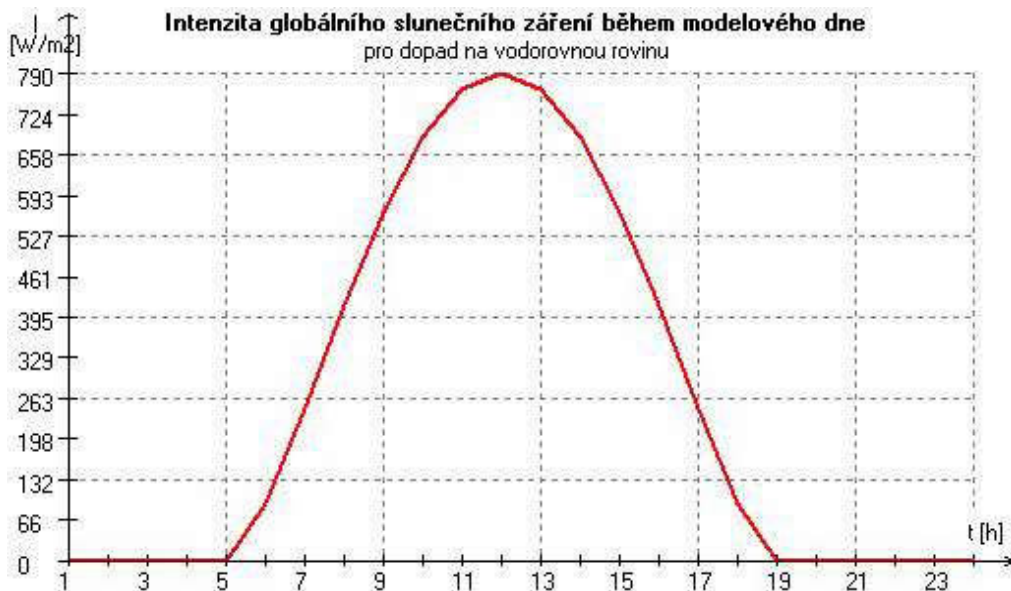
### Okrajové podmínky výpočtu:

Čas [h]	Intenzita větrání [1/h]		Teplota větr. vzduchu [C]		Vnitřní zisk [W]	Chladicí výkon [W]	Venkovní teplota [C]			Glob. intenzita slun. záření na vod. rovinu [W/m <sup>2</sup> ]
	sada 1	sada 2	sada 1	sada 2			sada 1	sada 2	sada 3	
1	0.9	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
2	0.9	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
3	0.9	0.0	16.0	16.0	0	0	16.0	16.0	16.0	0
4	0.9	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
5	0.9	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
6	0.9	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	92
7	0.9	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	248
8	0.9	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	415
9	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	567
10	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	687
11	0.5	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	764
12	0.5	0.0	27.9	27.9	0	0	27.9	27.9	27.9	790
13	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	764
14	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	687
15	0.5	0.0	30.0	30.0	0	0	30.0	30.0	30.0	567
16	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	415
17	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	248
18	0.9	0.0	28.0	28.0	0	0	28.0	28.0	28.0	92
19	0.9	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	0
20	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	0
21	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	0
22	0.9	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	0
23	0.9	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	0
24	0.9	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	0

Vysvětlivky:

Zadané sady teplot přiváděného větracího vzduchu se použijí pro odpovídající sady intenzit větrání.

Využití zadaných sad venkovní teploty pro zatížení jednotlivých konstrukcí je uvedeno u popisu konstrukcí.



### Zadané neprůsvitné konstrukce:

**Konstrukce číslo 1** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna západ**  
 Plocha konstrukce: 20.85 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.18 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: západ  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěný obklad	0.0200	0.180	2510.0	650.0

**Konstrukce číslo 2** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna sever**  
 Plocha konstrukce: 10.46 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.18 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: sever  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5

6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěné bednění	0.0240	0.180	2510.0	450.0
9	Falcovaná fasáda	0.0010	50.000	870.0	7850.0

### Konstrukce číslo 3 ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Stěna jih</b>		
Plocha konstrukce:	14.00 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.18 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W
Orientace konstrukce:	jih		
Pohltivost slun. záření:	0.35	Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.	
Činitel větrání:	0.50		

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěný obklad	0.0200	0.180	2510.0	650.0

### Konstrukce číslo 4 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Stěna vnitřní VS1</b>		
Plocha konstrukce:	9.58 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.43 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	Isover Uni + sloupky	0.1000	0.052	971.0	81.0
3	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

### Konstrukce číslo 5 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Podlaha</b>		
Plocha konstrukce:	30.88 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.23 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.17 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.17 m <sup>2</sup> K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Laminátová podlaha	0.0070	0.170	1400.0	1200.0
2	Lepidlo	0.0030	0.570	1200.0	1550.0
3	Mirelon PE	0.0050	0.041	1000.0	35.0
4	Sádrovláknitá deska	0.0250	0.320	1100.0	1150.0
5	DVD Steico Floor	0.0400	0.040	2100.0	160.0
6	OSB deska P+D	0.0180	0.130	1700.0	600.0
7	Vzduchová dutina	0.0800	0.527	1235.0	68.5
8	Isover Uni + nosníky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
9	Vzduchová mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
10	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

### Konstrukce číslo 6 ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Střecha</b>		
Plocha konstrukce:	39.10 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.14 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.10 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.10 m <sup>2</sup> K/W

Orientace konstrukce: horizont  
 Pohltivost slun. záření: 0.38 Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m3]
1	Dřevěné bednění	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
3	Isover Uni	0.1400	0.040	800.0	40.0
4	Isover Uni	0.1400	0.040	800.0	40.0
5	Tyvek Soft	0.0002	0.350	1470.0	330.0
6	Větraná mezera	0.1000	0.983	1385.0	113.4
7	Plechová krytina	0.0005	50.000	870.0	7850.0

#### Konstrukce číslo 7 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna vnitřní - ŽLB stěna**  
 Plocha konstrukce: 5.90 m2 Souč. prostupu tepla U: 1.62 W/(m2K)  
 Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m2K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m2K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m3]
1	Železobetonová stěna	0.2000	1.740	1020.0	2500.0
2	Vzduchová mezera	0.0700	0.444	1160.0	43.1
3	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

#### Zadané vnější průsvitné konstrukce:

##### Konstrukce číslo 1

Označení konstrukce: **Okno jih**  
 Plocha konstrukce: 9.00 m2 Souč. prostupu tepla U: 0.66 W/(m2K)  
 Šířka konstrukce: 3.75 m Výška konstrukce: 2.40 m  
 Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m2K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m2K/W  
 Orientace konstrukce: jih

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

Propustnost slun. záření pro kolmý dopad paprsků na zasklení v okně g: 0.520  
 Vliv úhlu dopadu paprsků na zasklení se zohledňuje detailním výpočtem pro:  
 - 3 skla s pokovením neznámého typu

Korekční činitel zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna): 0.87  
 Okno je stíněno pohyblivým stínícím zařízením až do maximálně: 100.00 % plochy.  
 Korekční činitel clonění pohyblivým stínícím zařízením (žaluzie, rolety): 0.13  
 Ovládání žaluzií/rolet: manuální (stažené dolů při intenzitě záření nad 300 W/m2)

Činitel stínění se stanovuje výpočtem.  
 Hloubka pravé boční stěny (při pohledu zvenku na konstrukci): 3.89 m  
 Vodorovná vzdálenost boční stěny od přilehlého okraje konstrukce: 1.74 m

## VÝSLEDKY VÝPOČTU ODEZVY MÍSTNOSTI NA TEPELNOU ZÁTĚŽ:

Metodika výpočtu: hodinový výp. model podle EN ISO 52016-1

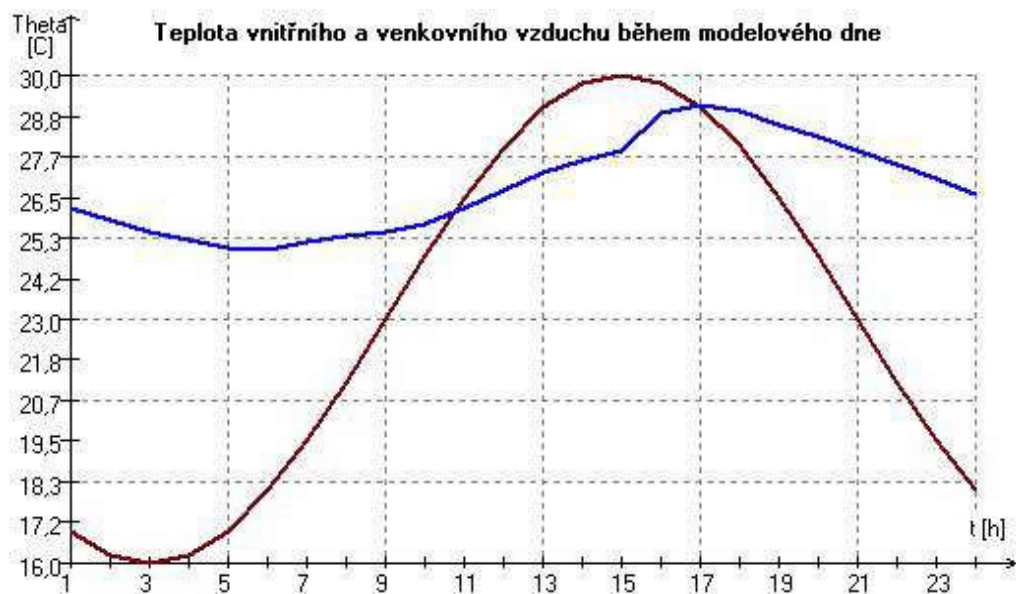
#### Výsledné vnitřní teploty a přímý solární zisk:

Čas [h]	Přímý solární zisk okny [W]	Teplota vnitřního vzduchu [C]	Teplota střední radiační [C]	Teplota výsledná operativní [C]
1	0.0	26.21	26.88	26.54

2	0.0	25.84	26.56	26.20
3	0.0	25.53	26.27	25.90
4	0.0	25.27	26.00	25.63
5	0.0	25.08	25.77	25.42
6	41.8	25.02	25.64	25.33
7	223.1	25.23	25.75	25.49
8	178.1	25.41	25.81	25.61
9	44.3	25.51	25.78	25.65
10	59.7	25.72	25.87	25.80
11	240.5	26.18	26.22	26.20
12	351.3	26.72	26.66	26.69
13	340.7	27.20	27.06	27.13
14	295.6	27.58	27.39	27.48
15	218.8	27.83	27.62	27.72
16	1008.3	28.94	28.74	28.84
17	444.4	29.14	28.92	29.03
18	166.9	28.97	28.83	28.90
19	0.0	28.60	28.57	28.59
20	0.0	28.24	28.34	28.29
21	0.0	27.85	28.09	27.97
22	0.0	27.45	27.82	27.63
23	0.0	27.03	27.52	27.27
24	0.0	26.62	27.21	26.91

Minimální hodnota:	25.02	25.64	25.33
Průměrná hodnota:	26.80	27.05	26.93

<b>Maximální hodnota:</b>	<b>29.14</b>	<b>28.92</b>	<b>29.03</b>
---------------------------	--------------	--------------	--------------





## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název úlohy:** Letní tepelná stabilita 1 - opatření A

Podrobný popis obal. konstrukcí hodnocené místnosti je uveden na výpisu z programu Simulace 2018.

### Požadavek na nejvyšší denní teplotu vzduchu v letním období (čl. 8.2 ČSN 730540-2)

Požadavek:  $T_{ai,max,N} = 27,00$  C

Vypočtená hodnota:  $T_{ai,max} = 29,14$  C

**$T_{ai,max} > T_{ai,max,N}$  ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.**

Poznámka: Vyhodnocení požadavku ČSN 730540-2 má smysl pouze tehdy, pokud byly ve výpočtu použity okrajové podmínky podle ČSN 730540-3.

# TEPELNÁ STABILITA MÍSTNOSTI V LETNÍM OBDOBÍ (odezva místnosti na tepelnou zátěž)

hodinový výpočetní model podle EN ISO 52016-1

## Simulace 2018

Název úlohy : **Letní tepelná stabilita 1 - opatření B**

Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel

Zakázka :

Datum : 08.05.2021

## ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY A OBALOVÉ KONSTRUKCE :

Hodnocený den/časový úsek: 21. 8. (kvazistacionární stav)

Zeměpisná šířka a délka: 49 + 14 st.

Časové pásmo (posun vůči GMT): 1 h

Objem vzduchu v místnosti: 87.64 m<sup>3</sup>

Plocha podlahy (z vnitřních rozměrů): 30.88 m<sup>2</sup>

Přirážka na vliv tepelných vazeb: 0.02 W/(m<sup>2</sup>K)

Měrná tep. kapacita vzduchu a nábytku: 10000.0 J/(m<sup>2</sup>K)

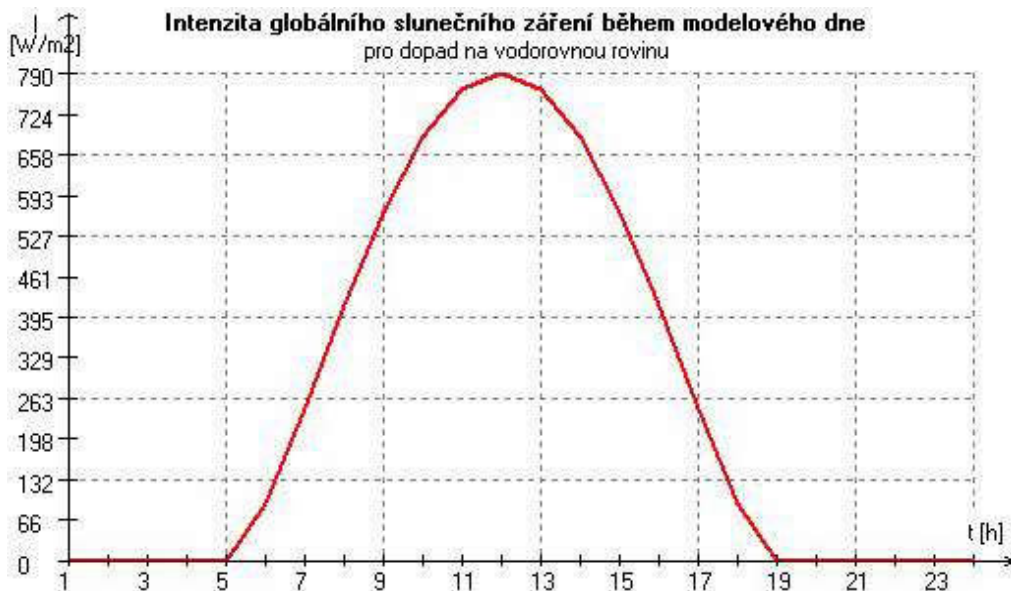
### Okrajové podmínky výpočtu:

Čas [h]	Intenzita větrání [1/h]		Teplota větr. vzduchu [C]		Vnitřní zisk [W]	Chladicí výkon [W]	Venkovní teplota [C]			Glob. intenzita slun. záření na vod. rovinu [W/m <sup>2</sup> ]
	sada 1	sada 2	sada 1	sada 2			sada 1	sada 2	sada 3	
1	3.0	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
2	3.0	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
3	3.0	0.0	16.0	16.0	0	0	16.0	16.0	16.0	0
4	3.0	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
5	3.0	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
6	3.0	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	92
7	3.0	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	248
8	0.9	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	415
9	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	567
10	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	687
11	0.5	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	764
12	0.5	0.0	27.9	27.9	0	0	27.9	27.9	27.9	790
13	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	764
14	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	687
15	0.5	0.0	30.0	30.0	0	0	30.0	30.0	30.0	567
16	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	415
17	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	248
18	0.9	0.0	28.0	28.0	0	0	28.0	28.0	28.0	92
19	0.9	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	0
20	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	0
21	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	0
22	3.0	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	0
23	3.0	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	0
24	3.0	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	0

Vysvětlivky:

Zadané sady teplot přiváděného větracího vzduchu se použijí pro odpovídající sady intenzit větrání.

Využití zadaných sad venkovní teploty pro zatížení jednotlivých konstrukcí je uvedeno u popisu konstrukcí.



### Zadané neprůsvitné konstrukce:

**Konstrukce číslo 1** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna západ**  
 Plocha konstrukce: 20.85 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.18 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: západ  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěný obklad	0.0200	0.180	2510.0	650.0

**Konstrukce číslo 2** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna sever**  
 Plocha konstrukce: 10.46 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.18 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: sever  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5

6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěné bednění	0.0240	0.180	2510.0	450.0
9	Falcovaná fasáda	0.0010	50.000	870.0	7850.0

### Konstrukce číslo 3 ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Stěna jih</b>		
Plocha konstrukce:	14.00 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.18 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W
Orientace konstrukce:	jih		
Pohltivost slun. záření:	0.35	Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.	
Činitel větrání:	0.50		

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěný obklad	0.0200	0.180	2510.0	650.0

### Konstrukce číslo 4 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Stěna vnitřní VS1</b>		
Plocha konstrukce:	9.58 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.43 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	Isover Uni + sloupky	0.1000	0.052	971.0	81.0
3	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

### Konstrukce číslo 5 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Podlaha</b>		
Plocha konstrukce:	30.88 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.23 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.17 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.17 m <sup>2</sup> K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Laminátová podlaha	0.0070	0.170	1400.0	1200.0
2	Lepidlo	0.0030	0.570	1200.0	1550.0
3	Mirelon PE	0.0050	0.041	1000.0	35.0
4	Sádrovláknitá deska	0.0250	0.320	1100.0	1150.0
5	DVD Steico Floor	0.0400	0.040	2100.0	160.0
6	OSB deska P+D	0.0180	0.130	1700.0	600.0
7	Vzduchová dutina	0.0800	0.527	1235.0	68.5
8	Isover Uni + nosníky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
9	Vzduchová mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
10	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

### Konstrukce číslo 6 ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Střecha</b>		
Plocha konstrukce:	39.10 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.14 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.10 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.10 m <sup>2</sup> K/W

Orientace konstrukce: horizont  
 Pohltivost slun. záření: 0.38 Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m3]
1	Dřevěné bednění	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
3	Isover Uni	0.1400	0.040	800.0	40.0
4	Isover Uni	0.1400	0.040	800.0	40.0
5	Tyvek Soft	0.0002	0.350	1470.0	330.0
6	Větraná mezera	0.1000	0.983	1385.0	113.4
7	Plechová krytina	0.0005	50.000	870.0	7850.0

#### Konstrukce číslo 7 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna vnitřní - ŽLB stěna**  
 Plocha konstrukce: 5.90 m2 Souč. prostupu tepla U: 1.62 W/(m2K)  
 Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m2K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m2K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m3]
1	Železobetonová stěna	0.2000	1.740	1020.0	2500.0
2	Vzduchová mezera	0.0700	0.444	1160.0	43.1
3	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

#### Zadané vnější průsvitné konstrukce:

##### Konstrukce číslo 1

Označení konstrukce: **Okno jih**  
 Plocha konstrukce: 9.00 m2 Souč. prostupu tepla U: 0.66 W/(m2K)  
 Šířka konstrukce: 3.75 m Výška konstrukce: 2.40 m  
 Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m2K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m2K/W  
 Orientace konstrukce: jih

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

Propustnost slun. záření pro kolmý dopad paprsků na zasklení v okně g: 0.520

Vliv úhlu dopadu paprsků na zasklení se zohledňuje detailním výpočtem pro:  
 - 3 skla s pokovením neznámého typu

Korekční činitel zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna): 0.87

Okno je stíněno pohyblivým stínícím zařízením až do maximálně: 100.00 % plochy.

Korekční činitel clonění pohyblivým stínícím zařízením (žaluzie, rolety): 0.13

Ovládání žaluzií/rolet: manuální (stažené dolů při intenzitě záření nad 300 W/m2)

Činitel stínění se stanovuje výpočtem.

Hloubka pravé boční stěny (při pohledu zvenku na konstrukci): 3.89 m

Vodorovná vzdálenost boční stěny od přilehlého okraje konstrukce: 1.74 m

## VÝSLEDKY VÝPOČTU ODEZVY MÍSTNOSTI NA TEPELNOU ZÁTĚŽ:

Metodika výpočtu: hodinový výp. model podle EN ISO 52016-1

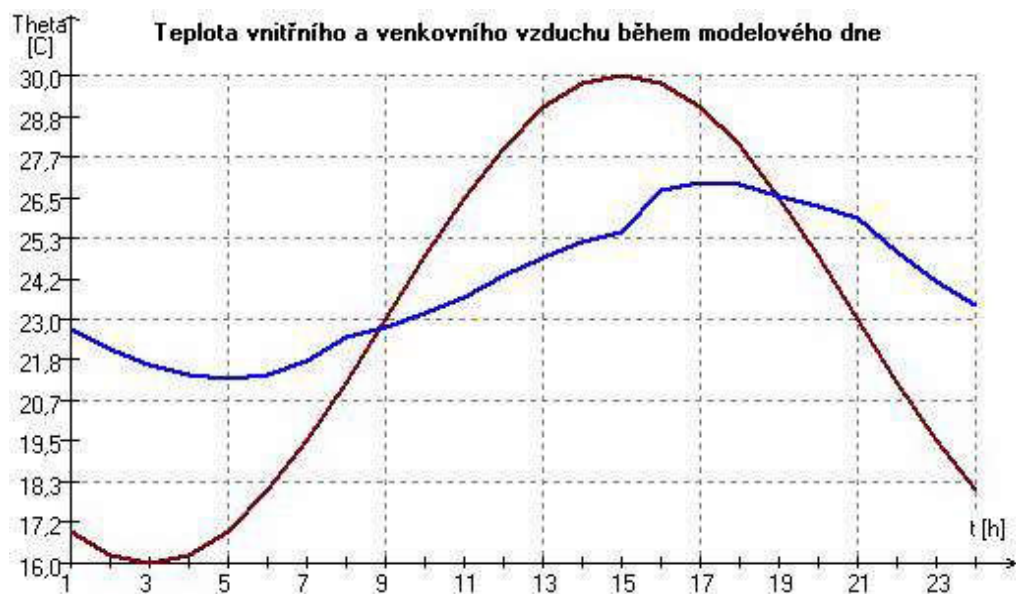
#### Výsledné vnitřní teploty a přímý solární zisk:

Čas [h]	Přímý solární zisk okny [W]	Teplota vnitřního vzduchu [C]	Teplota střední radiační [C]	Teplota výsledná operativní [C]
1	0.0	22.70	24.05	23.37

2	0.0	22.12	23.56	22.84
3	0.0	21.69	23.13	22.41
4	0.0	21.40	22.76	22.08
5	0.0	21.28	22.49	21.88
6	41.8	21.39	22.37	21.88
7	223.1	21.81	22.55	22.18
8	178.1	22.49	22.79	22.64
9	44.3	22.80	22.91	22.85
10	59.7	23.15	23.12	23.13
11	240.5	23.64	23.55	23.59
12	351.3	24.24	24.06	24.15
13	340.7	24.78	24.52	24.65
14	295.6	25.22	24.91	25.06
15	218.8	25.52	25.19	25.36
16	1008.3	26.68	26.36	26.52
17	444.4	26.93	26.59	26.76
18	166.9	26.87	26.56	26.72
19	0.0	26.57	26.37	26.47
20	0.0	26.26	26.20	26.23
21	0.0	25.92	26.00	25.96
22	0.0	24.91	25.57	25.24
23	0.0	24.11	25.08	24.60
24	0.0	23.39	24.57	23.98

Minimální hodnota: 21.28 22.37 21.88  
Průměrná hodnota: 23.99 24.39 24.19

**Maximální hodnota: 26.93 26.59 26.76**



## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název úlohy:** Letní tepelná stabilita 1 - opatření B

Podrobný popis obal. konstrukcí hodnocené místnosti je uveden na výpisu z programu Simulace 2018.

### Požadavek na nejvyšší denní teplotu vzduchu v letním období (čl. 8.2 ČSN 730540-2)

Požadavek:  $T_{ai,max,N} = 27,00$  C

Vypočtená hodnota:  $T_{ai,max} = 26,93$  C

**$T_{ai,max} < T_{ai,max,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Poznámka: Vyhodnocení požadavku ČSN 730540-2 má smysl pouze tehdy, pokud byly ve výpočtu použity okrajové podmínky podle ČSN 730540-3.

Dřevěný KS z těžkého skeletu – původní návrh s původní  
geometrií - C



# TEPELNÁ STABILITA MÍSTNOSTI V LETNÍM OBDOBÍ (odezva místnosti na tepelnou zátěž)

hodinový výpočetní model podle EN ISO 52016-1

## Simulace 2018

Název úlohy : **Letní tepelná stabilita 2 - bez opatření**

Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel

Zakázka :

Datum : 08.05.2021

## ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY A OBALOVÉ KONSTRUKCE :

Hodnocený den/časový úsek: 21. 8. (kvazistacionární stav)  
Zeměpisná šířka a délka: 49 + 14 st.  
Časové pásmo (posun vůči GMT): 1 h  
Objem vzduchu v místnosti: 114.04 m<sup>3</sup>  
Plocha podlahy (z vnitřních rozměrů): 34.42 m<sup>2</sup>  
Přirážka na vliv tepelných vazeb: 0.02 W/(m<sup>2</sup>K)  
Měrná tep. kapacita vzduchu a nábytku: 10000.0 J/(m<sup>2</sup>K)

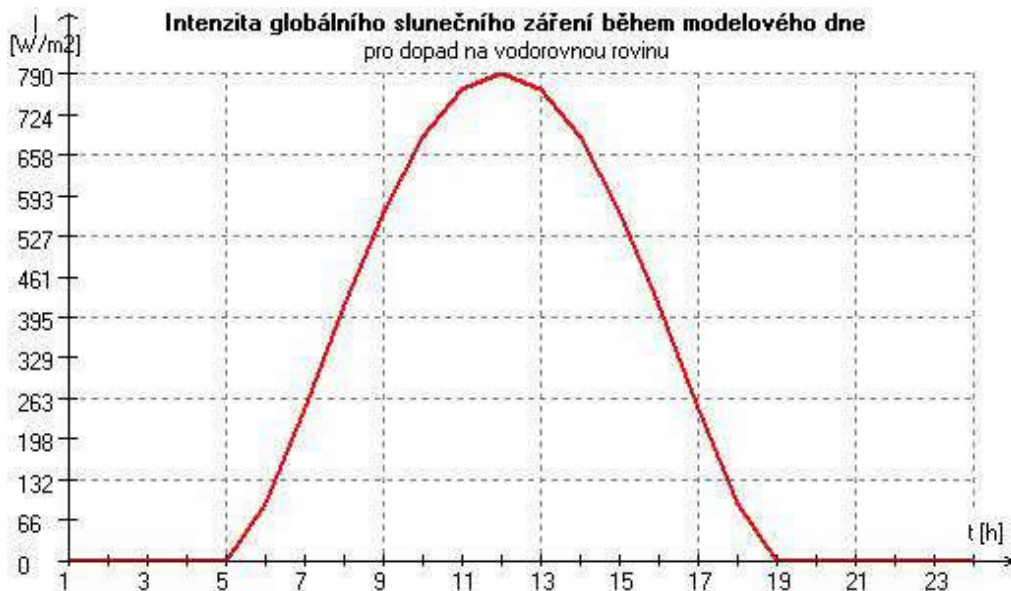
### Okrajové podmínky výpočtu:

Čas [h]	Intenzita větrání [1/h]		Teplota větr. vzduchu [C]		Vnitřní zisk [W]	Chladicí výkon [W]	Venkovní teplota [C]			Glob. intenzita slun. záření na vod. rovinu [W/m <sup>2</sup> ]
	sada 1	sada 2	sada 1	sada 2			sada 1	sada 2	sada 3	
1	0.9	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
2	0.9	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
3	0.9	0.0	16.0	16.0	0	0	16.0	16.0	16.0	0
4	0.9	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
5	0.9	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
6	0.9	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	92
7	0.9	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	248
8	0.9	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	415
9	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	567
10	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	687
11	0.5	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	764
12	0.5	0.0	27.9	27.9	0	0	27.9	27.9	27.9	790
13	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	764
14	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	687
15	0.5	0.0	30.0	30.0	0	0	30.0	30.0	30.0	567
16	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	415
17	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	248
18	0.9	0.0	28.0	28.0	0	0	28.0	28.0	28.0	92
19	0.9	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	0
20	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	0
21	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	0
22	0.9	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	0
23	0.9	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	0
24	0.9	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	0

Vysvětlivky:

Zadané sady teplot přiváděného větracího vzduchu se použijí pro odpovídající sady intenzit větrání.

Využití zadaných sad venkovní teploty pro zatížení jednotlivých konstrukcí je uvedeno u popisu konstrukcí.



### Zadané neprůsvitné konstrukce:

**Konstrukce číslo 1** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna západ**  
 Plocha konstrukce: 28.56 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.18 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: západ  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěný obklad	0.0200	0.180	2510.0	650.0

**Konstrukce číslo 2** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna sever**  
 Plocha konstrukce: 9.10 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.18 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: sever  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5

6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěné bednění	0.0240	0.180	2510.0	450.0
9	Falcovaná fasáda	0.0010	50.000	870.0	7850.0

### Konstrukce číslo 3 ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Stěna jih</b>		
Plocha konstrukce:	8.05 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.18 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W
Orientace konstrukce:	jih		
Pohltivost slun. záření:	0.35	Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.	
Činitel větrání:	0.50		

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěný obklad	0.0200	0.180	2510.0	650.0

### Konstrukce číslo 4 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Stěna vnitřní VS1</b>		
Plocha konstrukce:	16.26 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.43 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Sádrovláknitá deska	0.0150	0.320	1100.0	1150.0
2	Isover Uni + sloupky	0.1000	0.052	971.0	81.0
3	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

### Konstrukce číslo 5 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Podlaha</b>		
Plocha konstrukce:	34.42 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.23 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.17 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.17 m <sup>2</sup> K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Laminátová podlaha	0.0070	0.170	1400.0	1200.0
2	Lepidlo	0.0030	0.570	1200.0	1550.0
3	Mirelon PE	0.0050	0.041	1000.0	35.0
4	Sádrovláknitá deska	0.0250	0.320	1100.0	1150.0
5	DVD Steico Floor	0.0400	0.040	2100.0	160.0
6	OSB deska P+D	0.0180	0.130	1700.0	600.0
7	Vzduchová dutina	0.0800	0.527	1235.0	68.5
8	Isover Uni + nosníky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
9	Vzduchová mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
10	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

### Konstrukce číslo 6 ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Střecha</b>		
Plocha konstrukce:	40.82 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.14 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.10 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.10 m <sup>2</sup> K/W

Orientace konstrukce: horizont  
 Pohltivost slun. záření: 0.38 Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m3]
1	Dřevěné bednění	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
3	Isover Uni	0.1400	0.040	800.0	40.0
4	Isover Uni	0.1400	0.040	800.0	40.0
5	Tyvek Soft	0.0002	0.350	1470.0	330.0
6	Větraná mezera	0.1000	0.983	1385.0	113.4
7	Plechová krytina	0.0005	50.000	870.0	7850.0

#### Konstrukce číslo 7 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna vnitřní - ŽLB stěna**  
 Plocha konstrukce: 5.18 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 1.55 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m<sup>2</sup>K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m3]
1	VPS omítka	0.0150	0.490	1000.0	1200.0
2	Železobetonová stěna	0.2000	1.740	1020.0	2500.0
3	Vzduchová mezera	0.0700	0.444	1160.0	43.1
4	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

#### Zadané vnější průsvitné konstrukce:

##### Konstrukce číslo 1

Označení konstrukce: **Okno jih**  
 Plocha konstrukce: 13.20 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 0.68 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Šířka konstrukce: 4.40 m Výška konstrukce: 3.00 m  
 Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: jih

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

Propustnost slun. záření pro kolmý dopad paprsků na zasklení v okně g: 0.520  
 Vliv úhlu dopadu paprsků na zasklení se zohledňuje detailním výpočtem pro:  
 - 3 skla s pokovením neznámého typu

Korekční činitel zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna): 0.80

Činitel stínění se stanovuje výpočtem.

Hloubka pravé boční stěny (při pohledu zvenku na konstrukci): 4.01 m

Vodorovná vzdálenost boční stěny od přilehlého okraje konstrukce: 0.14 m

## VÝSLEDKY VÝPOČTU ODEZVY MÍSTNOSTI NA TEPELNOU ZÁTĚŽ:

Metodika výpočtu: hodinový výp. model podle EN ISO 52016-1

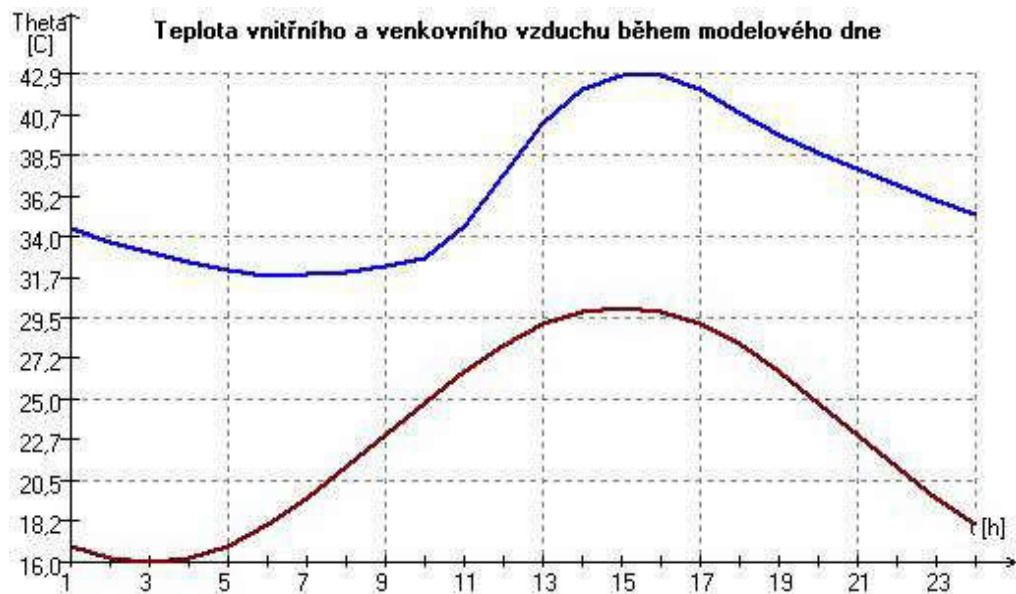
#### Výsledné vnitřní teploty a přímý solární zisk:

Čas [h]	Přímý solární zisk okny [W]	Teplota vnitřního vzduchu [C]	Teplota střední radiační [C]	Teplota výsledná operativní [C]
1	0.0	34.37	35.93	35.15
2	0.0	33.67	35.28	34.48
3	0.0	33.06	34.66	33.86

4	0.0	32.53	34.10	33.31
5	0.0	32.10	33.59	32.85
6	56.4	31.84	33.22	32.53
7	300.8	31.90	33.17	32.54
8	240.2	31.95	33.05	32.50
9	459.7	32.29	33.25	32.77
10	619.6	32.80	33.60	33.20
11	1601.1	34.57	35.07	34.82
12	3010.7	37.37	37.72	37.54
13	3534.5	40.19	40.37	40.28
14	3066.2	42.07	42.12	42.10
15	2269.7	42.93	42.95	42.94
16	1359.9	42.85	42.91	42.88
17	599.3	42.14	42.30	42.22
18	225.1	40.78	41.39	41.08
19	0.0	39.60	40.42	40.01
20	0.0	38.60	39.60	39.10
21	0.0	37.67	38.82	38.25
22	0.0	36.79	38.07	37.43
23	0.0	35.94	37.34	36.64
24	0.0	35.14	36.63	35.88

Minimální hodnota:	31.84	33.05	32.50
Průměrná hodnota:	36.38	37.31	36.85

<b>Maximální hodnota:</b>	<b>42.93</b>	<b>42.95</b>	<b>42.94</b>
---------------------------	--------------	--------------	--------------



## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název úlohy:** Letní tepelná stabilita 2 - bez opatření

Podrobný popis obal. konstrukcí hodnocené místnosti je uveden na výpisu z programu Simulace 2018.

### Požadavek na nejvyšší denní teplotu vzduchu v letním období (čl. 8.2 ČSN 730540-2)

Požadavek:  $T_{ai,max,N} = 27,00$  C

Vypočtená hodnota:  $T_{ai,max} = 42,93$  C

**$T_{ai,max} > T_{ai,max,N}$  ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.**

Poznámka: Vyhodnocení požadavku ČSN 730540-2 má smysl pouze tehdy, pokud byly ve výpočtu použity okrajové podmínky podle ČSN 730540-3.

# TEPELNÁ STABILITA MÍSTNOSTI V LETNÍM OBDOBÍ (odezva místnosti na tepelnou zátěž)

hodinový výpočetní model podle EN ISO 52016-1

Simulace 2018

Název úlohy : **Letní tepelná stabilita 2 - opatření A**

Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel

Zakázka :

Datum : 08.05.2021

## ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY A OBALOVÉ KONSTRUKCE :

Hodnocený den/časový úsek: 21. 8. (kvazistacionární stav)  
Zeměpisná šířka a délka: 49 + 14 st.  
Časové pásmo (posun vůči GMT): 1 h  
Objem vzduchu v místnosti: 114.04 m<sup>3</sup>  
Plocha podlahy (z vnitřních rozměrů): 34.42 m<sup>2</sup>  
Přirážka na vliv tepelných vazeb: 0.02 W/(m<sup>2</sup>K)  
Měrná tep. kapacita vzduchu a nábytku: 10000.0 J/(m<sup>2</sup>K)

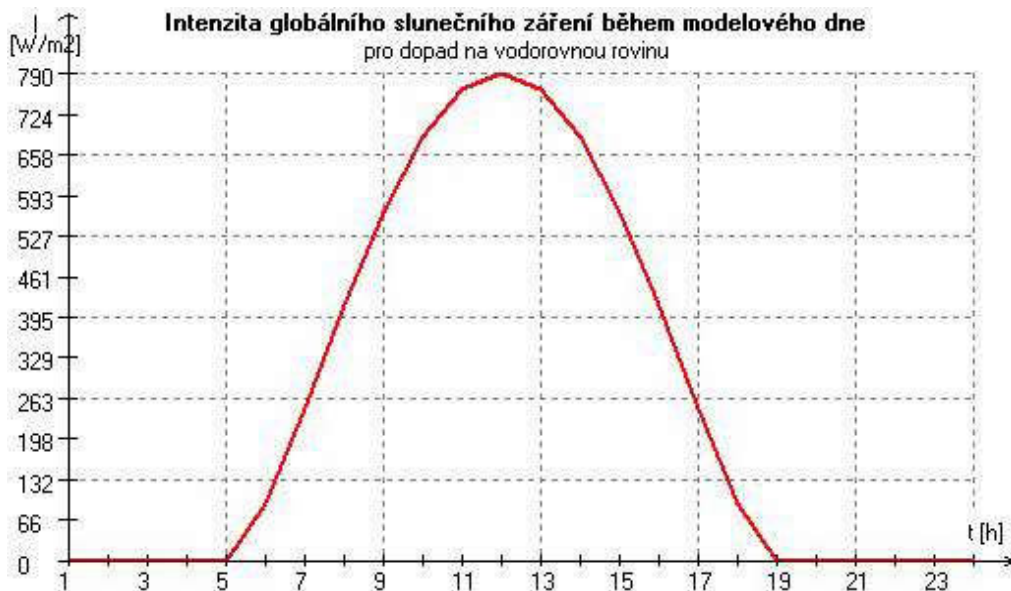
### Okrajové podmínky výpočtu:

Čas [h]	Intenzita větrání [1/h]		Teplota větr. vzduchu [C]		Vnitřní zisk [W]	Chladicí výkon [W]	Venkovní teplota [C]			Glob. intenzita slun. záření na vod. rovinu [W/m <sup>2</sup> ]
	sada 1	sada 2	sada 1	sada 2			sada 1	sada 2	sada 3	
1	0.9	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
2	0.9	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
3	0.9	0.0	16.0	16.0	0	0	16.0	16.0	16.0	0
4	0.9	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
5	0.9	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
6	0.9	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	92
7	0.9	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	248
8	0.9	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	415
9	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	567
10	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	687
11	0.5	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	764
12	0.5	0.0	27.9	27.9	0	0	27.9	27.9	27.9	790
13	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	764
14	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	687
15	0.5	0.0	30.0	30.0	0	0	30.0	30.0	30.0	567
16	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	415
17	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	248
18	0.9	0.0	28.0	28.0	0	0	28.0	28.0	28.0	92
19	0.9	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	0
20	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	0
21	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	0
22	0.9	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	0
23	0.9	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	0
24	0.9	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	0

Vysvětlivky:

Zadané sady teplot přiváděného větracího vzduchu se použijí pro odpovídající sady intenzit větrání.

Využití zadaných sad venkovní teploty pro zatížení jednotlivých konstrukcí je uvedeno u popisu konstrukcí.



### Zadané neprůsvitné konstrukce:

**Konstrukce číslo 1** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna západ**  
 Plocha konstrukce: 28.56 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.18 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: západ  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěný obklad	0.0200	0.180	2510.0	650.0

**Konstrukce číslo 2** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna sever**  
 Plocha konstrukce: 9.10 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.18 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: sever  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5



6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěné bednění	0.0240	0.180	2510.0	450.0
9	Falcovaná fasáda	0.0010	50.000	870.0	7850.0

### Konstrukce číslo 3 ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Stěna jih</b>		
Plocha konstrukce:	8.05 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.18 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W
Orientace konstrukce:	jih		
Pohltivost slun. záření:	0.35	Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.	
Činitel větrání:	0.50		

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěný obklad	0.0200	0.180	2510.0	650.0

### Konstrukce číslo 4 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Stěna vnitřní VS1</b>		
Plocha konstrukce:	16.26 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.43 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Sádrovláknitá deska	0.0150	0.320	1100.0	1150.0
2	Isover Uni + sloupky	0.1000	0.052	971.0	81.0
3	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

### Konstrukce číslo 5 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Podlaha</b>		
Plocha konstrukce:	34.42 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.23 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.17 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.17 m <sup>2</sup> K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Laminátová podlaha	0.0070	0.170	1400.0	1200.0
2	Lepidlo	0.0030	0.570	1200.0	1550.0
3	Mirelon PE	0.0050	0.041	1000.0	35.0
4	Sádrovláknitá deska	0.0250	0.320	1100.0	1150.0
5	DVD Steico Floor	0.0400	0.040	2100.0	160.0
6	OSB deska P+D	0.0180	0.130	1700.0	600.0
7	Vzduchová dutina	0.0800	0.527	1235.0	68.5
8	Isover Uni + nosníky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
9	Vzduchová mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
10	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

### Konstrukce číslo 6 ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Střecha</b>		
Plocha konstrukce:	40.82 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.14 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.10 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.10 m <sup>2</sup> K/W

Orientace konstrukce: horizont  
 Pohltivost slun. záření: 0.38 Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m3]
1	Dřevěné bednění	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
3	Isover Uni	0.1400	0.040	800.0	40.0
4	Isover Uni	0.1400	0.040	800.0	40.0
5	Tyvek Soft	0.0002	0.350	1470.0	330.0
6	Větraná mezera	0.1000	0.983	1385.0	113.4
7	Plechová krytina	0.0005	50.000	870.0	7850.0

#### Konstrukce číslo 7 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna vnitřní - ŽLB stěna**  
 Plocha konstrukce: 5.18 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 1.55 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m<sup>2</sup>K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m3]
1	VPS omítka	0.0150	0.490	1000.0	1200.0
2	Železobetonová stěna	0.2000	1.740	1020.0	2500.0
3	Vzduchová mezera	0.0700	0.444	1160.0	43.1
4	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

#### Zadané vnější průsvitné konstrukce:

##### Konstrukce číslo 1

Označení konstrukce: **Okno jih**  
 Plocha konstrukce: 13.20 m<sup>2</sup> Souč. prostupu tepla U: 0.68 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Šířka konstrukce: 4.40 m Výška konstrukce: 3.00 m  
 Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m<sup>2</sup>K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: jih

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

Propustnost slun. záření pro kolmý dopad paprsků na zasklení v okně g: 0.520

Vliv úhlu dopadu paprsků na zasklení se zohledňuje detailním výpočtem pro:  
 - 3 skla s pokovením neznámého typu

Korekční činitel zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna): 0.80

Okno je stíněno pohyblivým stínícím zařízením až do maximálně: 100.00 % plochy.

Korekční činitel clonění pohyblivým stínícím zařízením (žaluzie, rolety): 0.13

Ovládání žaluzií/rolet: manuální (stažené dolů při intenzitě záření nad 300 W/m<sup>2</sup>)

Činitel stínění se stanovuje výpočtem.

Hloubka pravé boční stěny (při pohledu zvenku na konstrukci): 4.01 m

Vodorovná vzdálenost boční stěny od přilehlého okraje konstrukce: 0.14 m

## VÝSLEDKY VÝPOČTU ODEZVY MÍSTNOSTI NA TEPELNOU ZÁTĚŽ:

Metodika výpočtu: hodinový výp. model podle EN ISO 52016-1

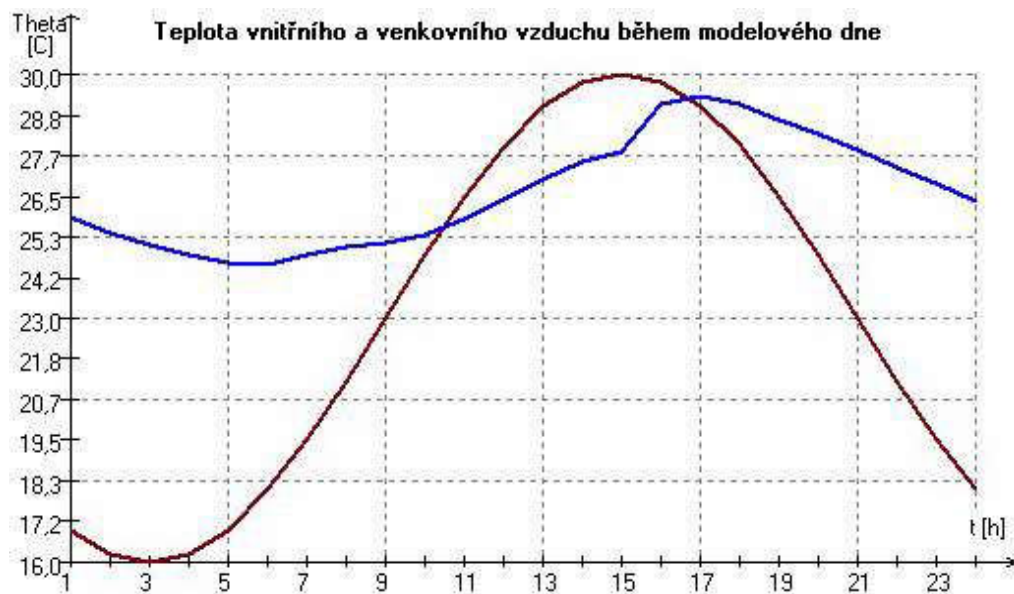
#### Výsledné vnitřní teploty a přímý solární zisk:

Čas [h]	Přímý solární zisk okny [W]	Teplota vnitřního vzduchu [C]	Teplota střední radiální [C]	Teplota výsledná operativní [C]
---------	-----------------------------	-------------------------------	------------------------------	---------------------------------

1	0.0	25.90	26.65	26.27
2	0.0	25.47	26.28	25.88
3	0.0	25.11	25.93	25.52
4	0.0	24.81	25.62	25.22
5	0.0	24.60	25.36	24.98
6	56.4	24.55	25.22	24.88
7	300.8	24.82	25.38	25.10
8	240.2	25.05	25.48	25.26
9	59.8	25.17	25.45	25.31
10	80.5	25.42	25.56	25.49
11	208.1	25.84	25.86	25.85
12	391.4	26.42	26.36	26.39
13	459.5	27.02	26.87	26.95
14	398.6	27.49	27.28	27.38
15	295.1	27.79	27.55	27.67
16	1359.9	29.16	28.95	29.06
17	599.3	29.40	29.16	29.28
18	225.1	29.18	29.03	29.11
19	0.0	28.73	28.71	28.72
20	0.0	28.29	28.42	28.36
21	0.0	27.83	28.11	27.97
22	0.0	27.35	27.77	27.56
23	0.0	26.86	27.41	27.14
24	0.0	26.38	27.04	26.71

Minimální hodnota: 24.55 25.22 24.88  
Průměrná hodnota: 26.61 26.89 26.75

**Maximální hodnota: 29.40 29.16 29.28**



## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název úlohy:** Letní tepelná stabilita 2 - opatření A

Podrobný popis obal. konstrukcí hodnocené místnosti je uveden na výpisu z programu Simulace 2018.

### Požadavek na nejvyšší denní teplotu vzduchu v letním období (čl. 8.2 ČSN 730540-2)

Požadavek:  $T_{ai,max,N} = 27,00 \text{ C}$

Vypočtená hodnota:  $T_{ai,max} = 29,40 \text{ C}$

**$T_{ai,max} > T_{ai,max,N}$  ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.**

Poznámka: Vyhodnocení požadavku ČSN 730540-2 má smysl pouze tehdy, pokud byly ve výpočtu použity okrajové podmínky podle ČSN 730540-3.

# TEPELNÁ STABILITA MÍSTNOSTI V LETNÍM OBDOBÍ (odezva místnosti na tepelnou zátěž)

hodinový výpočetní model podle EN ISO 52016-1

## Simulace 2018

Název úlohy : **Letní tepelná stabilita 2 - opatření B**

Zpracovatel : Bc. Ondřej Fencel

Zakázka :

Datum : 08.05.2021

## ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY A OBALOVÉ KONSTRUKCE :

Hodnocený den/časový úsek: 21. 8. (kvazistacionární stav)  
Zeměpisná šířka a délka: 49 + 14 st.  
Časové pásmo (posun vůči GMT): 1 h  
Objem vzduchu v místnosti: 114.04 m<sup>3</sup>  
Plocha podlahy (z vnitřních rozměrů): 34.42 m<sup>2</sup>  
Přirážka na vliv tepelných vazeb: 0.02 W/(m<sup>2</sup>K)  
Měrná tep. kapacita vzduchu a nábytku: 10000.0 J/(m<sup>2</sup>K)

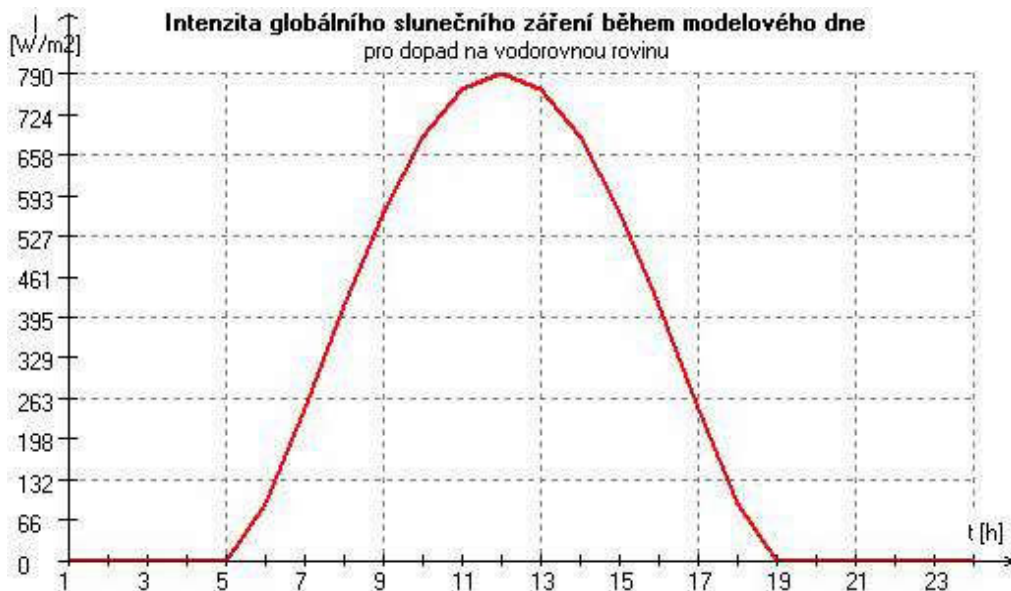
### Okrajové podmínky výpočtu:

Čas [h]	Intenzita větrání [1/h]		Teplota větr. vzduchu [C]		Vnitřní zisk [W]	Chladicí výkon [W]	Venkovní teplota [C]			Glob. intenzita slun. záření na vod. rovinu [W/m <sup>2</sup> ]
	sada 1	sada 2	sada 1	sada 2			sada 1	sada 2	sada 3	
1	3.0	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
2	3.0	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
3	3.0	0.0	16.0	16.0	0	0	16.0	16.0	16.0	0
4	3.0	0.0	16.2	16.2	0	0	16.2	16.2	16.2	0
5	3.0	0.0	16.9	16.9	0	0	16.9	16.9	16.9	0
6	3.0	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	92
7	3.0	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	248
8	0.9	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	415
9	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	567
10	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	687
11	0.5	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	764
12	0.5	0.0	27.9	27.9	0	0	27.9	27.9	27.9	790
13	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	764
14	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	687
15	0.5	0.0	30.0	30.0	0	0	30.0	30.0	30.0	567
16	0.5	0.0	29.8	29.8	0	0	29.8	29.8	29.8	415
17	0.5	0.0	29.1	29.1	0	0	29.1	29.1	29.1	248
18	0.9	0.0	28.0	28.0	0	0	28.0	28.0	28.0	92
19	0.9	0.0	26.5	26.5	0	0	26.5	26.5	26.5	0
20	0.9	0.0	24.8	24.8	0	0	24.8	24.8	24.8	0
21	0.9	0.0	23.0	23.0	0	0	23.0	23.0	23.0	0
22	3.0	0.0	21.2	21.2	0	0	21.2	21.2	21.2	0
23	3.0	0.0	19.5	19.5	0	0	19.5	19.5	19.5	0
24	3.0	0.0	18.1	18.1	0	0	18.1	18.1	18.1	0

Vysvětlivky:

Zadané sady teplot přiváděného větracího vzduchu se použijí pro odpovídající sady intenzit větrání.

Využití zadaných sad venkovní teploty pro zatížení jednotlivých konstrukcí je uvedeno u popisu konstrukcí.



### Zadané neprůsvitné konstrukce:

**Konstrukce číslo 1** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna západ**  
 Plocha konstrukce: 28.56 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.18 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: západ  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěný obklad	0.0200	0.180	2510.0	650.0

**Konstrukce číslo 2** ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna sever**  
 Plocha konstrukce: 9.10 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.18 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Odpor při přestupu R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Odpor při přestupu R<sub>se</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace konstrukce: sever  
 Pohltivost slun. záření: 0.35      Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5

6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěné bednění	0.0240	0.180	2510.0	450.0
9	Falcovaná fasáda	0.0010	50.000	870.0	7850.0

### Konstrukce číslo 3 ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Stěna jih</b>		
Plocha konstrukce:	8.05 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.18 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W
Orientace konstrukce:	jih		
Pohltivost slun. záření:	0.35	Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.	
Činitel větrání:	0.50		

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	DVD Steico Flex	0.0600	0.054	2141.0	87.0
3	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
4	OSB deska P+D	0.0150	0.100	1700.0	600.0
5	Isover Uni + sloupky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
6	DVD Steico Therm	0.0600	0.041	2100.0	160.0
7	Větraná mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
8	Dřevěný obklad	0.0200	0.180	2510.0	650.0

### Konstrukce číslo 4 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Stěna vnitřní VS1</b>		
Plocha konstrukce:	16.26 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.43 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Sádrovláknitá deska	0.0150	0.320	1100.0	1150.0
2	Isover Uni + sloupky	0.1000	0.052	971.0	81.0
3	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

### Konstrukce číslo 5 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Podlaha</b>		
Plocha konstrukce:	34.42 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.23 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.17 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.17 m <sup>2</sup> K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Laminátová podlaha	0.0070	0.170	1400.0	1200.0
2	Lepidlo	0.0030	0.570	1200.0	1550.0
3	Mirelon PE	0.0050	0.041	1000.0	35.0
4	Sádrovláknitá deska	0.0250	0.320	1100.0	1150.0
5	DVD Steico Floor	0.0400	0.040	2100.0	160.0
6	OSB deska P+D	0.0180	0.130	1700.0	600.0
7	Vzduchová dutina	0.0800	0.527	1235.0	68.5
8	Isover Uni + nosníky	0.1400	0.059	1056.5	101.5
9	Vzduchová mezera	0.0400	0.444	1160.0	43.1
10	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

### Konstrukce číslo 6 ... vnější dvouplášťová konstrukce

Označení konstrukce:	<b>Střecha</b>		
Plocha konstrukce:	40.82 m <sup>2</sup>	Souč. prostupu tepla U:	0.14 W/(m <sup>2</sup> K)
Odpor při přestupu R <sub>si</sub> :	0.10 m <sup>2</sup> K/W	Odpor při přestupu R <sub>se</sub> :	0.10 m <sup>2</sup> K/W

Orientace konstrukce: horizont  
 Pohltivost slun. záření: 0.38 Konstrukce není stíněna pevnými překážkami.  
 Činitel větrání: 0.50

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m3]
1	Dřevěné bednění	0.0150	0.180	2510.0	450.0
2	VARIO XtraSafe	0.0002	0.174	1460.0	364.0
3	Isover Uni	0.1400	0.040	800.0	40.0
4	Isover Uni	0.1400	0.040	800.0	40.0
5	Tyvek Soft	0.0002	0.350	1470.0	330.0
6	Větraná mezera	0.1000	0.983	1385.0	113.4
7	Plechová krytina	0.0005	50.000	870.0	7850.0

#### Konstrukce číslo 7 ... vnitřní konstrukce

Označení konstrukce: **Stěna vnitřní - ŽLB stěna**  
 Plocha konstrukce: 5.18 m2 Souč. prostupu tepla U: 1.55 W/(m2K)  
 Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m2K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m2K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/(mK)]	M.teplo [J/(kgK)]	M.hmotnost [kg/m3]
1	VPS omítka	0.0150	0.490	1000.0	1200.0
2	Železobetonová stěna	0.2000	1.740	1020.0	2500.0
3	Vzduchová mezera	0.0700	0.444	1160.0	43.1
4	Dřevěný obklad	0.0150	0.180	2510.0	450.0

#### Zadané vnější průsvitné konstrukce:

##### Konstrukce číslo 1

Označení konstrukce: **Okno jih**  
 Plocha konstrukce: 13.20 m2 Souč. prostupu tepla U: 0.68 W/(m2K)  
 Šířka konstrukce: 4.40 m Výška konstrukce: 3.00 m  
 Odpor při přestupu Rsi: 0.13 m2K/W Odpor při přestupu Rse: 0.13 m2K/W  
 Orientace konstrukce: jih

Na konstrukci působí venkovní teplota zadaná jako sada č. 1.

Propustnost slun. záření pro kolmý dopad paprsků na zasklení v okně g: 0.520

Vliv úhlu dopadu paprsků na zasklení se zohledňuje detailním výpočtem pro:  
 - 3 skla s pokovením neznámého typu

Korekční činitel zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna): 0.80

Okno je stíněno pohyblivým stínícím zařízením až do maximálně: 100.00 % plochy.

Korekční činitel clonění pohyblivým stínícím zařízením (žaluzie, rolety): 0.13

Ovládání žaluzií/rolet: manuální (stažené dolů při intenzitě záření nad 300 W/m2)

Činitel stínění se stanovuje výpočtem.

Hloubka pravé boční stěny (při pohledu zvenku na konstrukci): 4.01 m

Vodorovná vzdálenost boční stěny od přilehlého okraje konstrukce: 0.14 m

## VÝSLEDKY VÝPOČTU ODEZVY MÍSTNOSTI NA TEPELNOU ZÁTĚŽ:

Metodika výpočtu: hodinový výp. model podle EN ISO 52016-1

#### Výsledné vnitřní teploty a přímý solární zisk:

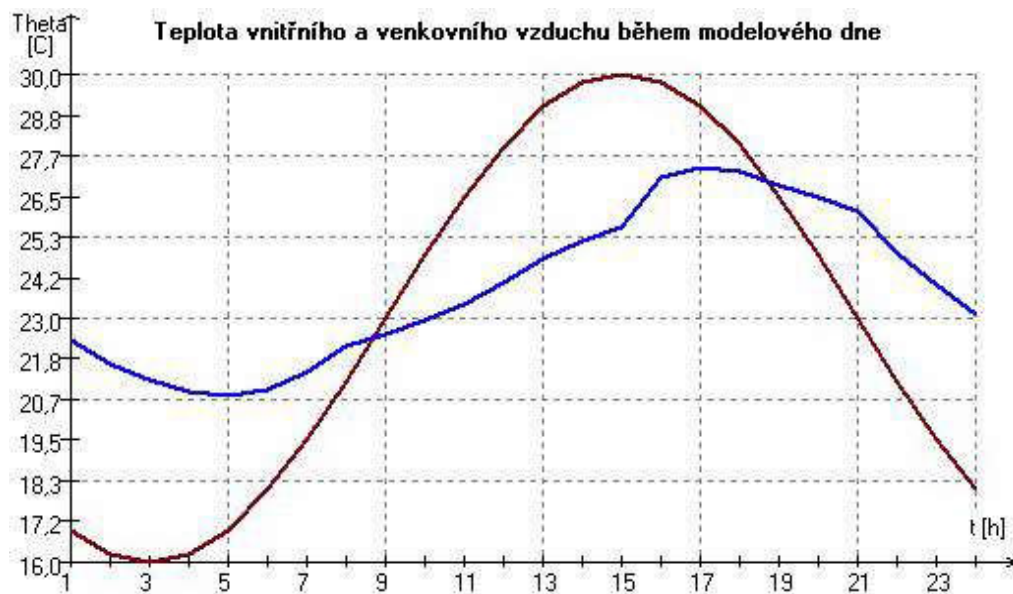
Čas [h]	Přímý solární zisk okny [W]	Teplota vnitřního vzduchu [C]	Teplota střední radiální [C]	Teplota výsledná operativní [C]
---------	-----------------------------	-------------------------------	------------------------------	---------------------------------



1	0.0	22.35	23.85	23.10
2	0.0	21.71	23.29	22.50
3	0.0	21.23	22.79	22.01
4	0.0	20.91	22.38	21.65
5	0.0	20.80	22.08	21.44
6	56.4	20.95	21.97	21.46
7	300.8	21.46	22.22	21.84
8	240.2	22.20	22.51	22.35
9	59.8	22.55	22.64	22.59
10	80.5	22.94	22.89	22.92
11	208.1	23.40	23.28	23.34
12	391.4	24.05	23.85	23.95
13	459.5	24.71	24.43	24.57
14	398.6	25.24	24.90	25.07
15	295.1	25.60	25.24	25.42
16	1359.9	27.03	26.69	26.86
17	599.3	27.32	26.96	27.14
18	225.1	27.22	26.90	27.06
19	0.0	26.84	26.65	26.74
20	0.0	26.46	26.42	26.44
21	0.0	26.06	26.17	26.11
22	0.0	24.87	25.63	25.25
23	0.0	23.95	25.05	24.50
24	0.0	23.12	24.45	23.79

Minimální hodnota: 20.80 21.97 21.44  
Průměrná hodnota: 23.87 24.30 24.09

**Maximální hodnota: 27.32 26.96 27.14**



## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název úlohy:** Letní tepelná stabilita 2 - opatření B

Podrobný popis obal. konstrukcí hodnocené místnosti je uveden na výpisu z programu Simulace 2018.

### Požadavek na nejvyšší denní teplotu vzduchu v letním období (čl. 8.2 ČSN 730540-2)

Požadavek:  $T_{ai,max,N} = 27,00$  C

Vypočtená hodnota:  $T_{ai,max} = 27,32$  C

**$T_{ai,max} > T_{ai,max,N}$  ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.**

Poznámka: Vyhodnocení požadavku ČSN 730540-2 má smysl pouze tehdy, pokud byly ve výpočtu použity okrajové podmínky podle ČSN 730540-3.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Příloha: Výkresová dokumentace

Praha 2021

Bc. Ondřej Fencel

## **Obsah výkresové dokumentace:**

- Výkres č. 1:** Konstrukční schéma 1. PP (1:50)
- Výkres č. 2:** Konstrukční schéma 1. NP (1:50)
- Výkres č. 3:** Konstrukční schéma 2. NP (1:50)
- Výkres č. 4:** Konstrukční schéma 3. NP - podkroví (1:50)
- Výkres č. 5:** Půdorys 1. PP (1:50)
- Výkres č. 6:** Půdorys 1. NP (1:50)
- Výkres č. 7:** Půdorys 2. NP (1:50)
- Výkres č. 8:** Půdorys 3. NP - podkroví (1:50)
- Výkres č. 9:** Svislý řez schodištěm A-A' (1:50)
- Výkres č. 10:** Výkres tvaru stropní konstrukce 1. PP (1:50)
- Výkres č. 11:** Výkres skladby stropní konstrukce 1. NP (1:50)
- Výkres č. 12:** Výkres skladby stropní konstrukce 2. NP (1:50)
- Výkres č. 13:** Výkres krovu (1:50)
- Výkres č. 14:** Pohled západní (1:50)
- Výkres č. 15:** Pohled severní (1:50)
- Výkres č. 16:** Pohled východní (1:50)
- Výkres č. 17:** Pohled jižní (1:50)
- Výkres č. 18:** Komplexní řez (1:20)
- Výkres č. 19:** Situace (1:500)
- Výkres č. 20:** Detail dilatace opěrné stěny (1:5)
- Výkres č. 21:** Detail schodiště (1:10)
- Výkres č. 22:** Detail nadpraží vchodových dveří a parapetu HS portálu (1:5)
- Výkres č. 23:** Detail skrytého okapního žlabu (1:5)
- Výkres č. 24:** Schéma větrání 1. PP (1:50)
- Výkres č. 25:** Schéma větrání 1. NP (1:50)
- Výkres č. 26:** Schéma větrání 2. NP (1:50)
- Výkres č. 27:** Schéma větrání 3. NP - podkroví (1:50)
- Výkres č. 28:** Schéma vytápění 1. PP (1:50)
- Výkres č. 29:** Schéma vytápění 1. NP (1:50)
- Výkres č. 30:** Schéma vytápění 2. NP (1:50)
- Výkres č. 31:** Schéma vytápění 3. NP - podkroví (1:50)
- Výkres č. 32:** Vizualizace



## KONSTRUKČNÍ SYSTÉM 1. PP

ŽELEZOBETONOVÝ MONOLITICKÝ STĚNOVÝ SYSTÉM + ZTUŽUJÍCÍ ŽELEZOBETONOVÉ JÁDRO

SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE:

Stěny (obvodové + vnitřní nosné + ztužující jádro): železobetonové monolitické tl. 200 mm


Opěrná stěna: tvarovky ztraceného bednění tl. 200 mm, vyztuženy a vylity betonovou směsí

VODROVNÉ NOSNÉ KONSTRUKCE + SCHODIŠTĚ:

Stropní konstrukce: železobetonová monolitická jednosměrně prutá deska tl. 200 mm

Schodiště: železobetonové dvouramenné deskové schodišťová ramena uložena do základové desky či stropní konstrukce a mezipodesty mezipodesta uložena do schodišťových stěn

## LEGENDA MATERIÁLŮ

 Železobetonové stěny tl. 200 mm

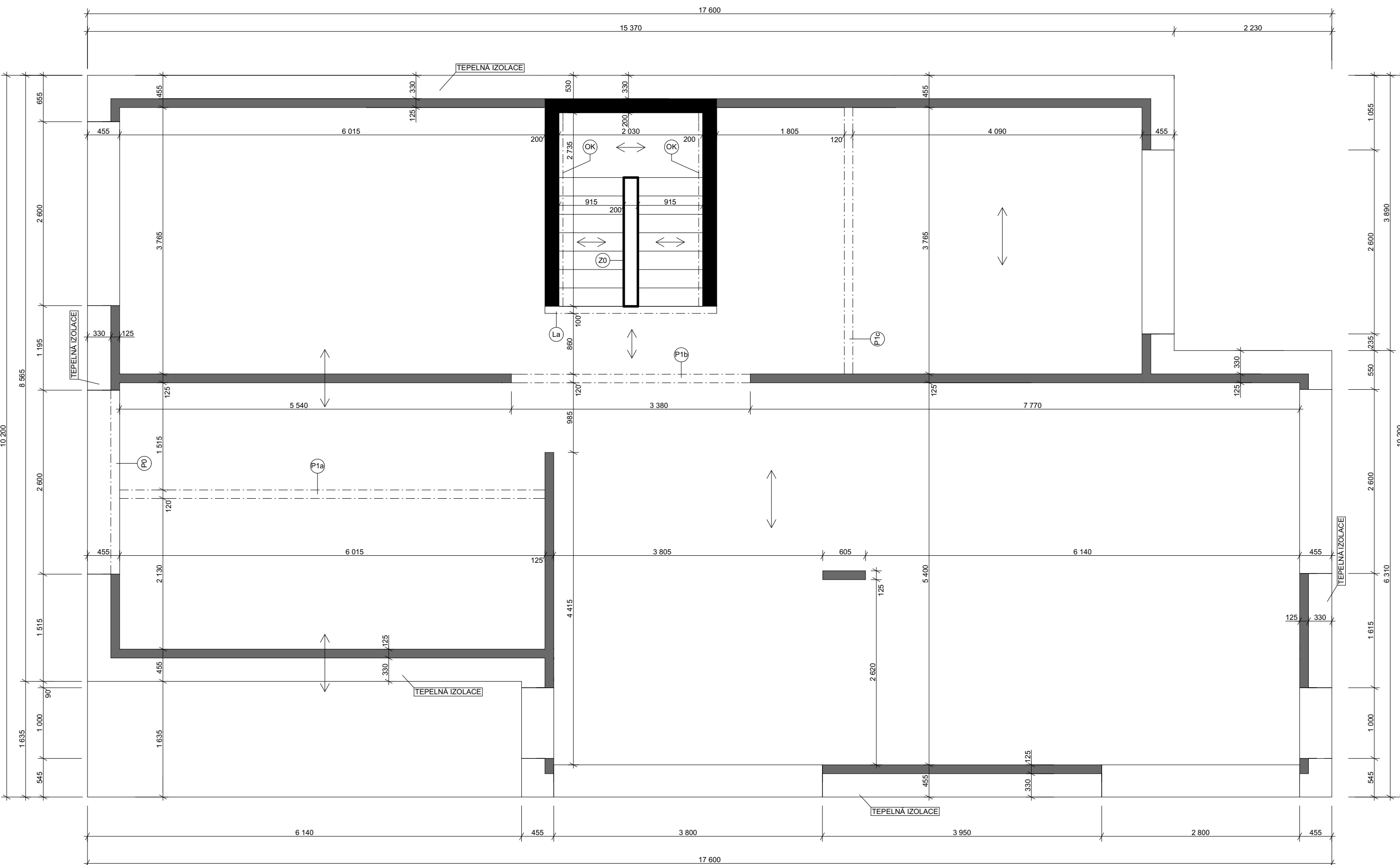
Pozn.: šipky znázorňují směr prutů stropní konstrukce a schodiště

kročejevý útlum schodiště řešen pomocí Shock Tronsolí v uložení ramen a podél ramen u schodišťových stěn

Bpv: 732,50 = ± 0,000



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSc., FEng.	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>	
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum:	20.3. 2021
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU			Formát:	
Výkres: KONSTRUKČNÍ SCHÉMA 1. PP			Měřítko:	1:50
			Číslo výkresu:	1



## KONSTRUKČNÍ SYSTÉM 1. NP

DŘEVĚNÝ STĚNOVÝ SYSTÉM Z CLT PANELŮ + ZTUŽUJÍCÍ ŽELEZOBETONOVÉ JÁDRO

SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE:

Stěny (obvodové + vnitřní nosné): dřevěné z CLT panelů Novatop Solid tl. 124 mm  
 Stěny (ztužující jádro): železobetonové monolitické tl. 200 mm

VODOROVNÉ NOSNÉ KONSTRUKCE + SCHODIŠTĚ:

Stropní konstrukce: dřevěné dutinové CLT panely výšky 240 mm  
 Okenní překlad: ocelový válcovaný profil HEM 100 (106x120 mm) - P0  
 Nosník: ocelový válcovaný profil L nerovnoramenný 150 (100x150 mm) - kotvený do ŽLB stěny ztužujícího jádra - La  
 Průvlaky: ocelové prolamované válcované profily IPE 240 (120x240 mm) - P1a - P1c  
 Schodiště: dvouramenné vřetenové s ocelovým vřetenem a dřevěnými stupni  
 stupně - dřevěné - uloženy na ocelové konzolky kotvené do schodišťových stěn (OK) a ocelové vřeten (Z0)  
 mezipodesta - dřevěný CLT panel - uložena na ocelové konzolky kotvené do schodišťových stěn - OK  
 vřeten - ocelové v rámci deskového zábradlí - uloženo do stropní konstrukce a mezipodesty - Z0

## LEGENDA MATERIÁLŮ

- Dřevěné stěnové CLT panely Novatop Solid tl. 124 mm
- Železobetonové stěny tl. 200 mm

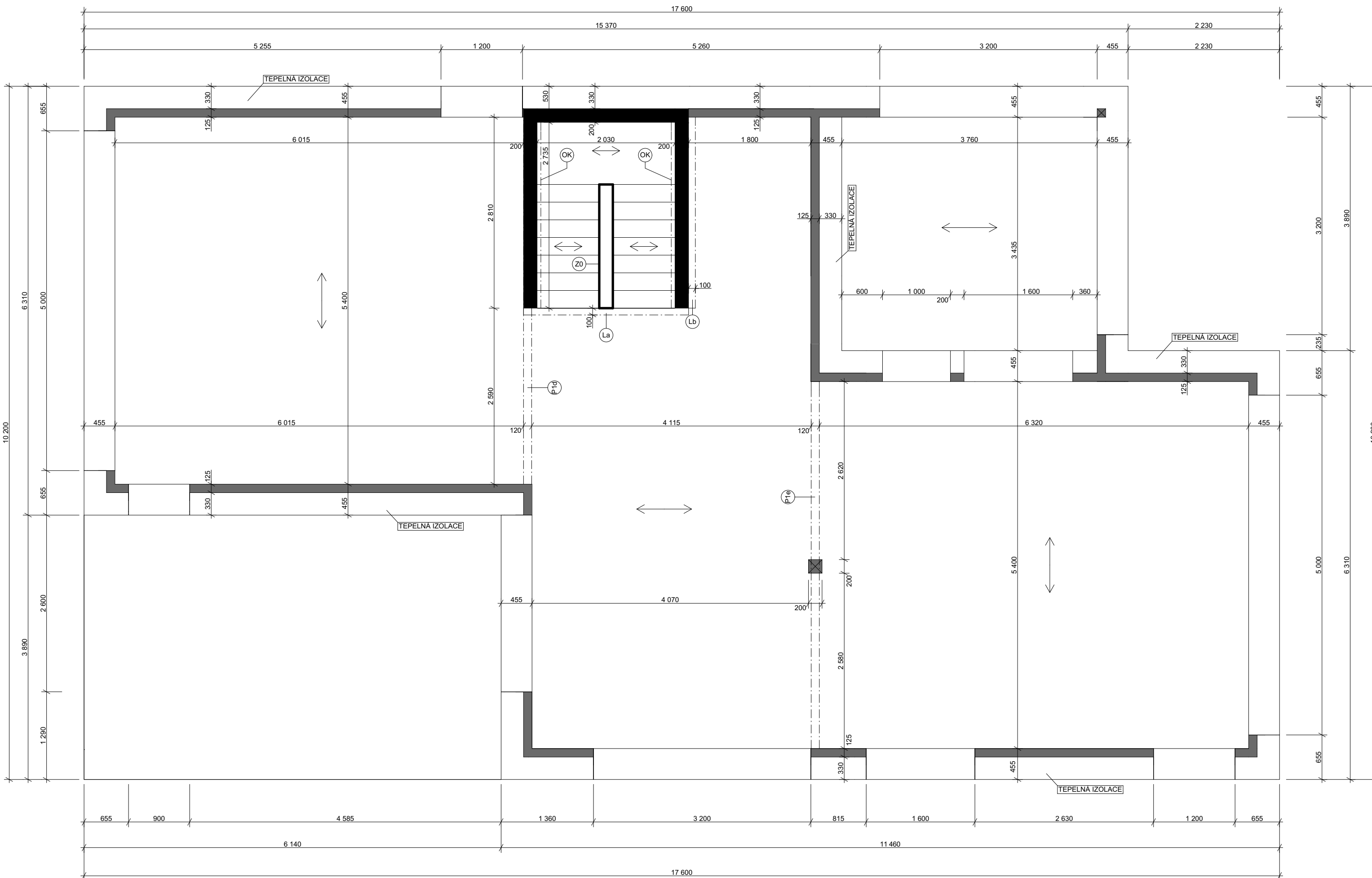
Pozn.: šipky znázorňují směr prnutí stropní konstrukce a schodiště

kročejevý útlum schodiště řešen uložení stupňů na pryžové podložky

Bpv: 732,50 = ± 0,000



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 20.3. 2021
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU			Formát:
Výkres: KONSTRUKČNÍ SCHÉMA 1. NP			Měřítko: 1:50
			Číslo výkresu: 2



## KONSTRUKČNÍ SYSTÉM 2. NP

DŘEVĚNÝ STĚNOVÝ SYSTÉM Z CLT PANELŮ + ZTUŽUJÍCÍ ŽELEZOBETONOVÉ JÁDRO

SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE:

Stěny (obvodové):	dřevěné z CLT panelů Novatop Solid tl. 124 mm
Stěny (ztužující jádro):	železobetonové monolitické tl. 200 mm
Sloupy:	dřevěný - dřevo GL24h (200x200 mm), (240x240 mm) - zimní zahrada - roh okna

VODOROVNÉ NOSNÉ KONSTRUKCE + SCHODIŠTĚ:

Stropní konstrukce:	dřevěné dutinové CLT panely výšky 240 mm
Nosníky:	ocelový válcovaný profil L nerovnoramenný 150 (100x150 mm) - kotvený do ŽLB stěny ztužujícího jádra - La a Lb
Průvlaky:	ocelové prolamované válcované profily IPE 240 - 120x240 mm - P1d a P1e
Schodiště:	dvouramenné vřetenové s ocelovým vřetenem a dřevěnými stupni stupně - dřevěné - uloženy na ocelové konzolky kotvené do schodišťových stěn (OK) a ocelové vřetené (Z0) mezipodesta - dřevěný CLT panel - uložena na ocelové konzolky kotvené do schodišťových stěn - OK vřetené - ocelové v rámci deskového zábradlí - uloženo do stropní konstrukce a mezipodesty - Z0

## LEGENDA MATERIÁLŮ

	Dřevěné stěnové CLT panely Novatop Solid tl. 124 mm
	Železobetonové stěny tl. 200 mm
	Dřevěné sloup - dřevo GL24h (200x200 mm), (125x125) - zimní zahrada - roh okna

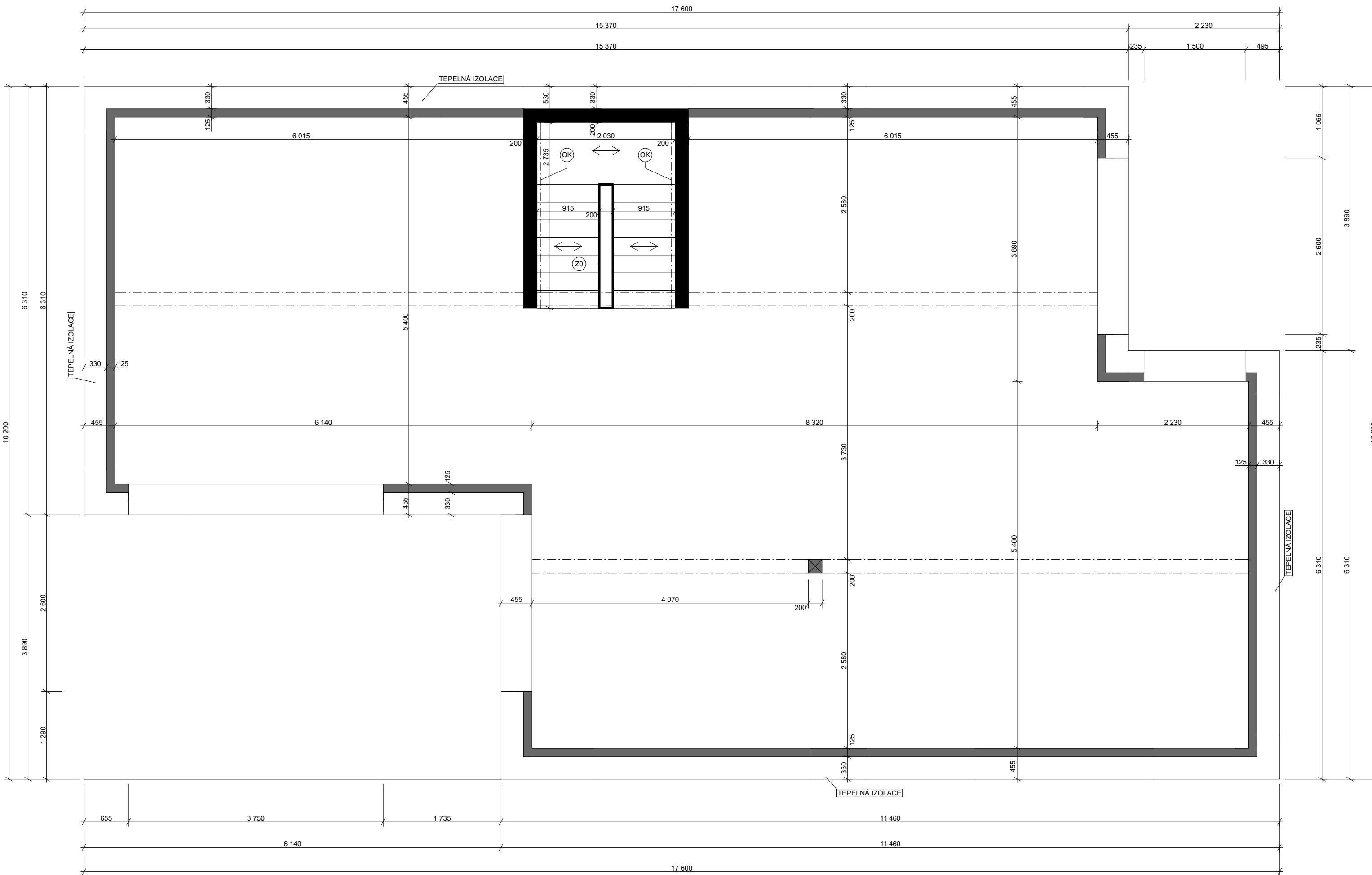
Pozn.: šipky znázorňují směr pnutí stropní konstrukce a schodiště

kročeťový útlum schodiště řešen uložením stupňů na pryžové podložky

Bpv: 732,50 = ± 0,000



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 20.3. 2021
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU			Formát:
Výkres: KONSTRUKČNÍ SCHÉMA 2. NP			Měřítko: 1:50
			Číslo výkresu: 3



## KONSTRUKČNÍ SYSTÉM 3. NP - PODKROVÍ

DŘEVĚNÝ STĚNOVÝ SYSTÉM Z CLT PANELŮ + ZTUŽUJÍCÍ ŽELEZOBETONOVÉ JÁDRO

SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE:

Stěny (obvodové):	dřevěné z CLT panelů Novatop Solid tl. 124 mm
Stěny (ztužující jádro):	železobetonové monolitické tl. 200 mm
Sloup:	dřevěný - dřevo GL24h (200x200 mm)

VODOROVNÉ NOSNÉ KONSTRUKCE + STŘEŠNÍ KONSTRUKCE + SCHODIŠTĚ:

Vaznice:	dřevěné - dřevo GL24h (200x240 mm)
Střešní konstrukce:	dřevěný vaznicový krov s kleštinami - dřevo GL24h
Schodiště (z 2. NP do 3. NP):	dvouramenné vřetenové s ocelovým vřetenem a dřevěnými stupni stupně - dřevěné - uloženy na ocelové konzolky kotvené do schodišťových stěn (OK) a ocelové vřeteno (Z0) mezipodesta - dřevěný CLT panel - uložena na ocelové konzolky kotvené do schodišťových stěn - OK vřeteno - ocelové v rámci deskového zábradlí - uloženo do stropní konstrukce a mezipodesty - Z0

## LEGENDA MATERIÁLŮ

	Dřevěné stěnové CLT panely Novatop Solid tl. 124 mm
	Železobetonové stěny tl. 200 mm
	Dřevěné sloup - dřevo GL24h (200x200 mm)

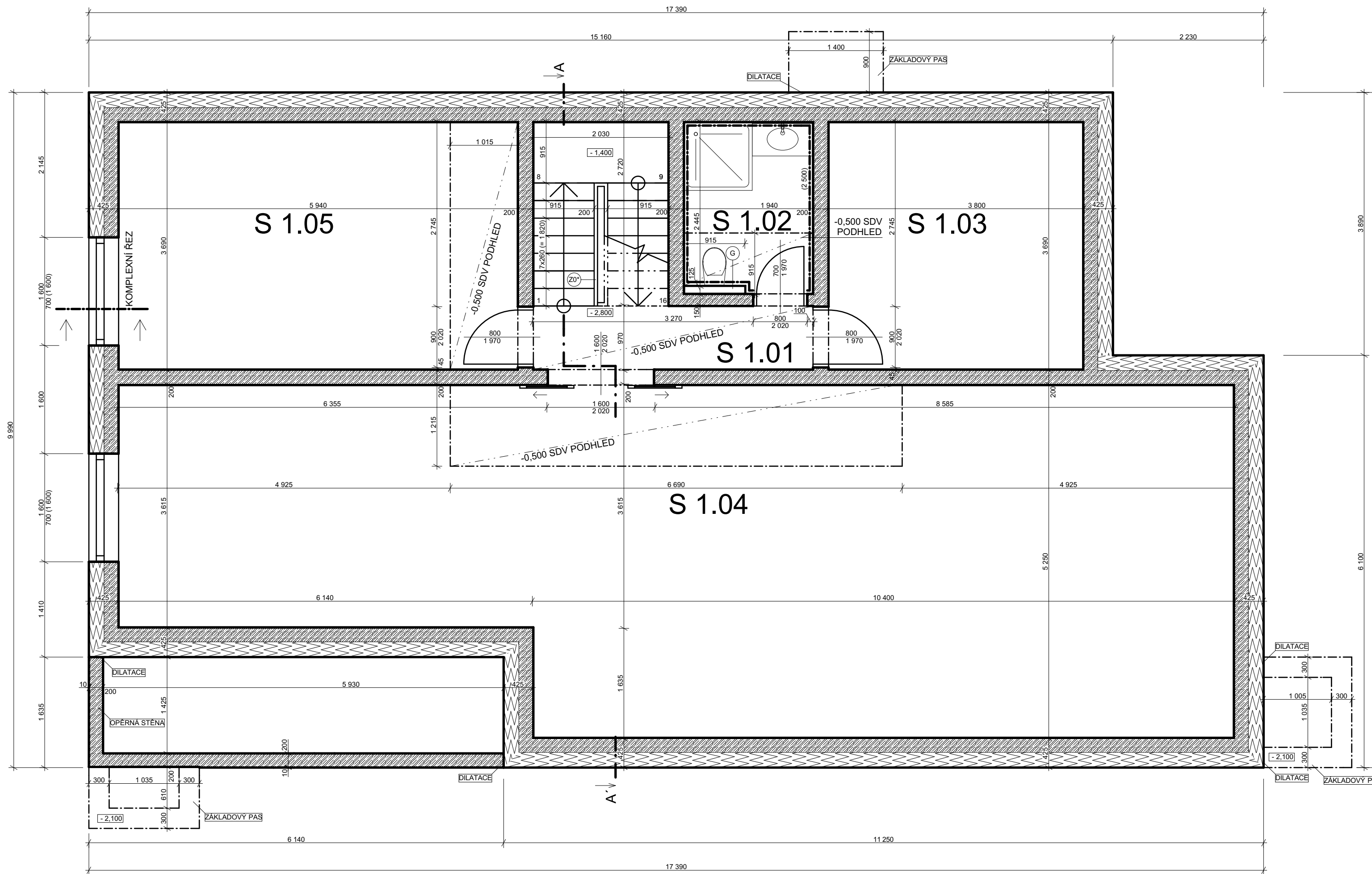
Pozn.: šipky znázorňují směr prutů stropní konstrukce a schodiště  
 kročejový útlum schodiště řešen uložení stupňů na pryžové podložky

Bpv: 732,50 = ± 0,000



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSc., FEng.	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 20.3. 2021
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU			Formát:
Výkres: KONSTRUKČNÍ SCHÉMA 3. NP - PODKROVÍ			Měřítko: 1:50
			Číslo výkresu: 4

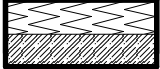







## LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.	Název místnosti	Plocha (m <sup>2</sup> )	Nášlapná vrstva	Povrchová úprava stěn
S 1.01	Chodba + schodiště	9,33	Keramická dlažba	VPS omítka + malba
S 1.02	Koupelna + WC	4,74	Keramická dlažba	Keramický obklad
S 1.03	Technická místnost	13,80	Keramická dlažba	VPS omítka + malba
S 1.04	Herna	76,20	Gumová podlaha	VPS omítka + malba
S 1.05	Dětská zóna	21,63	Gumová podlaha	VPS omítka + malba

## LEGENDA MATERIÁLŮ A PRVKŮ

-  Obvodový plášť suterénní stěny - ŽLB stěna (200 mm) + KZS s izolací z desek XPS (200 mm) - celá specifikace viz Skladby konstrukcí (pozn.: v koupelně a WC je keramický obklad)
-  Vnitřní nosná stěna - podzemní podlaží a ztužující jádro - ŽLB stěna (200 mm) + VPS omítka (pozn.: v koupelně a WC je keramický obklad)
-  Vnitřní dělicí stěna - podzemní podlaží - ŽLB stěna (150 mm) + VPS omítka (pozn.: v koupelně a WC je keramický obklad)
-  Opěrná stěna venkovního schodiště (200 mm) - tvarovky ztraceného bednění, vyztuženy a vylity betonovou směsí - opatřeny lepidlem a mozaikovou soklovou omítkou (10 mm)
- G Geberit - předstěna na výšku podlaží (125 mm)
- Z0° Ocelové schodišťové deskové zábradlí - montáž do základové desky, mezípodesty a stropní konstrukce - výška 900 mm

Pozn.: pro výplně otvorů použita okna Slavona Progression s izolačním trojsklem -  $U_i = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

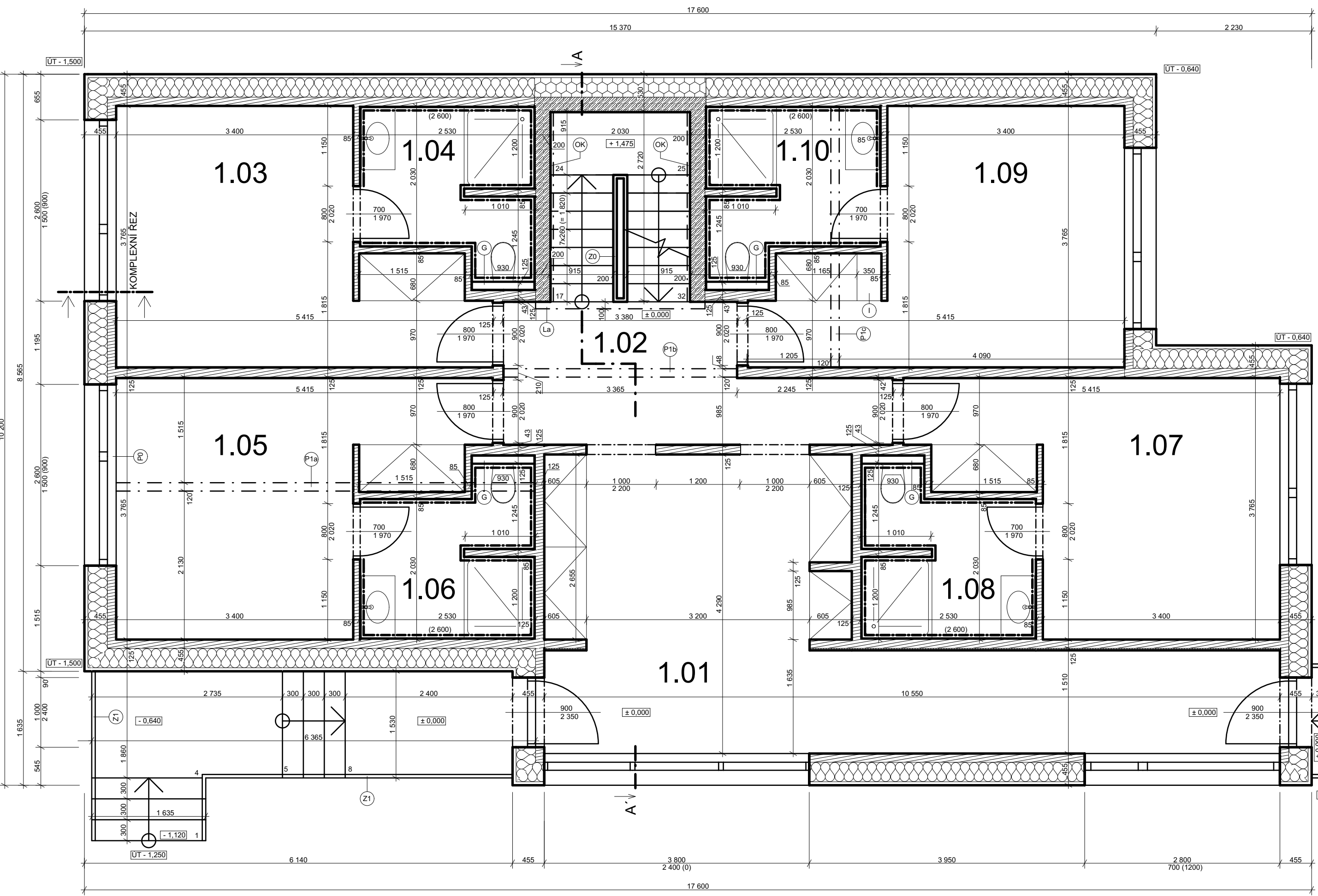
řada opěrné stěny ve stejné úrovni jako suterénní stěna; založení na samostatných základových pasech výšky 600 mm

základový pas venkovního schodiště a pod tepelné čerpadlo proveden do nezámrné hloubky - min. 800 mm pod ÚT - (beton C30/37)

Bpv: 732,50 = ± 0,000



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSc., FEng.	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha:	NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU	Datum:	26.3. 2021
Výkres:	PŮDORYS 1. PP	Formát:	
		Měřítko:	1:50
		Číslo výkresu:	5



### LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.	Název místnosti	Plocha (m <sup>2</sup> )	Nášlapná vrstva	Povrchová úprava stěn
1.01	Vstupní hala	28,27	Laminátová podlaha	CLT panel/SDV deska + malba
1.02	Chodba + schodiště	14,44	Laminátová podlaha	CLT panel/VPS omítka + SDV deska + malba
1.03	Ložnice 1	15,69	Laminátová podlaha	CLT panel/SDV deska + malba
1.04	Koupelna + WC	5,33	Keramická dlažba	Keramický obklad
1.05	Ložnice 2	15,69	Laminátová podlaha	CLT panel/SDV deska + malba
1.06	Koupelna + WC	5,33	Keramická dlažba	Keramický obklad
1.07	Ložnice 3	15,69	Laminátová podlaha	CLT panel/SDV deska + malba
1.08	Koupelna + WC	5,33	Keramická dlažba	Keramický obklad
1.09	Ložnice 4	15,69	Laminátová podlaha	CLT panel/SDV deska + malba
1.10	Koupelna + WC	5,33	Keramická dlažba	Keramický obklad

### LEGENDA MATERIÁLŮ A PRVKŮ

- Vybraný obvodový plášť - varianta č. 1 - CLT panel (124 mm) + provětrávaná fasáda s dřevoláznitou izolací (220 + 60 mm) a dřevěným obkladem - celá specifikace viz Skladby konstrukcí (pozn.: v koupelnách a WC je CLT panel obložen keramickým obkladem; na severní stěně v místnosti 1.07 obložen sádrovláknitou deskou tl. 15 mm + malba)
- Vybraný obvodový plášť - ztužující jádro - varianta č. 1 - ŽLB stěna (200 mm) + provětrávaná fasáda s minerální a dřevoláznitou izolací (220 + 60 mm) a dřevěným obkladem - celá specifikace viz Skladby konstrukcí
- Vnitřní nosná stěna - nadzemní podlaží - CLT panel (124 mm) + z obou stran sádrovláknitá deska tl. 15 mm - celá specifikace viz Skladby konstrukcí (pozn.: na určitých místech je panel obložen pouze z jedné či žádné strany; v koupelnách a WC je CLT panel obložen keramickým obkladem)
- ŽLB stěna ztužujícího jádra (200 mm) + VPS omítka (pozn.: v koupelnách a WC je keramický obklad)
- Vnitřní dělící stěna - CLT panel (84 mm) - celá specifikace viz Skladby konstrukcí (pozn.: v koupelnách a WC je CLT panel obložen keramickým obkladem)

- G Geberit - předstěna na výšku podlaží (125 mm)
- I Instalační prostor 350x680 mm
- P0 Ocelový překlad - válcovaný profil HEM 100 (106x120 mm) - délky 3 000 mm
- P1 Ocelový stropní průvlak - prolamovaný válcovaný profil IPE 240 (120x240 mm) - délky a = 6 250 mm, b = 3 600 mm, c = 3 950 mm
- L Ocelový stropní nosník kotvený do ŽLB stěny ztužujícího jádra - válcovaný profil L nerovnoramenný 150 (100x150 mm) - délka a = 2 430 mm
- OK Ocelové konzolky vynášející schodišťové stupně - kotveny do ŽLB schodišťových stěn
- Z0 Ocelové schodišťové zábradlí s funkcí nosného vřetene - montáž do mezipodesty a stropní konstrukce - výška 900 mm
- Z1 Ocelové schodišťové zábradlí - venkovní - montáž shora do ŽLB desky - výška 900 mm

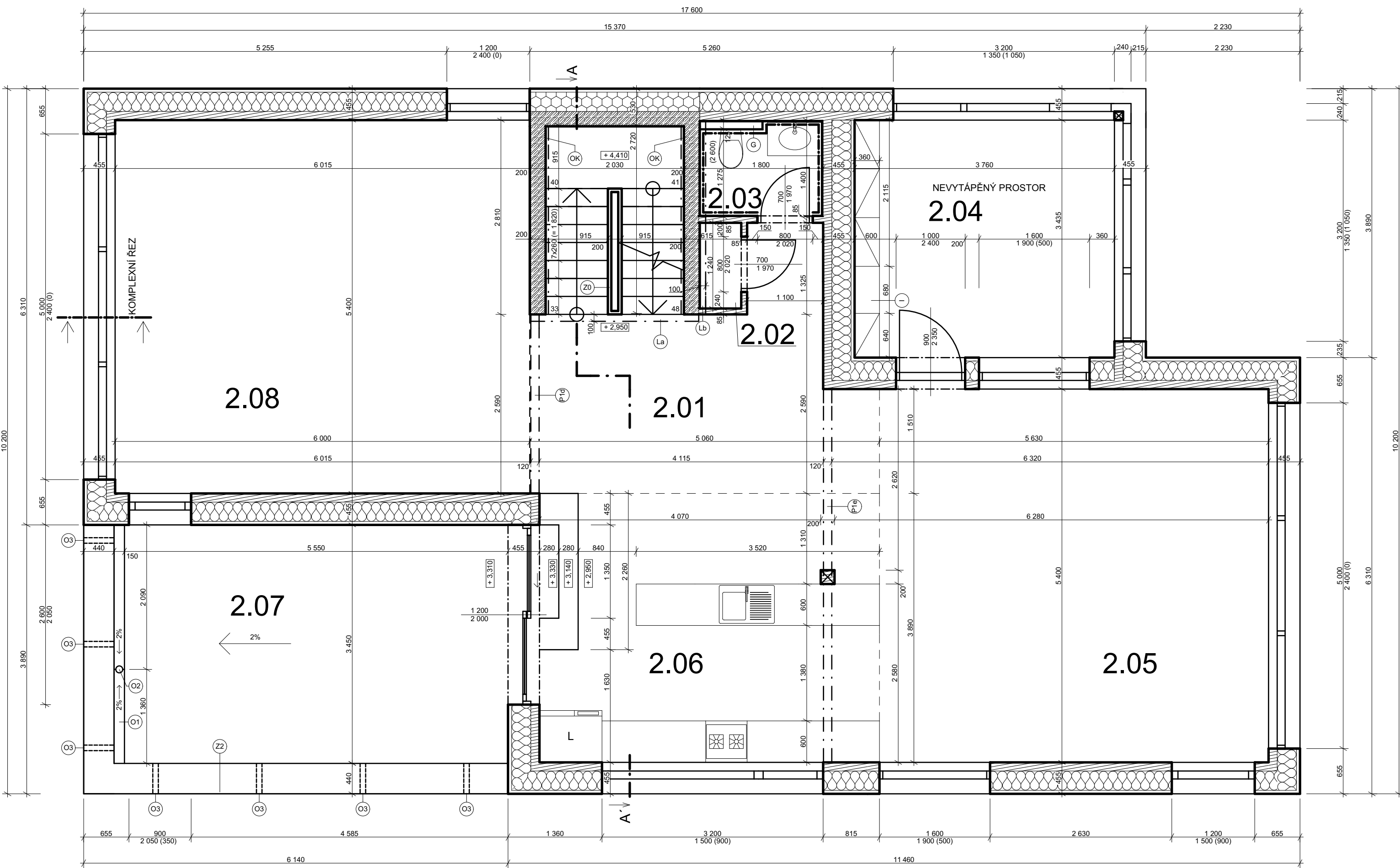
Pozn.: pro výplně otvorů použita okna Slavona Progression s izolačním trojsklem -  $U_f = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  a vchodové celodřevěné nízkoenergetické dveře Slavona Trend  $U_D = 0,67 \text{ W/m}^2\text{K}$

výška stupně venkovního schodiště - 160 mm, boční stěny omítnuty lepidlem a mozaikovou soklovou omítkou (10 mm)



Bpv: 732,50 = ± 0,000

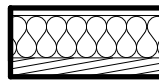
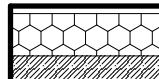



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 27.3. 2021
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU			Formát: 1:50
Výkres: PŮDORYS 1. NP			Číslo výkresu: 6



## LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.	Název místnosti	Plocha (m <sup>2</sup> )	Nášlapná vrstva	Povrchová úprava stěn
2.01	Chodba + schodiště	19,25	Laminátová podlaha	CLT panel/VPS omítka - malba
2.02	Komora	0,74	Laminátová podlaha	CLT panel
2.03	WC	2,31	Keramická dlažba	Keramický obklad
2.04	Zimní zahrada	13,13	Keramická dlažba	CLT panel/dřevěný obklad
2.05	Jídlna + hobby	30,40	Laminátová podlaha	CLT panel
2.06	Kuchyně	19,38	Keramická dlažba	CLT panel
2.07	Terasa	24,02	Terasové prkno	Fasádní dřevěný obklad
2.08	Obývací pokoj	32,40	Laminátová podlaha	CLT panel

## LEGENDA MATERIÁLŮ A PRVKŮ

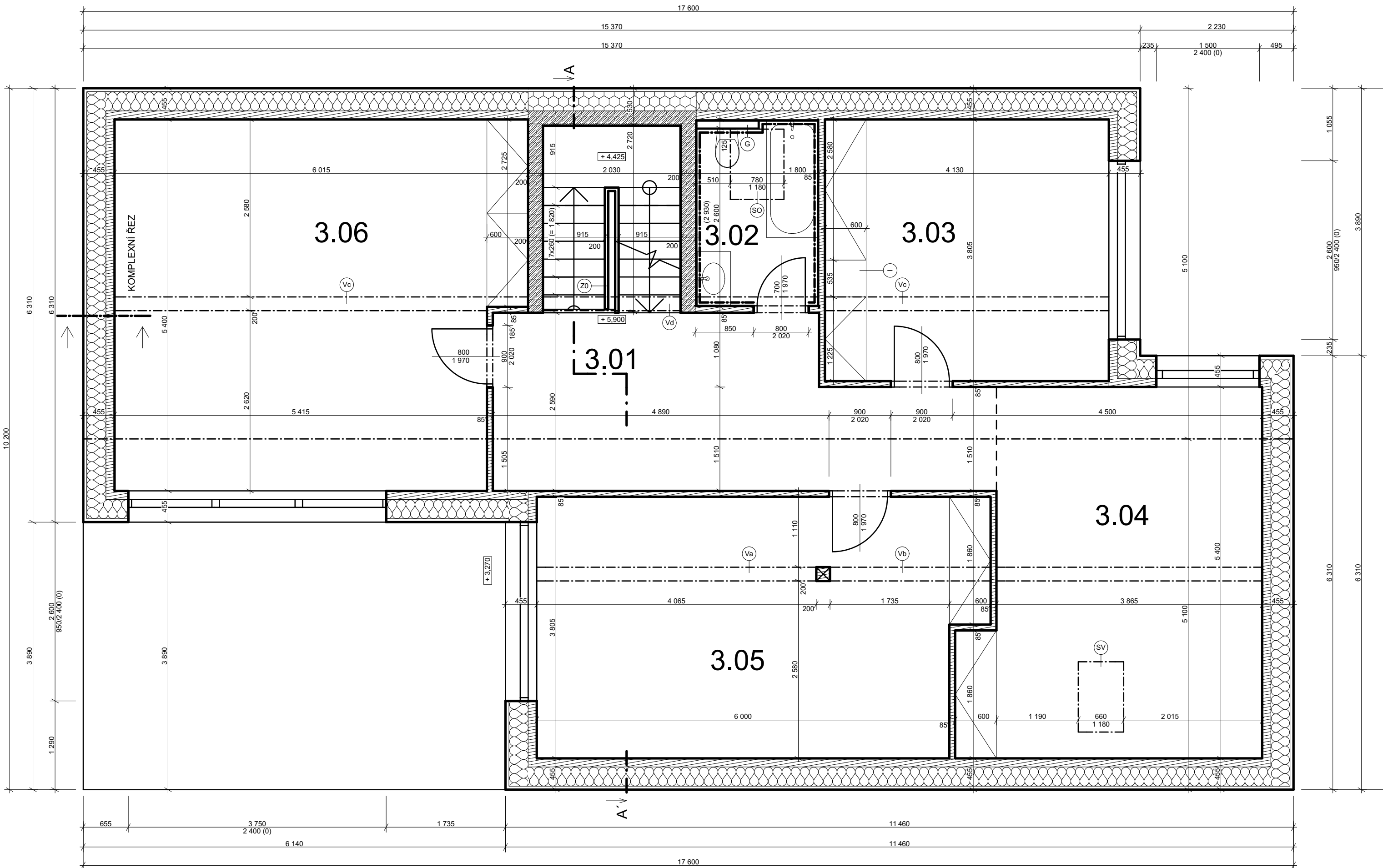
-  Vybraný obvodový plášť - varianta č. 1 - CLT panel (124 mm) + provětrávaná fasáda s dřevovláknitou izolací (220 + 60 mm) a dřevěným obkladem - celá specifikace viz Skladby konstrukcí (pozn.: na WC je CLT panel obložen keramickým obkladem)
-  Vybraný obvodový plášť - ztužující jádro - varianta č. 1 - ŽLB stěna (200 mm) + provětrávaná fasáda s minerální a dřevovláknitou izolací (220 + 60 mm) a dřevěným obkladem - celá specifikace viz Skladby konstrukcí
-  ŽLB stěna ztužujícího jádra (200 mm) + VPS omítka (pozn.: na WC je keramický obklad)
-  Vnitřní dělicí stěna - CLT panel (84 mm) - celá specifikace viz Skladby konstrukcí (pozn.: na WC je CLT panel obložen keramickým obkladem)
-  Dřevěný sloup - dřevo GL24h (200x200 mm) místnost 2.06, (125x125 mm) místnost 2.04
- G Geberit - předstěna na výšku podlaží (125 mm)
- I Instalační prostor 360x680 mm - izolován protipožární tepelnou izolací z kamenné vlny Isover Orstech 45
- P1 Ocelový stropní průvlak - prolamovaný válcovaný profil IPE 240 (120x240 mm) - délky d = 2 700 mm, e = 5 600 mm
- L Ocelový stropní nosník kotvený do ŽLB stěny ztužujícího jádra - válcovaný profil L nerovnoramenný 150 (100x150 mm) - délka a = 2 430 mm, b = 2 930 mm - prostup dle výkresu
- OK Ocelové konzolky vynášející schodišťové stupně - kotveny do ŽLB schodišťových stěn
- Z0 Ocelové schodišťové zábradlí s funkcí nosného vřetene - montáž do mezipodesty a stropní konstrukce - výška 900 mm
- Z2 Zábradlí deskové dřevěné z CLT panelu tl. 62 mm + zateplní a na obou stranách dřevěný obklad - výška 900 mm
- O1 Odvodňovací žlab - šířka 150 mm
- O2 Dešťový svod DN100
- O3 Otvor pro odvětrání skladby terasy Ø 80 mm ukončen fasádní mřížkou - rozteč á = 1 500 mm

Pozn.: pro výplně otvorů použita okna Slavona Progression a balkónové dveře (zimní zahrada) s izolačním trojsklem -  $U_i = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ , dveře HS portál Slavona Progression Plus -  $U_i = 0,87 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



Bpv: 732,50 = ± 0,000

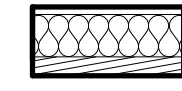
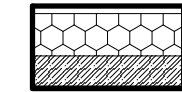



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 28.3. 2021
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU			Formát:
Výkres: PŮDORYS 2. NP			Měřítko: 1:50
			Číslo výkresu: 7



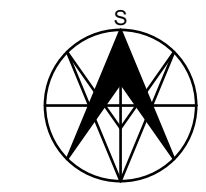
## LEGENDA MÍSTNOSTÍ


Č.	Název místnosti	Plocha (m <sup>2</sup> )	Nášlapná vrstva	Povrchová úprava stěn
3.01	Chodba + schodiště	21,63	Laminátová podlaha	CLT panel/VPS omítka + malba
3.02	Koupelna + WC	4,66	Keramická dlažba	Keramický obklad
3.03	Pokoj 1	15,66	Laminátová podlaha	CLT panel
3.04	Hobby	21,99	Laminátová podlaha	CLT panel
3.05	Pokoj 2	23,91	Laminátová podlaha	CLT panel
3.06	Pokoj 3	30,88	Laminátová podlaha	CLT panel

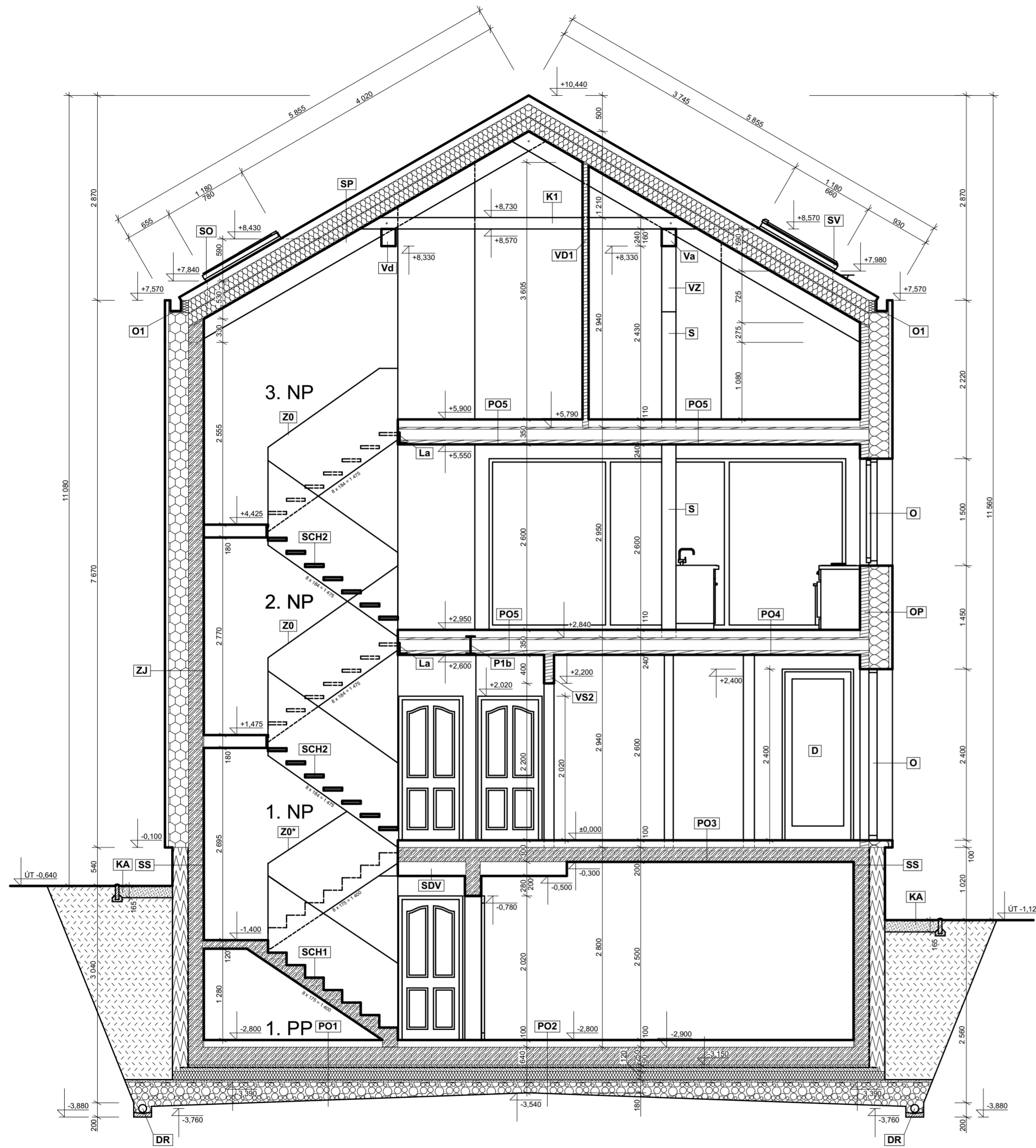
## LEGENDA MATERIÁLŮ A PRVKŮ

-  Vybraný obvodový plášť - varianta č. 1 - CLT panel (124 mm) + provětrávaná fasáda s dřevoláznitou izolací (220 + 60 mm) a dřevěným obkladem - celá specifikace viz Skladby konstrukcí (pozn.: v koupelně a WC je CLT panel obložen keramickým obkladem)
  -  Vybraný obvodový plášť - ztužující jádro - varianta č. 1 - ŽLB stěna (200 mm) + provětrávaná fasáda s minerální a dřevoláznitou izolací (220 + 60 mm) a dřevěným obkladem - celá specifikace viz Skladby konstrukcí
  -  ŽLB stěna ztužujícího jádra (200 mm) + VPS omítka (pozn.: omítka nebude v místnosti 3.06 za vestavěnou skříň, v koupelně a WC je keramický obklad)
  -  Vnitřní dělicí stěna - CLT panel (84 mm) - celá specifikace viz Skladby konstrukcí (pozn.: v koupelně a WC je CLT panel obložen keramickým obkladem)
  -  Dřevěný sloup - dřevo GL24h (200x200 mm)
  - G Geberit - předstěna do výšky střešy (125 mm)
  - I Instalační prostor 600x535 mm
  - V Dřevěná vaznice - dřevo GL 24h (200x240 mm) - délky a = 4 300 mm, b = 6 500 mm, c = 6 100 mm - 2ks, d = 2 000 mm
  - ZO Ocelové schodišťové zábradlí s funkcí nosného vřetene - montáž do mezipodesty a stropní konstrukce - výška 900 mm
  - SO Střešní okno Velux GGL 780x1180 mm s horním ovládáním a nízkoenergetickým bezpečným trojsklem -  $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - SV Střešní výlez Velux GXL 660x1180 mm s nízkoenergetickým bezpečným trojsklem -  $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Pozn.: pro výplně otvoru použita okna Slavona Progression s izolačním trojsklem -  $U_i = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$   
do CLT panelů vyřezat otvory pro osazení krokví a kleštin

Bpv: 732,50 = ± 0,000



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha:	NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU	Datum:	29.3. 2021
Výkres:	PŮDORYS 3. NP - PODKROVÍ	Formát:	
		Měřítko:	1:50
		Číslo výkresu:	8

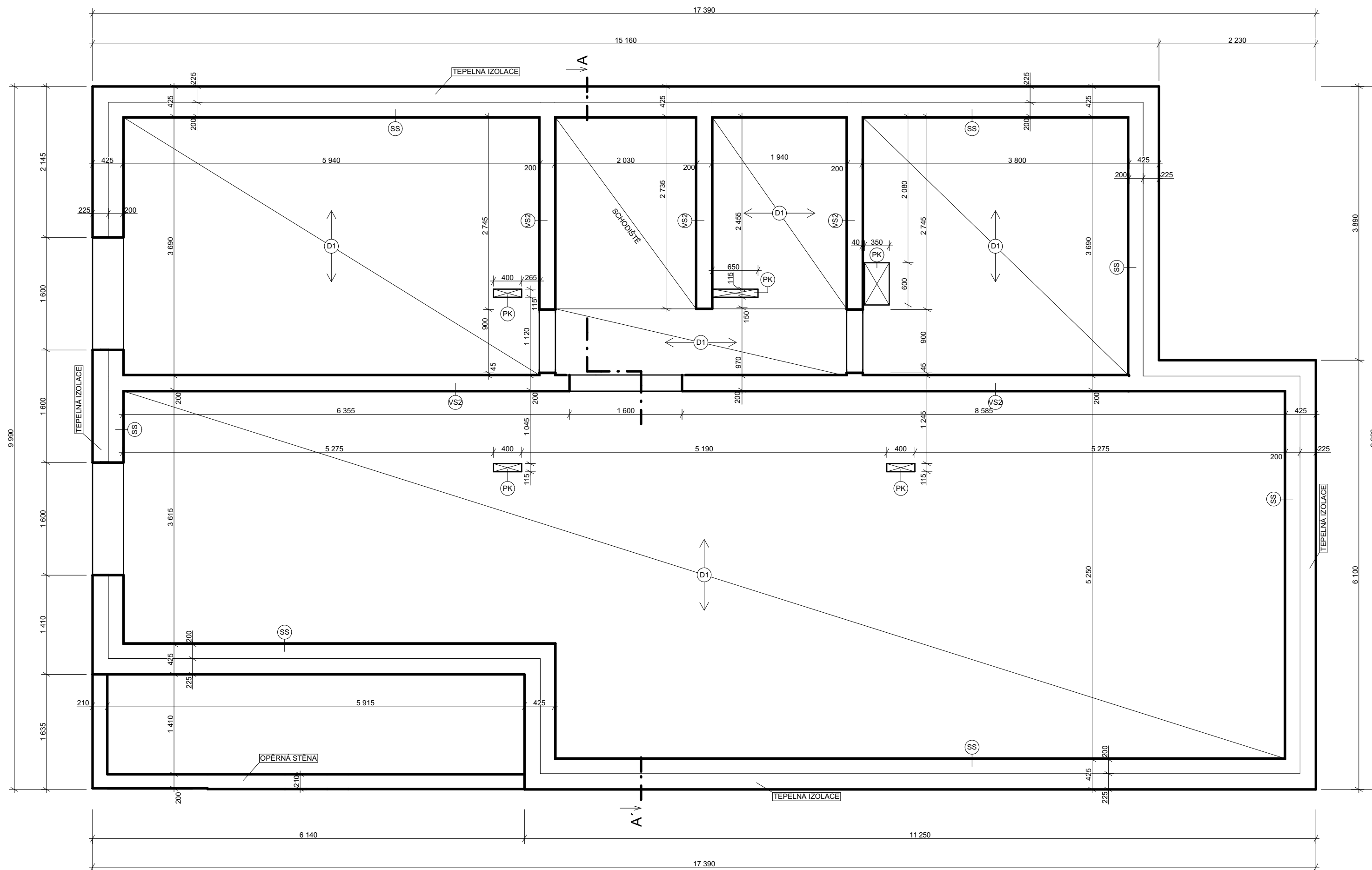


## SKLADBY KONSTRUKCÍ

<b>SP</b>	Velkoformátová plechová střešní kritina Maxidek	(40)	<b>PO4</b>	Keramická dlažba	(10)
	Střešní latě 40/60	(60)		Lepidlo	(5)
	Kontralatě 60/60	(60)		Hydroizolační nátěr Akryzol	(20)
	Doplňková hydroizolace Tyvek Soft	(320)		2x sádrovláknitá deska Fermacell tl. 10 mm	(20)
	Teplná izolace z minerální vlny Isover Uni 2x160 mm, $\lambda = 0,038$ W/mK	(320)		Systémová dřevovláknitá deska Ideal Eko AZ s tepelnou a kročejovou izolací + potrubí teplovodního podlahového vytápění	(30)
	+ konstrukční trámký Isover Tram MW, $\lambda = 0,047$ W/mK	(15)		Betonové dlaždice 80 kg/m <sup>2</sup>	(37)
	Parotěsná vrstva Isover Vario Xtrasafe	(15)		Zvuková izolace z dřevovláknité desky Steico Isorel	(8)
	Bednění z obkladových dřevěných palubek P+D	(140)		Dřevěný stropní panel Novatop Element	(240)
	Krokev 140/240 (osová vzdálenost 1 000 mm)		<b>PO5</b>	Laminátová podlaha	(7)
<b>OP</b>	Fasádní dřevěný obklad - sibiřský modřín	(20)		Lepidlo	(3)
	Větraná mezera - KVH latě 30/60 á = 625 mm	(40)		Kročejová izolace Mirelon PE	(5)
	Pojistná difúzní fólie Guttafol DO 135 S	(60)		2x sádrovláknitá deska Fermacell tl. 10 mm	(20)
	Dřevovláknitá deska Steico Therm, $\lambda = 0,041$ W/mK	(220)		Systémová dřevovláknitá deska Ideal Eko AZ s tepelnou a kročejovou izolací + potrubí teplovodního podlahového vytápění	(30)
	Teplná izolace z dřevovláknité desky Steico Flex, $\lambda = 0,040$ W/mK	(124)		Betonové dlaždice 80 kg/m <sup>2</sup>	(37)
	mezi dřevěnými Steico nosníky á = 575 mm			Zvuková izolace z dřevovláknité desky Steico Isorel	(8)
	Dřevěný stěnový CLT panel Novatop Solid			Dřevěný stropní panel Novatop Element	(240)
<b>ZJ</b>	Fasádní dřevěný obklad - sibiřský modřín	(20)	<b>SO</b>	Střešní okno Velux GGL 780x1180 mm s horním ovládáním a nízkoenergetickým bezpečným trojsklem - $U_g = 0,6$ W/m <sup>2</sup> *K	
	Větraná mezera - KVH latě 30/60 á = 625 mm	(40)		Střešní výlez Velux GXL 660x1180 mm s nízkoenergetickým bezpečným trojsklem - $U_g = 0,6$ W/m <sup>2</sup> *K	
	Pojistná difúzní fólie Guttafol DO 135 S	(60)	<b>K1</b>	Kleššina - dřevo GL 24h (2x80x160 mm)	
	Dřevovláknitá deska Steico Therm, $\lambda = 0,041$ W/mK	(220)	<b>V</b>	Dřevěná vaznice - dřevo GL 24h (200x240 mm) - délky a = 4 300 mm, b = 6 500 mm, c = 6 100 mm - 2ks, d = 2 000 mm - vaznice c a d uloženy na stěnách ztužujícího jádra	
	Teplná izolace z čedičové vlny Isover Topsil, $\lambda = 0,035$ W/mK	(200)	<b>S</b>	Dřevěný sloup - dřevo GL24h (200x200 mm)	
	mezi dřevěnými Steico nosníky á = 575 mm	(15)	<b>VZ</b>	Dřevěná vzpěra - dřevo GL24h (200x200 mm)	
	ŽLB monolitická stěna		<b>O1</b>	Skrýty odvodňovací žlab - hranatý (150x150 mm)	
	VPS omítka		<b>SCH1</b>	Železobetonové dvouramenné deskové schodiště - schodišťová ramena uložena do základové desky či stropní konstrukce a mezipodesty; mezipodesta uložena do schodišťových stěn	
<b>SS</b>	Nopová fólie s nakaširovanou geotextilií Guttabeta Drain; mozaiková soklová omítka Cemix	(7)	<b>SCH2</b>	Dvouramenné vřetenové schodiště s ocelovým vřetenem a dřevěnými stupni - stupně - uloženy na ocelové konzolky kotvené do schodišťových stěn a ocelové vřeten; mezipodesta - dřevěný CLT panel - uložena na ocelové konzolky kotvené do schodišťových stěn; vřeten - ocelové v rámci deskového zábradlí - uloženo do stropní konstrukce a mezipodesty	
	Teplná izolace z XPS Isover Styrodur 3000 SQ, $\lambda = 0,033$ W/mK	(220)	<b>Z0</b>	Ocelové schodišťové zábradlí s funkcí nosného vřeten - montáž do základové desky, mezipodesty a stropní konstrukce - výška 900 mm * pouze funkce zábradlí	
	Lepidlo Weber Therm Elastik	(10)	<b>O</b>	Okna Slavona Progression s izolačním trojsklem - $U_i = 0,65$ W/m <sup>2</sup> *K; $U_g = 0,5$ W/m <sup>2</sup> *K	
	2x SBS modifikovaný asfaltový pás (2x4 mm)	(8)	<b>D</b>	Vchodové celodřevěné nízkoenergetické dveře Slavona Trend - $U_D = 0,67$ W/m <sup>2</sup> *K	
	ŽLB monolitická stěna	(200)	<b>L</b>	Ocelový stropní nosník kotvený do ŽLB stěny ztužujícího jádra - válcovaný profil L nerovnoramenný 150 (100x150 mm) - délka a = 2 430 mm	
	VPS omítka	(15)	<b>P1</b>	Ocelový stropní průvlak - prolamovaný válcovaný profil IPE 240 (120x240 mm) - délka a = 3 600 mm	
<b>VS1</b>	Sádrovláknitá deska Fermacell	(15)	<b>SDV</b>	Podhled ze sádrovláknité desky	
	Dřevěný stěnový CLT panel Novatop Solid	(124)	<b>KA</b>	Kačírek - frakce 16/32	
	Sádrovláknitá deska Fermacell	(15)	<b>DR</b>	Drenáž DN100 + podkladní beton	
<b>VD2</b>	Dřevěný stěnový CLT panel Novatop Solid	(84)	<b>PO1</b>	Gumová podlaha Puzzle Profi	(8)
<b>PO1</b>	Keramická dlažba	(10)		Lepidlo	(2)
	Lepidlo	(5)		Roznášecí vrstva anhydritu	(40)
	Roznášecí vrstva anhydritu	(35)		Systémová deska Gabotherm s tepelnou a kročejovou izolací tl. 30 mm + potrubí teplovodního podlahového vytápění	(50)
	Systémová deska Gabotherm s tepelnou a kročejovou izolací tl. 30 mm + potrubí teplovodního podlahového vytápění	(50)		ŽLB základová deska	(250)
	ŽLB základová deska	(250)		Ochranná betonová mazanina	(30)
	Ochranná betonová mazanina	(30)		2x SBS modifikovaný asfaltový pás (2x4 mm)	(8)
	2x SBS modifikovaný asfaltový pás (2x4 mm)	(8)		Podkladní beton	(50)
	Podkladní beton	(50)		Teplná izolace z XPS Isover Styrodur 3000 CS, $\lambda = 0,033$ W/mK	(120)
	Teplná izolace z XPS Isover Styrodur 3000 CS, $\lambda = 0,033$ W/mK	(120)		Štěrkopísek 0/8	(30)
	Štěrkopísek 0/8	(30)		Štěrkový násyp 16/32	(150)
	Štěrkový násyp 16/32	(150)		Rostlý terén	
	Rostlý terén		<b>PO2</b>	Laminátová podlaha	(7)
<b>PO2</b>	Gumová podlaha Puzzle Profi	(8)		Lepidlo	(3)
	Lepidlo	(2)		Kročejová izolace Mirelon PE	(5)
	Roznášecí vrstva anhydritu	(40)		Roznášecí vrstva anhydritu	(40)
	Systémová deska Gabotherm s tepelnou a kročejovou izolací tl. 30 mm + potrubí teplovodního podlahového vytápění	(50)		Systémová deska Gabotherm s tepelnou a kročejovou izolací tl. 30 mm + potrubí teplovodního podlahového vytápění	(50)
	ŽLB základová deska	(250)		ŽLB monolitická stropní deska	(200)
	Ochranná betonová mazanina	(30)		Štěrková omítka	(3)
	2x SBS modifikovaný asfaltový pás (2x4 mm)	(8)			
	Podkladní beton	(50)			
	Teplná izolace z XPS Isover Styrodur 3000 CS, $\lambda = 0,033$ W/mK	(120)			
	Štěrkopísek 0/8	(30)			
	Štěrkový násyp 16/32	(150)			
	Rostlý terén				
<b>PO3</b>	Laminátová podlaha	(7)			
	Lepidlo	(3)			
	Kročejová izolace Mirelon PE	(5)			
	Roznášecí vrstva anhydritu	(40)			
	Systémová deska Gabotherm s tepelnou a kročejovou izolací tl. 30 mm + potrubí teplovodního podlahového vytápění	(50)			
	ŽLB monolitická stropní deska	(200)			
	Štěrková omítka	(3)			

Bpv: 732,50 = ± 0,000

Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha:	NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU	Datum:	5.4.2021
Výkres:	SVISLÝ ŘEZ SCHODIŠTĚM A-A'	Formát:	A2
		Měřítko:	1:50
		Číslo výkresu:	9



## LEGENDA PRVKŮ

D1 Jednosměrně pnutá ŽLB monolitická stropní deska - prostě uložená - beton C35/45 - tl. 200 mm

SS Obvodová suterénní ŽLB stěna - beton C35/45 (200 mm)

VS2 Vnitřní nosná ŽLB stěna - podzemní podlaží a ztužující jádro - beton C35/45 (200 mm)

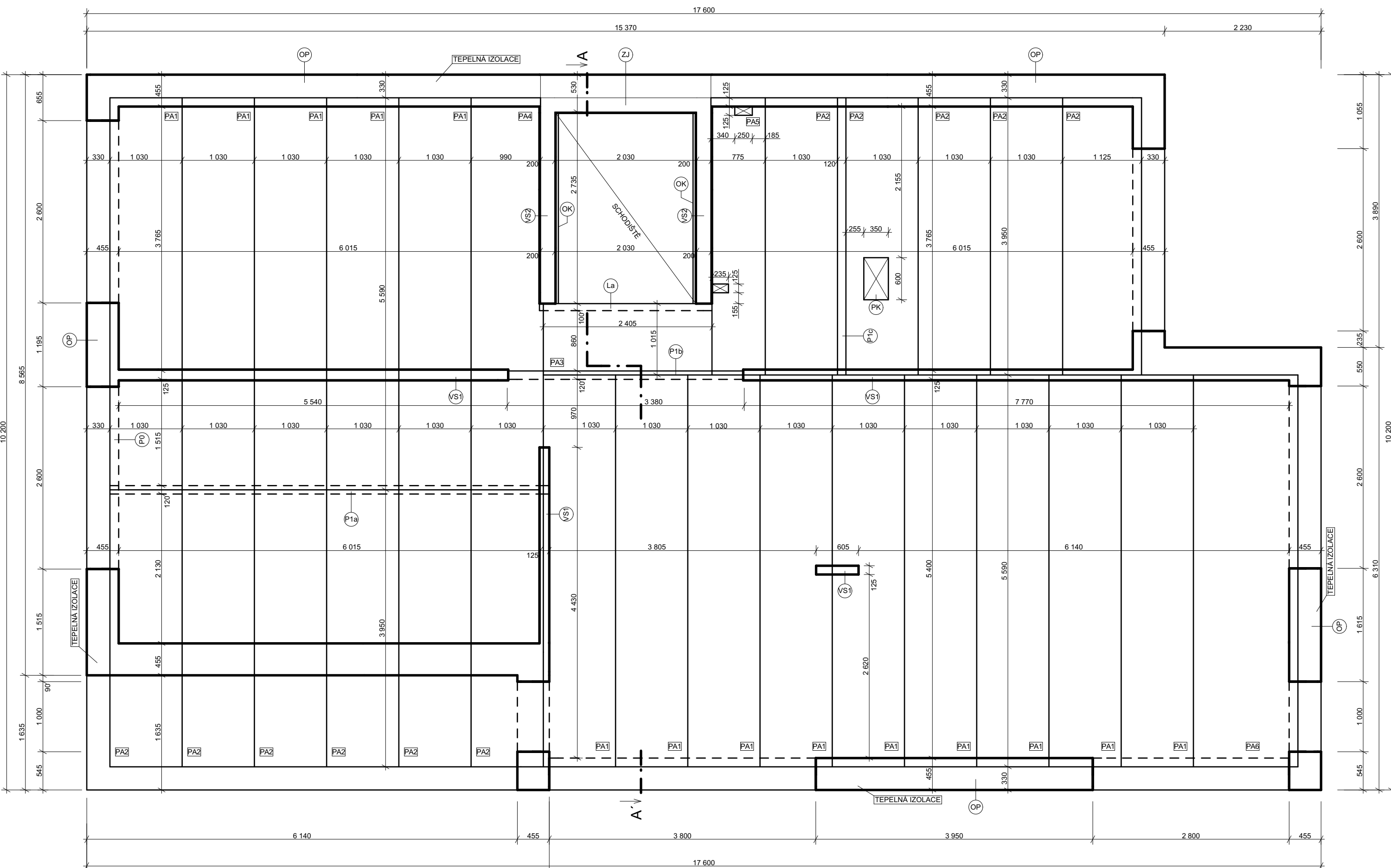
PK Prostup konstrukcí - dle rozměrů ve výkresu

Pozn.: šipky znázorňují směr prnutí hlavní tahové výztuže

Bpv: 732,50 = ± 0,000



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSc., FEng.	Školní rok: 2020/2021	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 6.4. 2021
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU			Formát:
Výkres: VÝKRES TVARU STROPNÍ KONSTRUKCE 1. PP			Měřítko: 1:50
			Číslo výkresu: 10



## LEGENDA PRVKŮ

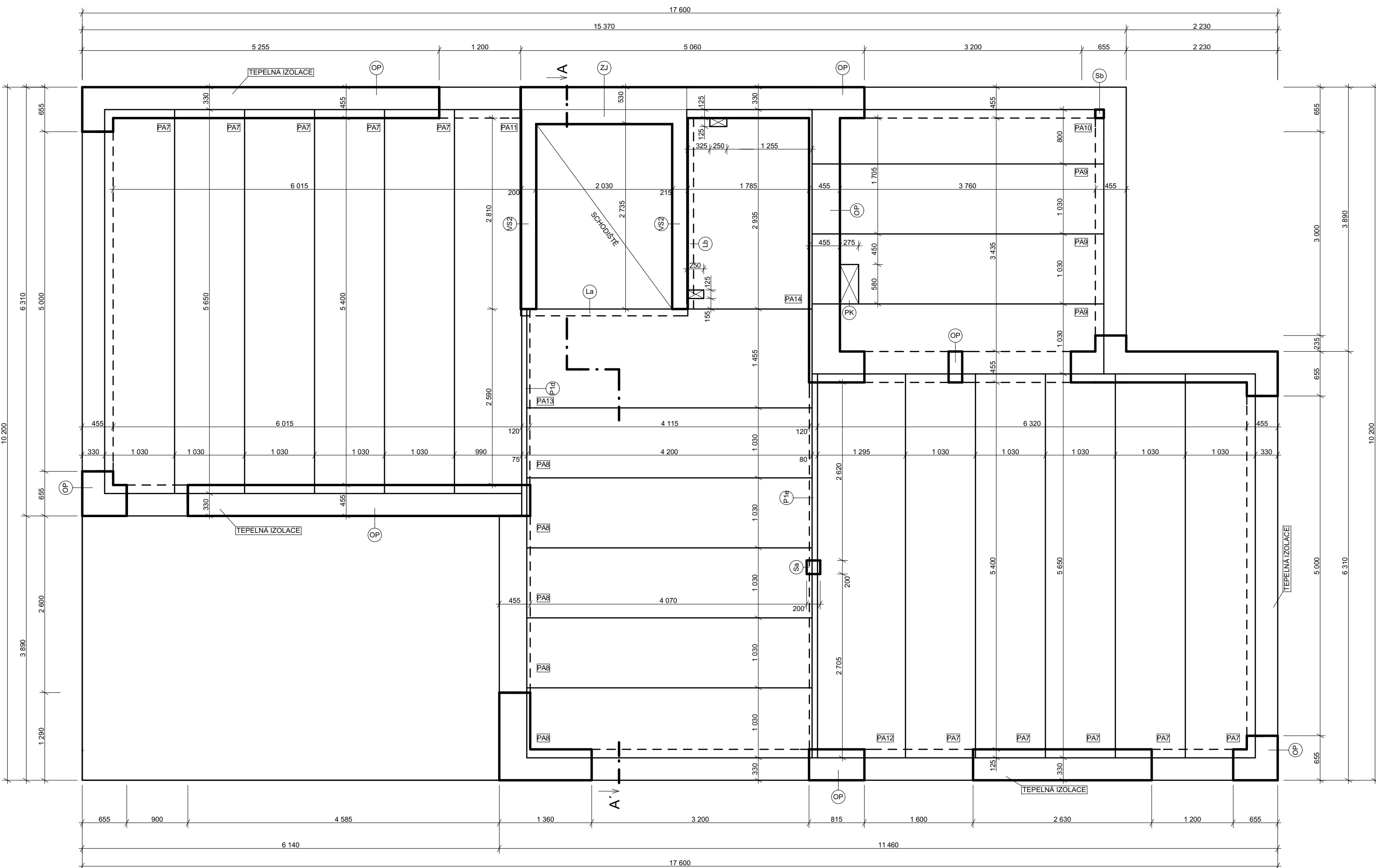
- PA1 Stropní panel Novatop Element - 5 550x1 030x240 mm - 14ks
- PA2 Stropní panel Novatop Element - 3 850x1 030x240 mm - zateplen dřevovláknitou izolací Steico Flex (140 mm) - 11ks
- PA3 Stropní panel Novatop Element - 2 400x1 030x240 mm - 1ks
- PA4 Atypický stropní panel Novatop Element s výřezem dle výkresu - 5 550x1 030x240 mm - 1ks
- PA5 Atypický stropní panel Novatop Element s prostupem dle výkresu - 3 850x775x240 mm - 1ks
- PA6 Atypický stropní panel Novatop Element - 5 550x1 490x240 mm - 1ks
- PK Prostup standardním panelem PA2 - dle rozměrů ve výkresu
- OP Obvodová stěna - CLT panel Novatop Solid (125 mm)
- ZJ Ztužující jádro - ŽLB stěna - beton C35/45 (200 mm)
- VS1 Vnitřní nosná - nadzemní podlaží - CLT panel Novatop Solid (125 mm)
- VS2 Vnitřní nosná ŽLB stěna - podzemní podlaží a ztužující jádro - beton C35/45 (200 mm)
- P0 Ocelový překlad - válcovaný profil HEM 100 (106x120 mm) - délky 3 000 mm
- P1 Ocelový stropní průvlak - prolamovaný válcovaný profil IPE 240 (120x240 mm) - délky a = 6 250 mm, b = 3 600 mm, c = 3 950 mm
- L Ocelový stropní nosník kotvený do ŽLB stěny ztužujícího jádra - válcovaný profil L nerovnoramenný 150 (100x150 mm) - délka a = 2 430 mm
- OK Ocelové konzolky vynášející schodišťové stupně - kotveny do ŽLB schodišťových stěn

Pozn.: minimální uložení panelů 40 mm

Bpv: 732,50 = ± 0,000



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha:	NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU	Datum:	7.4. 2021
Výkres:	VÝKRES SKLADBY STROPNÍ KONSTRUKCE 1. NP	Formát:	
		Měřítko:	1:50
		Číslo výkresu:	11



### LEGENDA PRVKŮ

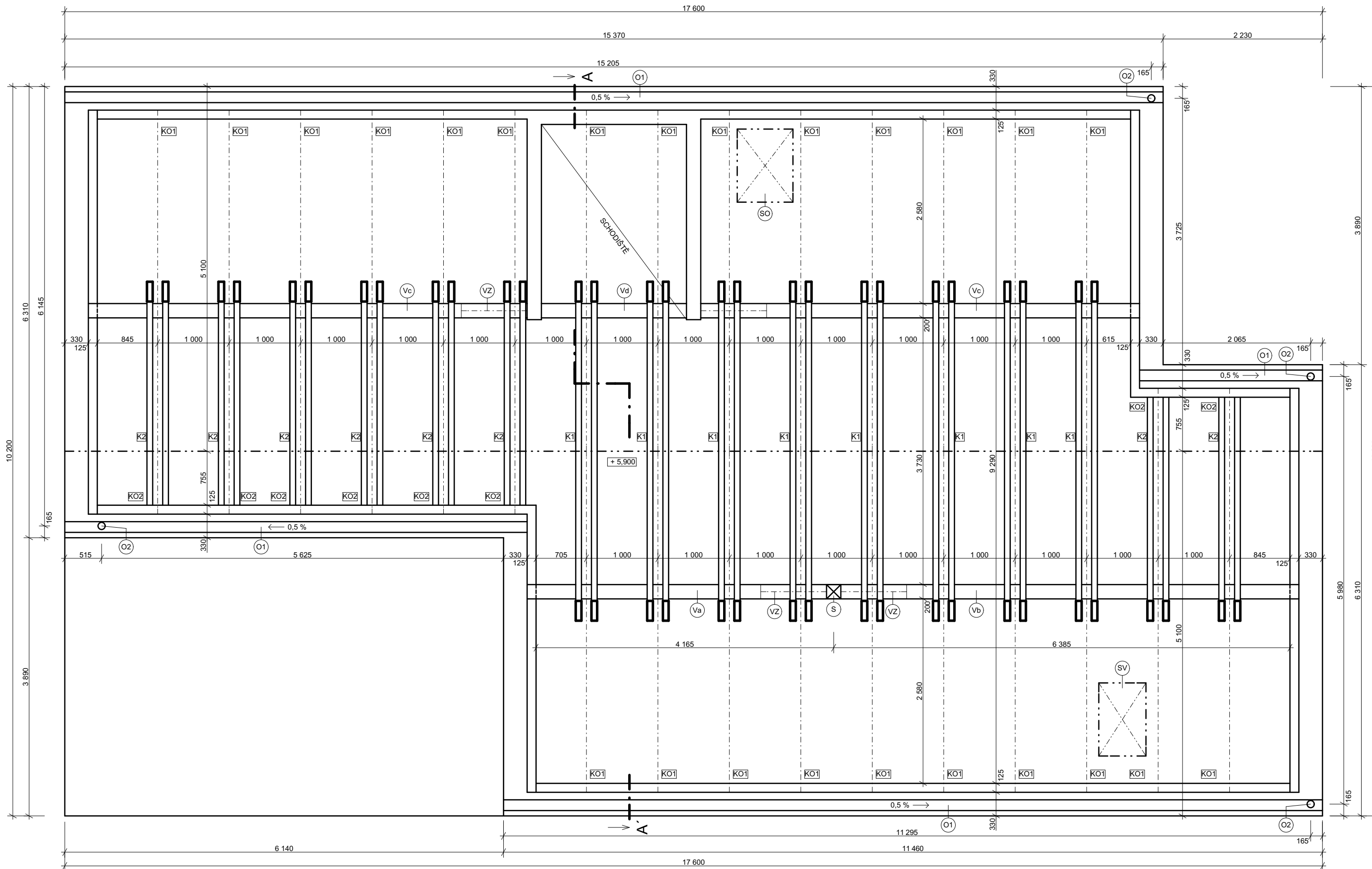
- PA7 Stropní panel Novatop Element - 5 650x1 030x240 mm - 10ks
  - PA8 Stropní panel Novatop Element - 4 200x1 030x240 mm - 5ks
  - PA9 Stropní panel Novatop Element - 4 250x1 030x240 mm - zateplen dřevovláknitou izolací Steico Flex (140 mm) - 3ks
  - PA10 Atypický stropní panel Novatop Element - 4 250x800x240 mm - zateplen dřevovláknitou izolací Steico Flex (140 mm) - 1ks
  - PA11 Atypický stropní panel Novatop Element - 5 650x990x240 mm - 1ks
  - PA12 Atypický stropní panel Novatop Element - 5 650x1 290x240 mm - 1ks
  - PA13 Atypický stropní panel Novatop Element - 4 200x1 455x240 mm - 1ks
  - PA14 Atypický stropní panel Novatop Element - 2 900x1 850x240 mm - s prostupem dle výkresu - 1ks
  - OP Obvodová stěna - CLT panel Novatop Solid (125 mm)
  - ZJ Ztužující jádro - ŽLB stěna - beton C35/45 (200 mm)
  - VS2 Vnitřní nosná ŽLB stěna - podzemní podlaží a ztužující jádro - beton C35/45 (200 mm)
  - S Dřevěný sloup - dřevo GL24h a - (200x200 mm), b - (125x125 mm)
  - P1 Ocelový stropní průvlak - prolamovaný válcovaný profil IPE 240 (120x240 mm) - délky d = 2 700 mm, e = 5 650 mm
  - L Ocelový stropní nosník kotvený do ŽLB stěny ztužujícího jádra - válcovaný profil L nerovnoramenný 150 (100x150 mm) - délka a = 2 430 mm
  - OK Ocelové konzolky vynášející schodišťové stupně - kotveny do ŽLB schodišťových stěn
- Pozn.: minimální uložení panelů 40 mm

Bpv: 732,50 = ± 0,000



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSc., FEng.	Školní rok: 2020/2021	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha:	NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU	Datum:	8.4. 2021
Výkres:	VÝKRES SKLADBY STROPNÍ KONSTRUKCE 2. NP	Formát:	
		Měřítko:	1:50
		Číslo výkresu:	12





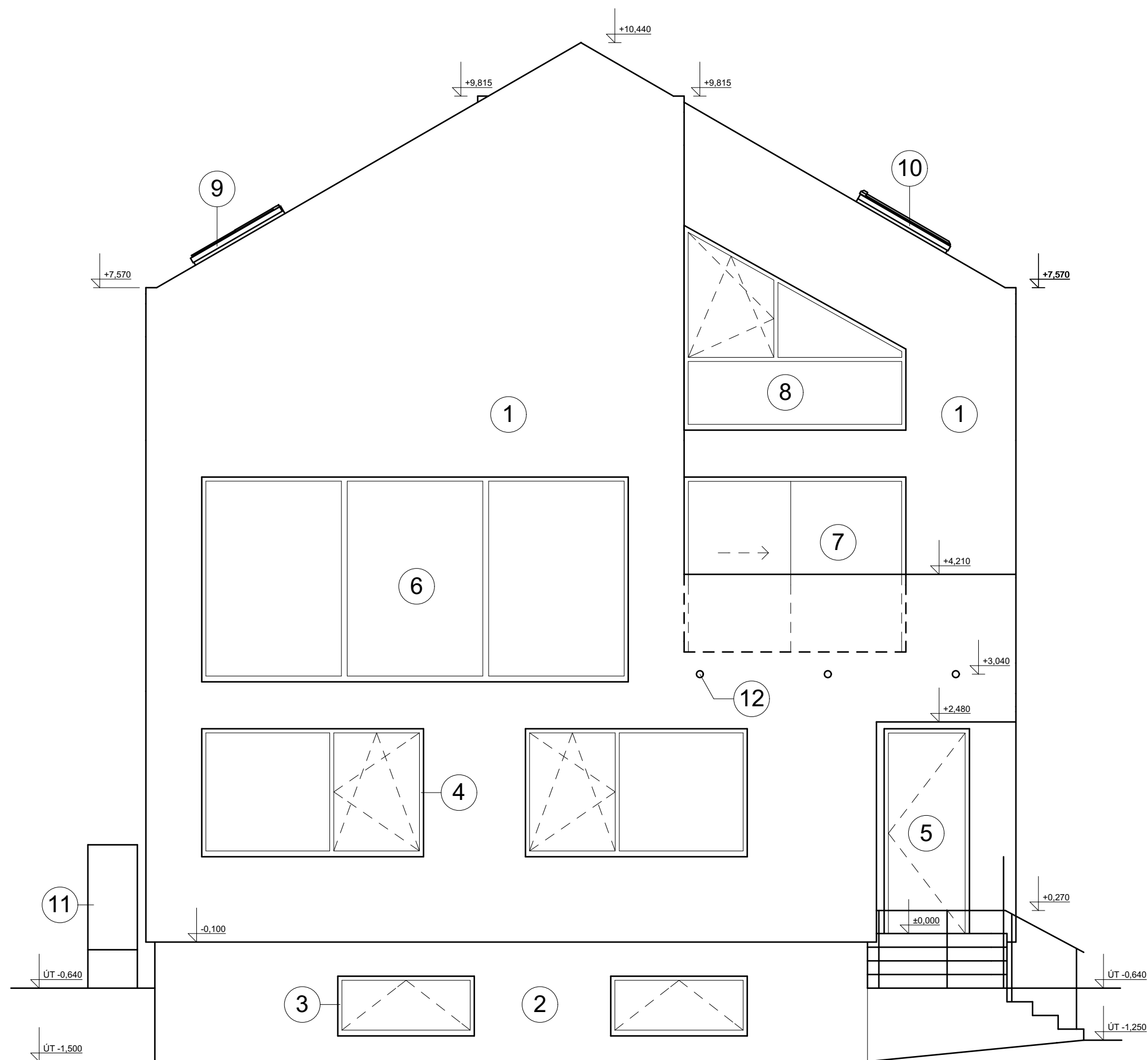
## LEGENDA PRVKŮ

- KO1 Dřevěná krokev - dřevo GL24h (140x240 mm) - délka 5 750 mm - 24ks
- KO2 Dřevěná krokev - dřevo GL24h (140x240 mm) - délka 1 290 mm - 8ks
- K1 Kleština - dřevo GL 24h (2x80x160 mm) - 8ks
- K2 Kleština - dřevo GL 24h (2x80x160 mm) - z jedné strany kotvena do CLT panelu - 8ks
- V Dřevěná vaznice - dřevo GL 24h (200x240 mm) - délky a = 4 300 mm, b = 6 500 mm, c = 6 100 mm - 2ks, d = 2 000 mm - vaznice c a d uloženy na stěnách ztužujícího jádra
- S Dřevěný sloup - dřevo GL24h (200x200 mm)
- VZ Dřevěná vzpěra - dřevo GL24h (200x200 mm)
- SO Střešní okno Velux GGL 780x1180 mm s horním ovládáním a nízkoenergetickým bezpečným trojsklem -  $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
- SV Střešní výlez Velux GXL 660x1180 mm s nízkoenergetickým bezpečným trojsklem -  $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
- O1 Skrytý odvodňovací žlab - hranatý (150x150 mm)
- O2 Dešťový svod DN100

Bpv: 732,50 = ± 0,000



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 9.4. 2021
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU			Formát:
Výkres: VÝKRES KROVU			Měřítko: 1:50
			Číslo výkresu: 13



## LEGENDA PRVKŮ

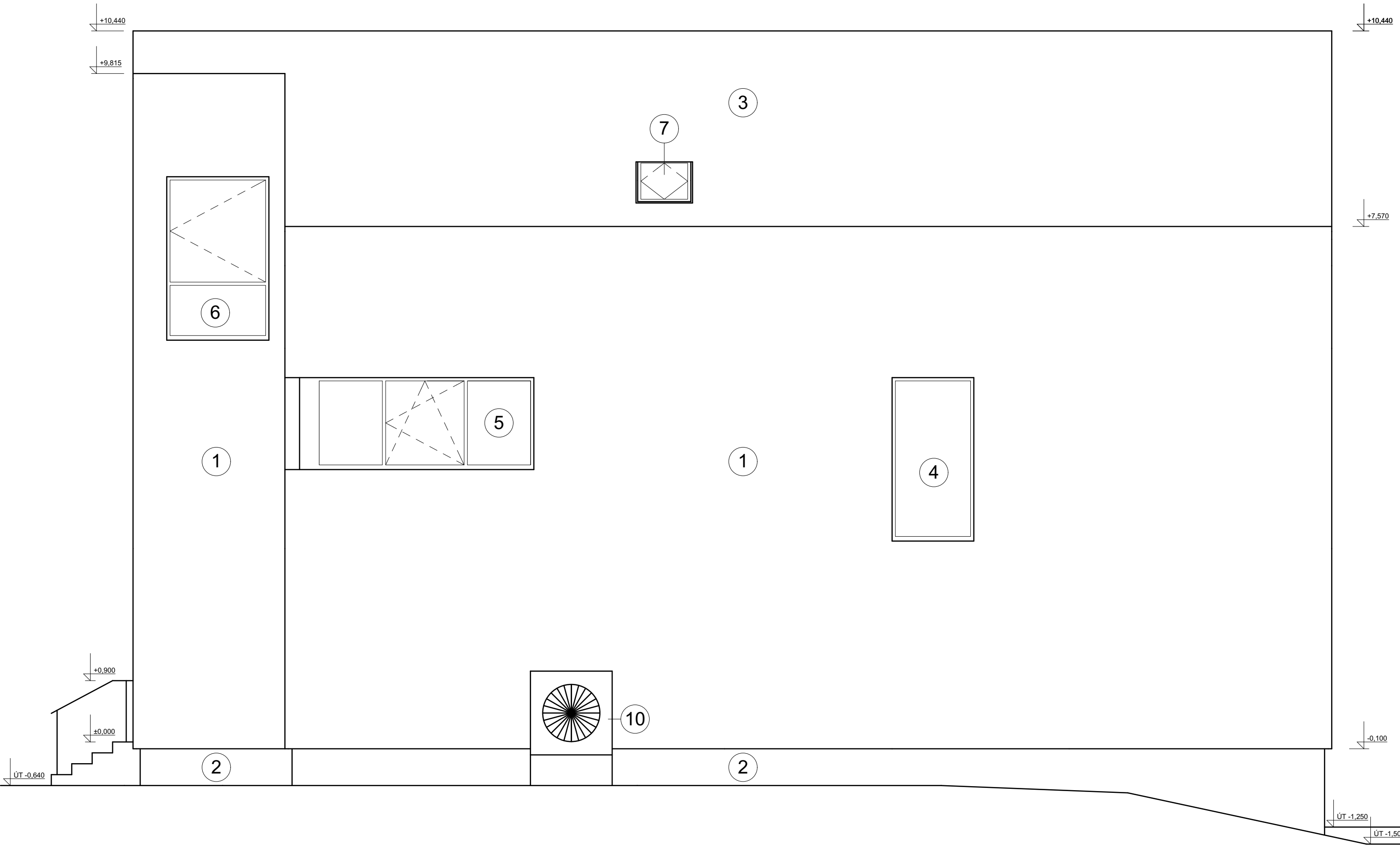
- 1 Fasádní dřevěný obklad - sibiřský modřín 20x95 mm
- 2 Mozaiková soklová omítka Cemix
- 3 Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 1 600x700 -  $U_f = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 4 Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 2 600x1 500 -  $U_f = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 5 Vchodové celodřevěné nízkoenergetické dveře Slavona Trend 1 000x2 400 -  $U_D = 0,67 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 6 Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 5 000x2 400 -  $U_f = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 7 Dveře HS portál Slavona Progression Plus s izolačním trojsklem 2 600x2 050 -  $U_f = 0,87 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 8 Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 2 600x2 400/950 -  $U_f = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 9 Střešní okno Velux GGL 780x1180 mm s horním ovládáním a nízkoenergetickým bezpečným trojsklem -  $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 10 Střešní výlez Velux GXL 660x1180 mm s nízkoenergetickým bezpečným trojsklem -  $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 11 Tepelné čerpadlo IVT AIR X 130 vzduch/voda 1 200x1 680x580 mm
- 12 Odvětrání sklady terasy  $\varnothing 80 \text{ mm}$  ukončeno fasádní mřížkou - rozteč  $a = 1 500 \text{ mm}$

Bpv: 732,50 = ± 0,000

Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 9.4. 2021
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU			Formát:
Výkres: POHLED ZÁPADNÍ			Měřítko: 1:50
			Číslo výkresu: 14

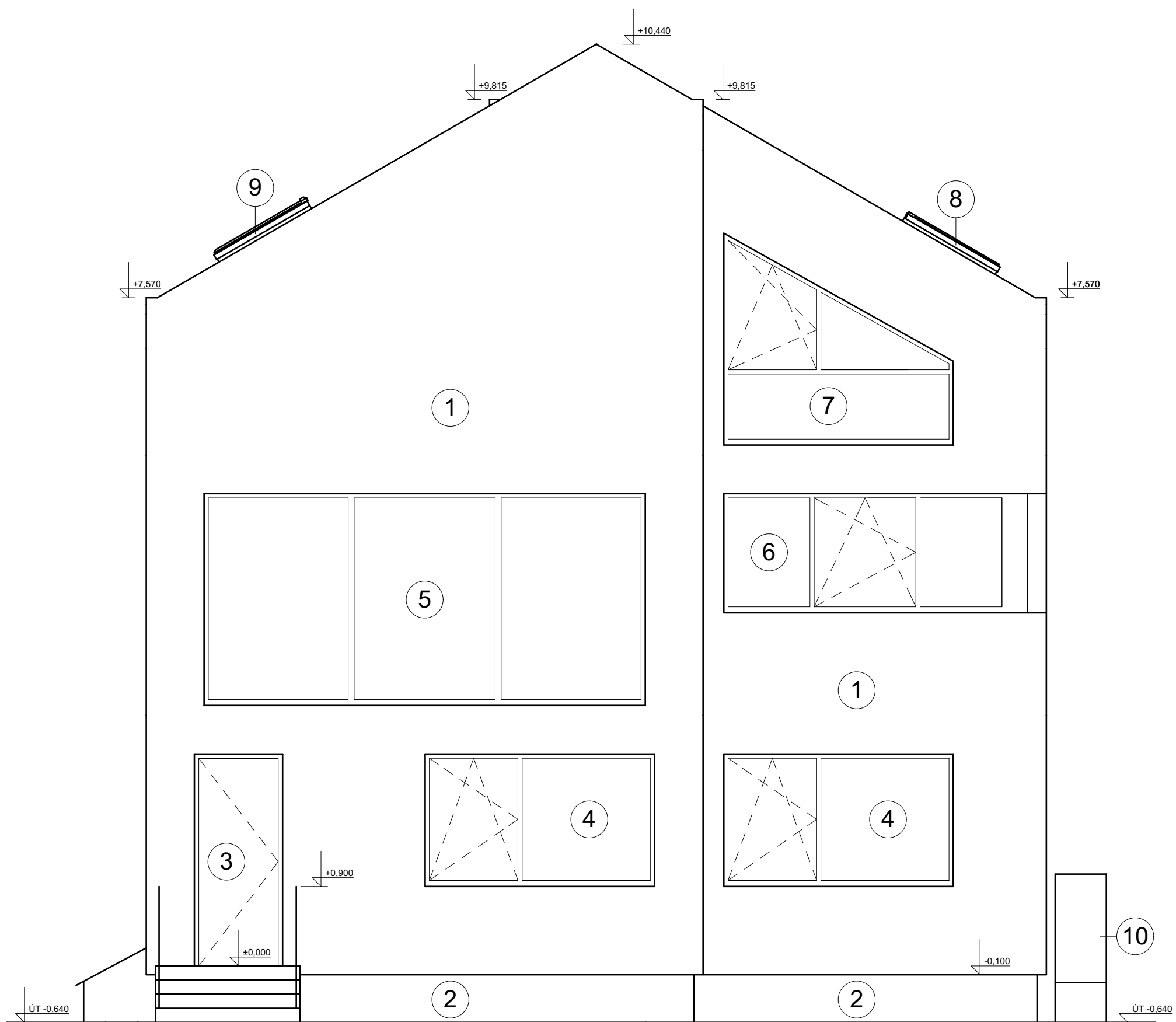
## LEGENDA PRVKŮ

- |   |   |
|---|---|
| 1 | Fasádní dřevěný obklad - sibiřský modřín 20x95 mm   |
| 2 | Mozaiková soklová omítka Cemix  |
| 3 | Velkoformátová plechová střešní krytina Maxidek   |
| 4 | Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 1 200x2 400 - $U_T = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| 5 | Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 3 200x1 350 - $U_T = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| 6 | Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 1 500x2 400 - $U_T = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| 7 | Střešní okno Velux GGL 780x1180 mm s horním ovládáním a nízkoenergetickým bezpečným trojsklem - $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$   |
| 8 | Tepelné čerpadlo IVT AIR X 130 vzduch/voda 1 200x1 680x580 mm   |



Bpv: 732,50 = ± 0,000

Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>	
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum:	9.4. 2021
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU			Formát:	
Výkres: POHLED SEVERNÍ			Měřítko:	1:50
			Číslo výkresu:	15

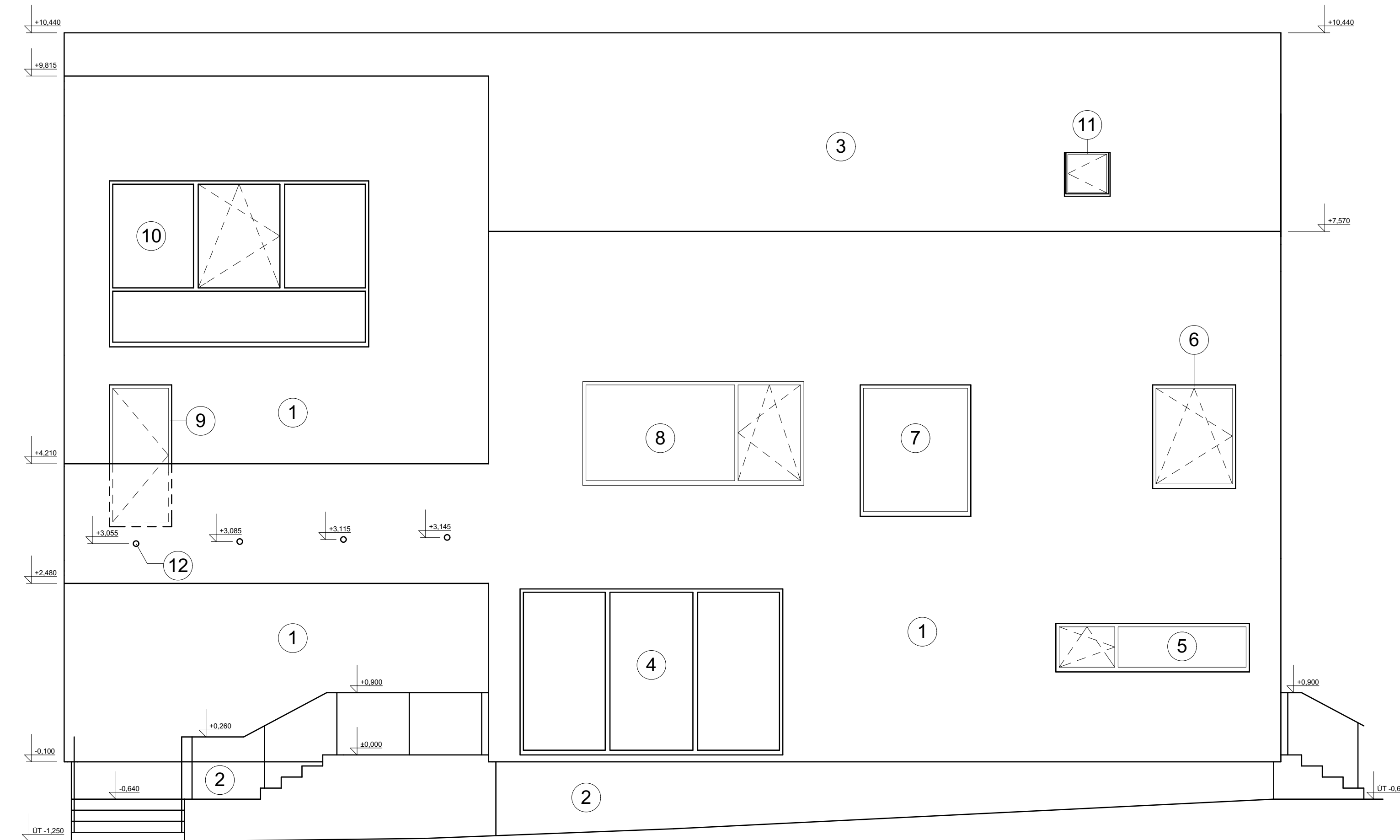


## LEGENDA PRVKŮ

- 1 Fasádní dřevěný obklad - sibiřský modřín 20x95 mm
- 2 Mozaiková soklová omítka Cemix
- 3 Vchodové celodřevěné nízkooenergetické dveře Slavona Trend 1 000x2 400 -  $U_D = 0,67 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 4 Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 2 600x1 500 -  $U_f = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 5 Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 5 000x2 400 -  $U_f = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 6 Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 3 200x1 350 -  $U_f = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 7 Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 2 600x2 400/950 -  $U_f = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 8 Střešní okno Velux GGL 780x1180 mm s horním ovládáním a nízkooenergetickým bezpečným trojsklem -  $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 9 Střešní výlez Velux GXL 660x1180 mm s nízkooenergetickým bezpečným trojsklem -  $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 10 Tepelné čerpadlo IVT AIR X 130 vzduch/voda 1 200x1 680x580 mm

Bpv: 732,50 = ± 0,000


Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 9.4. 2021
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU			Formát:
Výkres: POHLED VÝCHODNÍ			Měřítko: 1:50
			Číslo výkresu: 16



## LEGENDA PRVKŮ

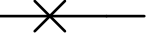
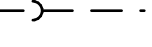
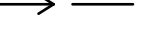
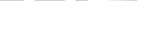

- 1 Fasádní dřevěný obklad - sibiřský modřín 20x95 mm
- 2 Mozaiková soklová omítka Cemix
- 3 Velkoformátová plechová střešní krytina Maxidek
- 4 Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 3 800x2 400 -  $U_t = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 5 Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 2 800x700 -  $U_t = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 6 Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 1 200x1 500 -  $U_t = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 7 Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 1 600x1 900 -  $U_t = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 8 Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 3 200x1 500 -  $U_t = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 9 Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 900x2 050 -  $U_t = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 10 Okno Slavona Progression s izolačním trojsklem 3 750x2 400 -  $U_t = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 11 Střešní výlez Velux GXL 660x1180 mm s nízkoenergetickým bezpečným trojsklem -  $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 12 Odvětrání skladyby terasy Ø 80 mm ukončeno fasádní mřížkou - rozteč  $a = 1\,500 \text{ mm}$

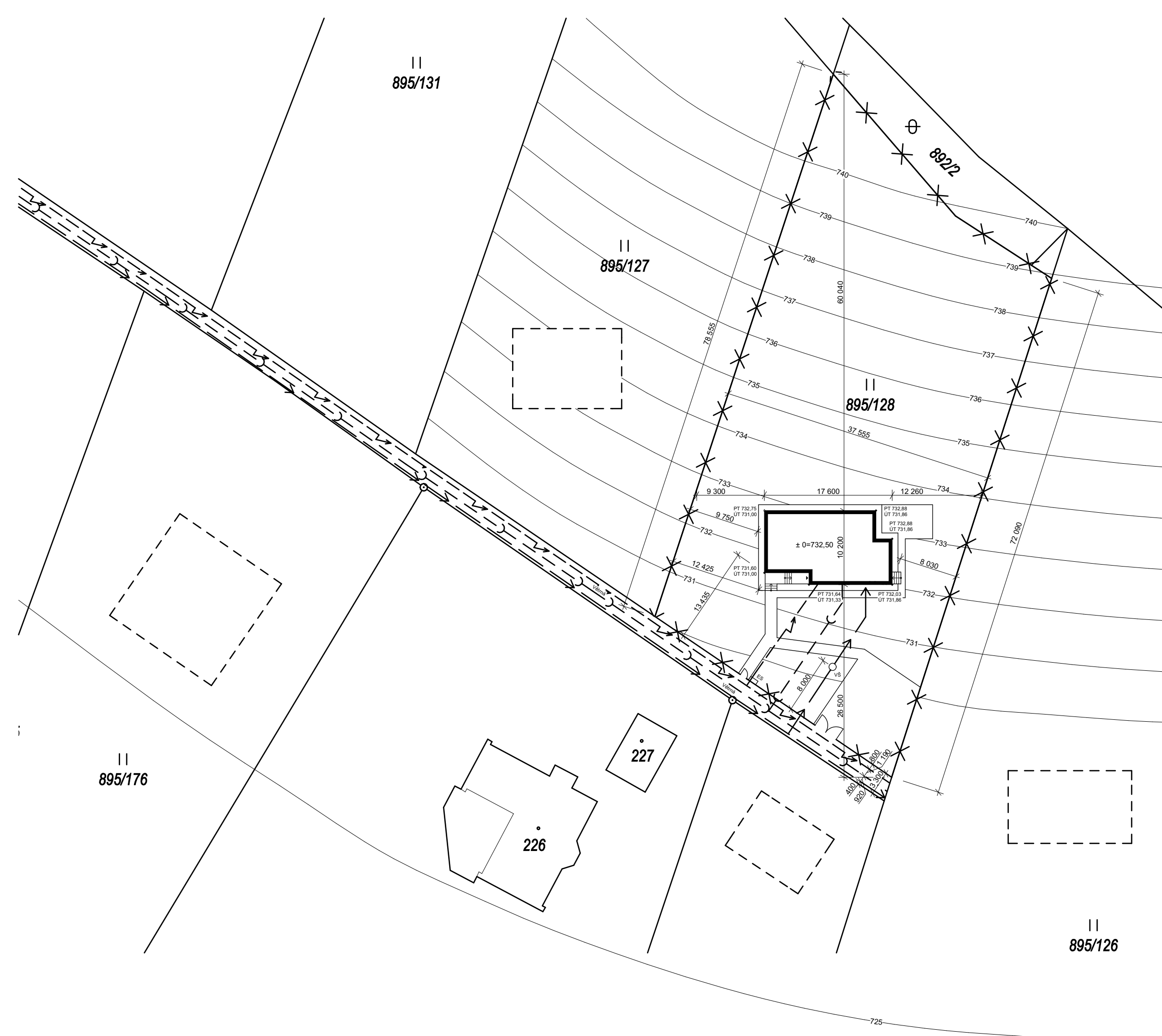
Bpv: 732,50 = ± 0,000

Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU			Datum: 10.4. 2021
Výkres: POHLED JIŽNÍ			Formát:
			Měřítko: 1:50
			Číslo výkresu: 17




# LEGENDA PRVKŮ

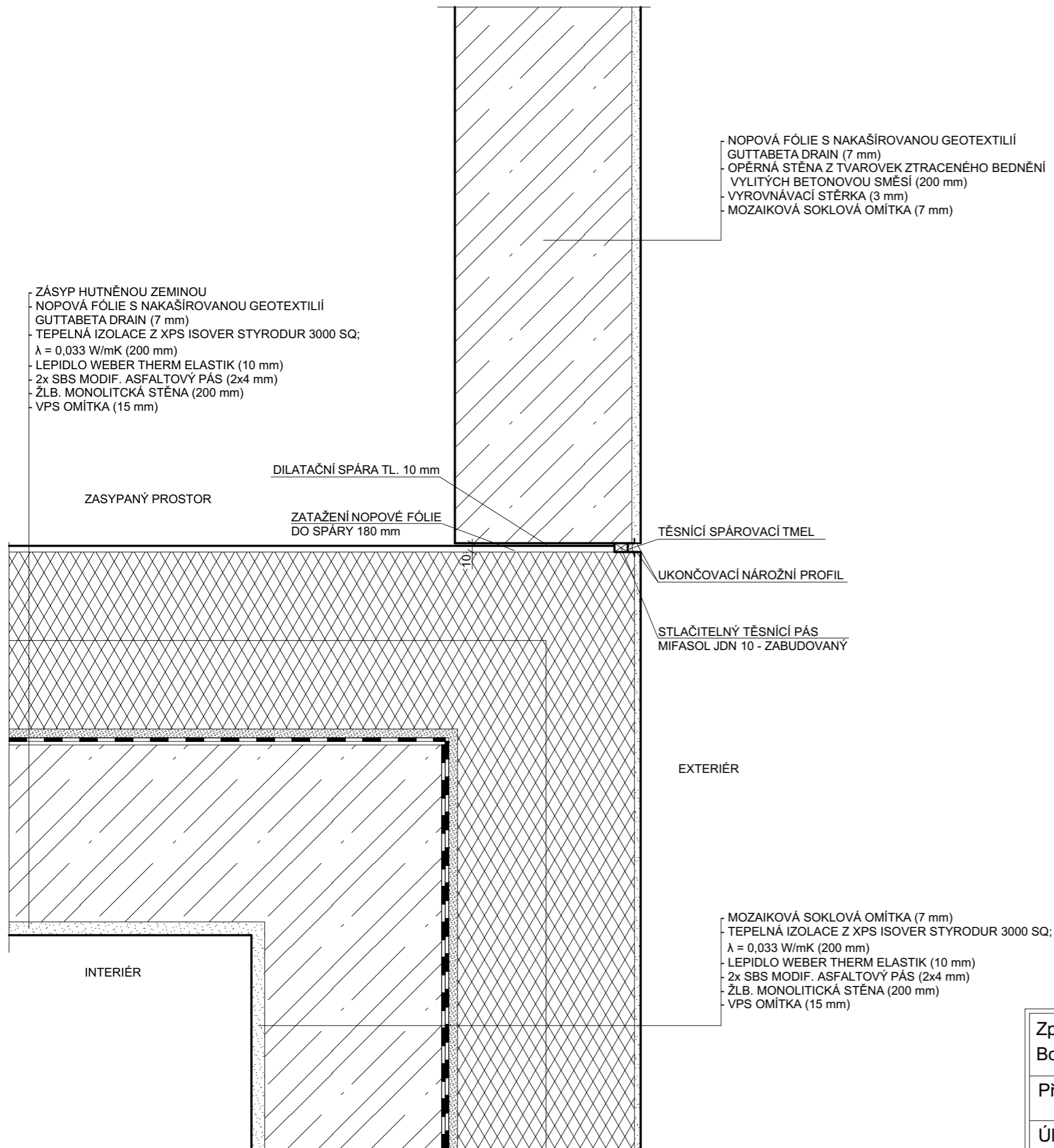
-  Oplocení
-  Kanalizace splašková - přípojka bez revizní šachty - čistící tvarovka osazena uvnitř objektu
-  Vodovod (pitná voda) - vodovodní přípojka napojena přes vodoměrnou šachtu
-  Elektro kabel NN
-  Předpokládaná zástavba pro účely energetické analýzy - stínění
- ES Elektroměrový sloupek v rámci oplocení
- VŠ Vodoměrná šachta Ø 1 000 mm




Katastrální území: Vimperk, parcela č. 895/128  
 Bpv: 732,50 = ± 0,000



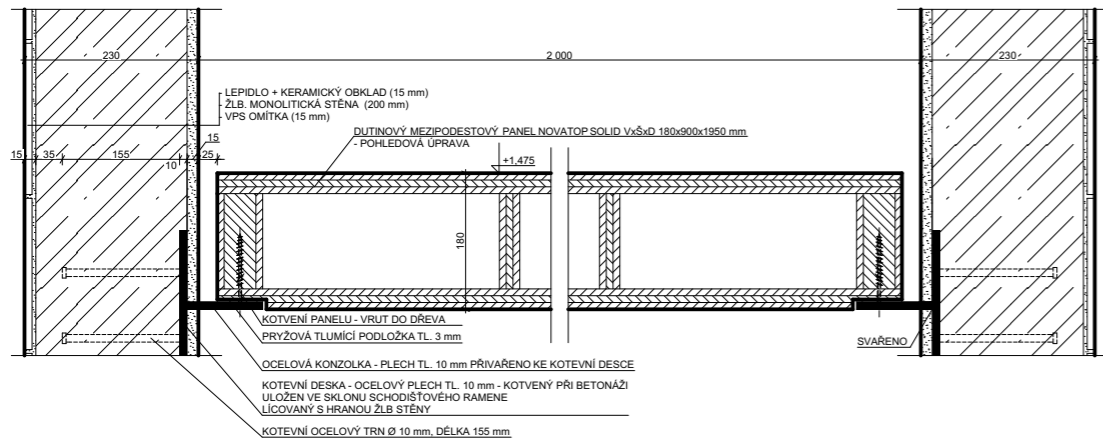
Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 23.4. 2021
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU			Formát:
Výkres: SITUACE			Měřítko: 1:500
			Číslo výkresu: 19



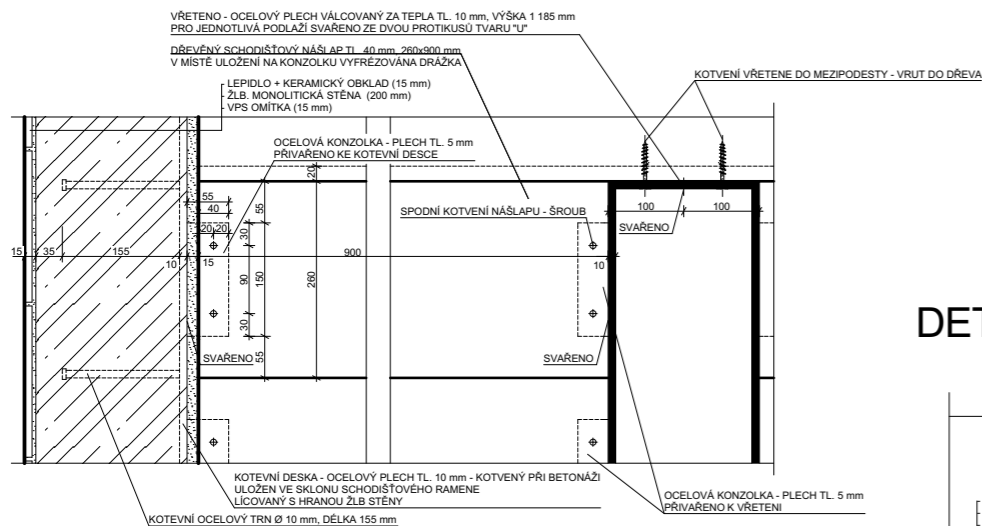
Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební ČVUT 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 24.4. 2021
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU			Formát: A3
Výkres: DETAIL DILATACE OPĚRNÉ STĚNY			Měřítko: 1:5
			Číslo výkresu: 20



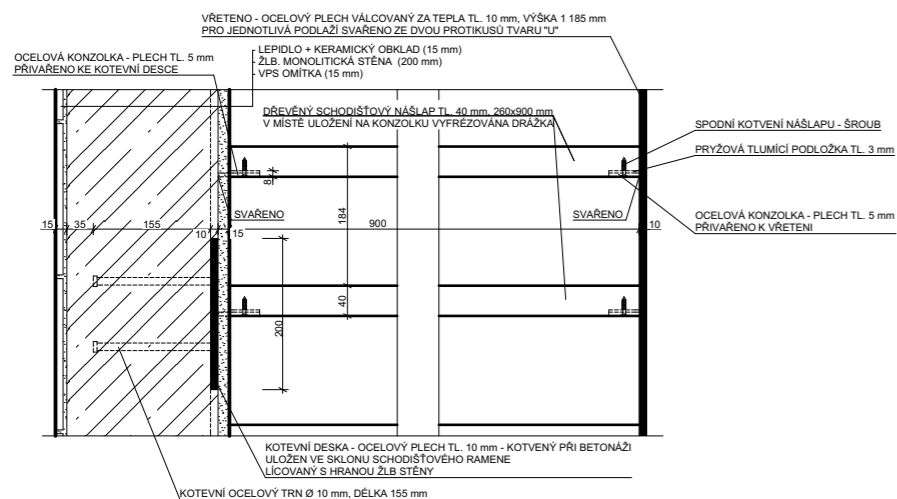
## DETAIL ULOŽENÍ MEZIPODESTOVÉHO PANELU



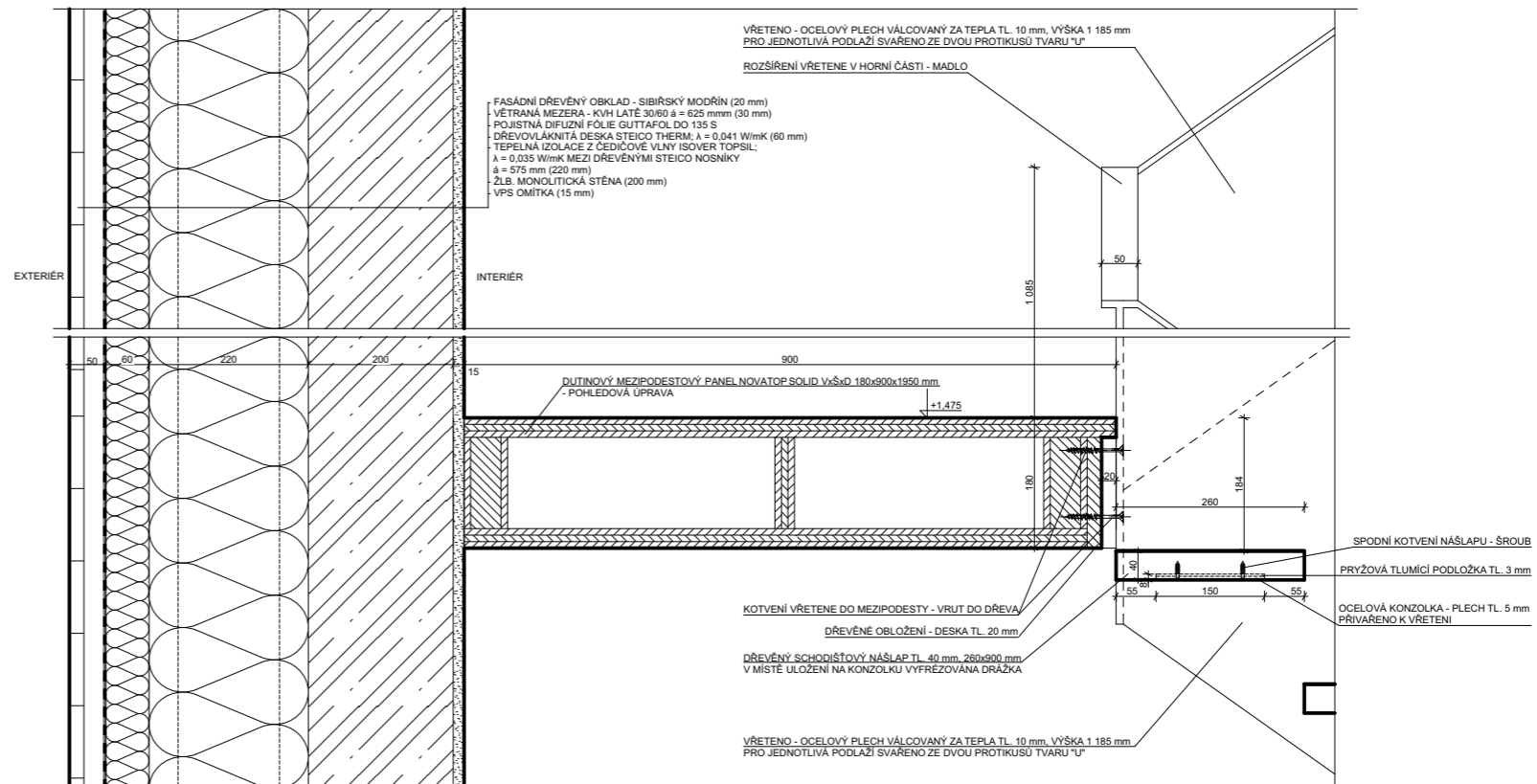
## DETAIL ULOŽENÍ SCHODIŠTĚVÉHO NÁŠLAPU POHLED SHORA



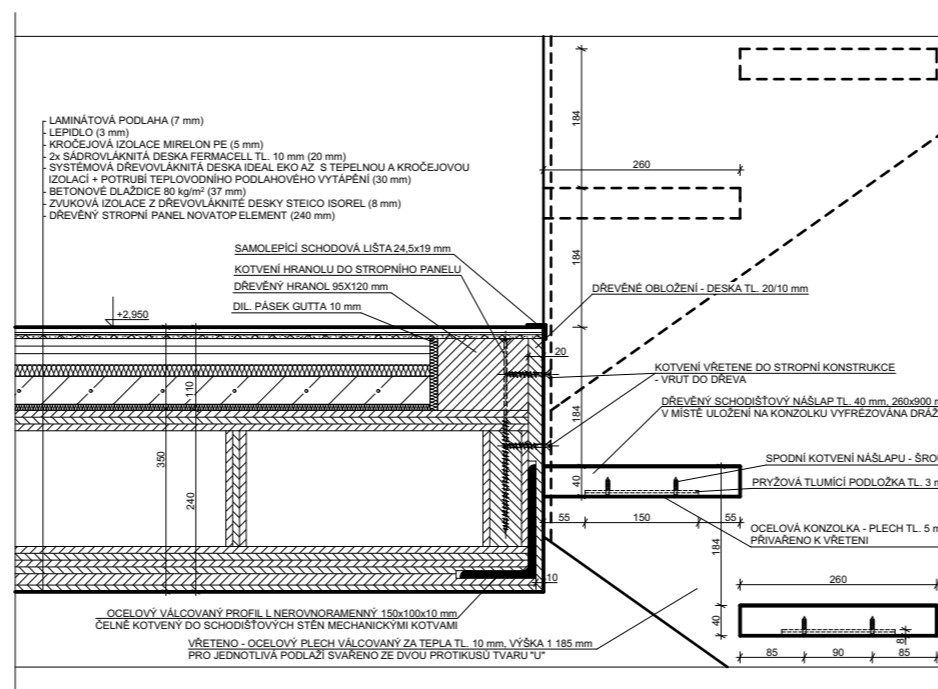
## ČELNÍ POHLED



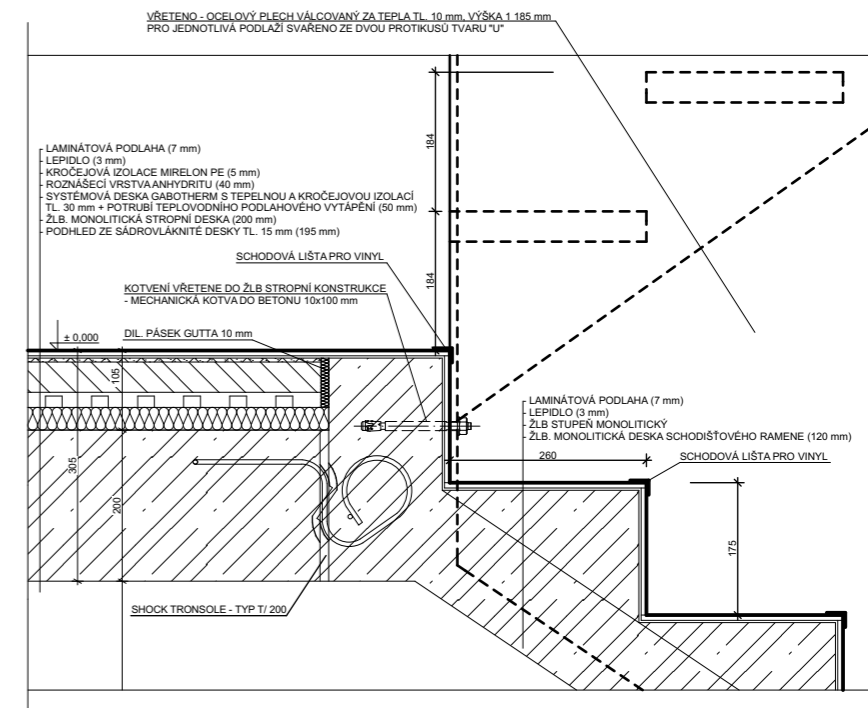
## DETAIL ULOŽENÍ VŘETENE NA MEZIPODESTOVÝ PANEL



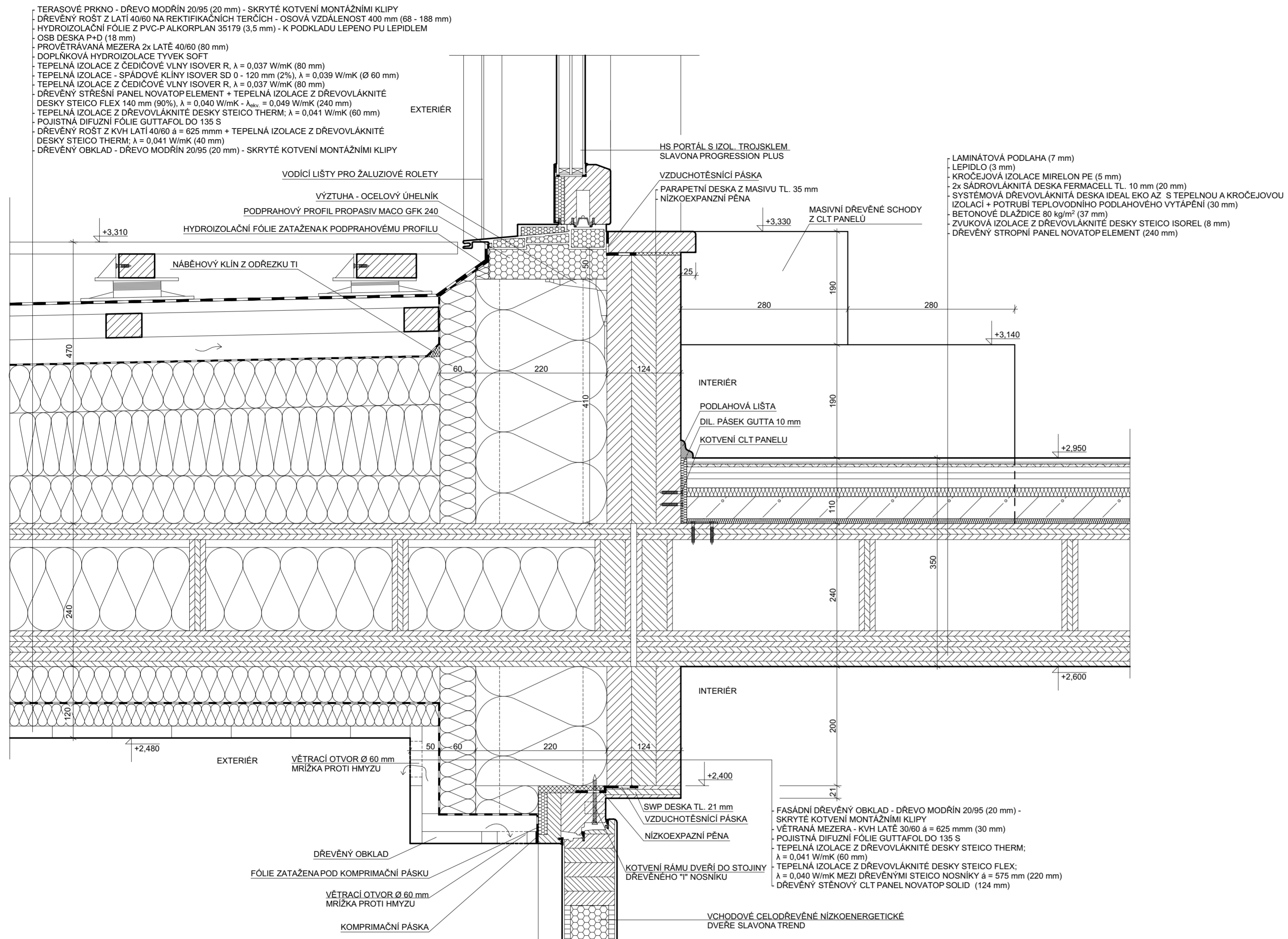
## DETAIL ULOŽENÍ VŘETENE NA STROPNÍ PANEL



## DETAIL ULOŽENÍ VŘETENE NA ŽLB. STROPNÍ DESKU

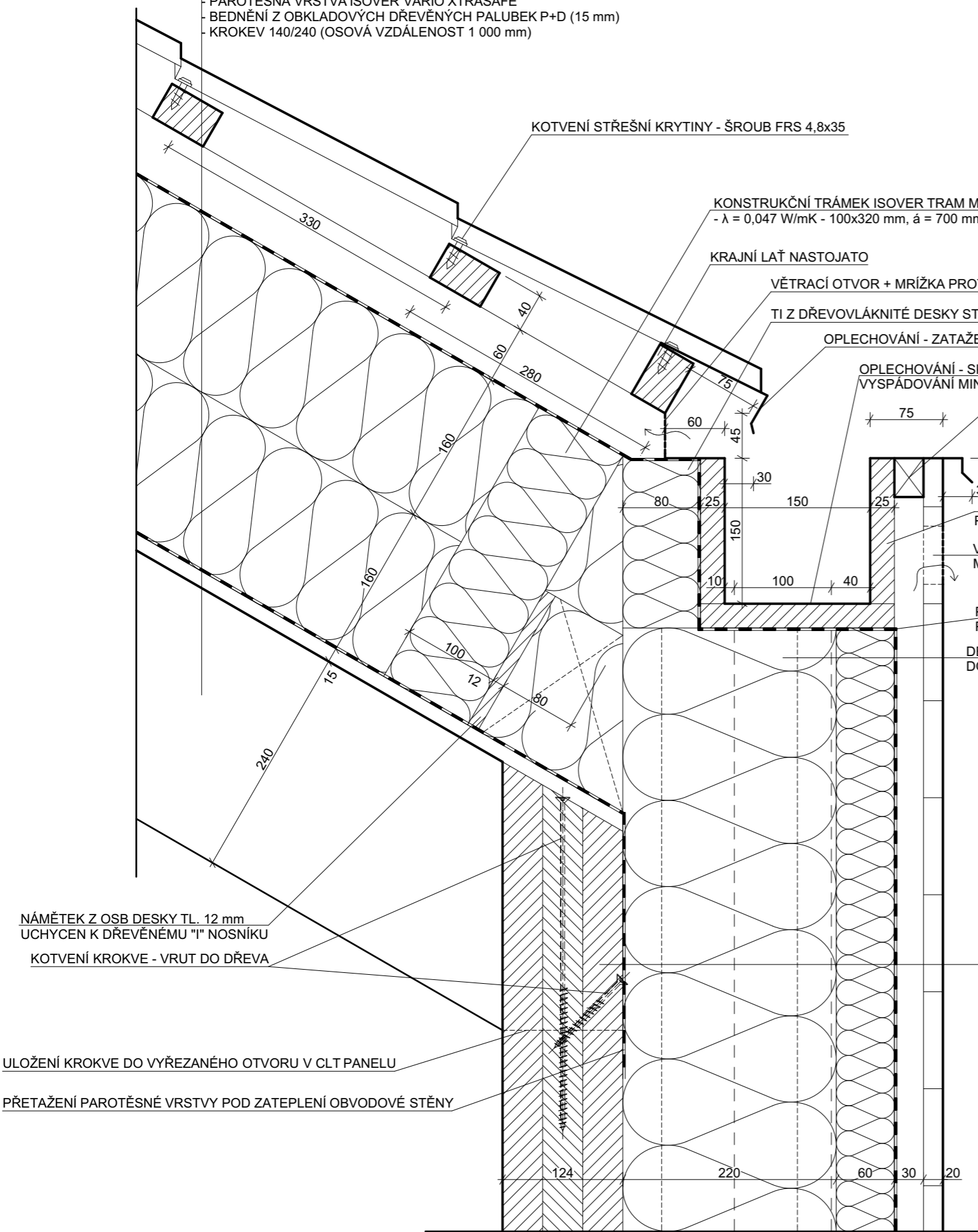


Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební ČVUT
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha:	NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU	Datum: 25.4. 2021	
Výkres:	DETAIL SCHODIŠTĚ	Formát: A3	
		Měřítko: 1:10	
		Číslo výkresu: 21	



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha:	NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU	Datum: 28.4.2021	Formát: A2
Výkres:	DETAIL NADPRAŽÍ VCHODOVÝCH DVEŘÍ A PARAPETU HS PORTÁLU	Měřítko: 1:5	Číslo výkresu: 22

- VELKOFORMÁTOVÁ PLECHOVÁ STŘEŠNÍ KRYTINA MAXIDEK
- STŘEŠNÍ LATĚ 40/60 (40 mm)
- KONTRALATĚ 60/60 (60 mm)
- DOPLŇKOVÁ HYDROIZOLACE TYVEK SOFT
- TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍ VLNY ISOVER UNI 2x160 mm,  $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$  +
- KONSTRUKČNÍ TRÁMKY ISOVER TRAM MW 320 mm (25%),  $\lambda = 0,047 \text{ W/mK}$  -  
 $\lambda_{\text{ekv}} = 0,040 \text{ W/mK}$  (320 mm)
- PAROTĚSNÁ VRSTVA ISOVER VARIO XTRASAFE
- BEDNĚNÍ Z OBKLADOVÝCH DŘEVĚNÝCH PALUBEK P+D (15 mm)
- KROKEV 140/240 (OSOVÁ VZDÁLENOST 1 000 mm)



KOTVENÍ STŘEŠNÍ KRYTINY - ŠROUB FRS 4,8x35

KONSTRUKČNÍ TRÁMEK ISOVER TRAM MW 320 mm  
-  $\lambda = 0,047 \text{ W/mK}$  - 100x320 mm,  $\acute{a} = 700 \text{ mm}$

KRAJNÍ LATĚ NASTOJATO

VĚTRACÍ OTVOR + MRÍŽKA PROTI HMYZU

TI Z DŘEVOVLÁKNITÉ DESKY STEICO THERM TL. 80 mm -  $\lambda = 0,041 \text{ W/mK}$

OPLECHOVÁNÍ - ZATAŽENO POD KRYTINU

OPLECHOVÁNÍ - SKRYTÝ ODVODŇOVACÍ ŽLAB HRANÝ 150x150 mm  
VYSPÁDOVÁNÍ MIN. 0,5% - PODLOŽENÍM

DŘEVĚNÝ MONTÁŽNÍ HRANOL

+7.570

KONSTRUKCE ŽLABU - OSB DESKY TL. 25 mm  
PODEPŘENA DŘEVĚNÝMI FASÁDNÍMI "I" NOSNÍKY

VĚTRACÍ OTVOR  $\varnothing 60 \text{ mm}$   
MRÍŽKA PROTI HMYZU

POJISTNÁ DIFUZNÍ FÓLIE ZATAŽENA POD KONSTRUKCI ŽLABU  
PŘECHOD NA DOPLŇKOVOU HI

DEŠŤOVÝ SVOD DN100 - INTEGROVÁN  
DO ZATEPLENÍ FASÁDNÍHO SYSTÉMU

- FASÁDNÍ DŘEVĚNÝ OBKLAD - DŘEVO MODŘÍN 20/95 (20 mm) -
- SKRYTÉ KOTVENÍ MONTÁŽNÍMI KLIPY
- VĚTRANÁ MEZERA - KVH LATĚ 30/60  $\acute{a} = 625 \text{ mm}$  (30 mm)
- POJISTNÁ DIFUZNÍ FÓLIE GUTTAFOL DO 135 S
- TEPELNÁ IZOLACE Z DŘEVOVLÁKNITÉ DESKY STEICO THERM;  
 $\lambda = 0,041 \text{ W/mK}$  (60 mm)
- TEPELNÁ IZOLACE Z DŘEVOVLÁKNITÉ DESKY STEICO FLEX;  
 $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$  MEZI DŘEVĚNÝMI STEICO NOSNÍKY  $\acute{a} = 575 \text{ mm}$  (220 mm)
- DŘEVĚNÝ STĚNOVÝ CLT PANEL NOVATOP SOLID (124 mm)

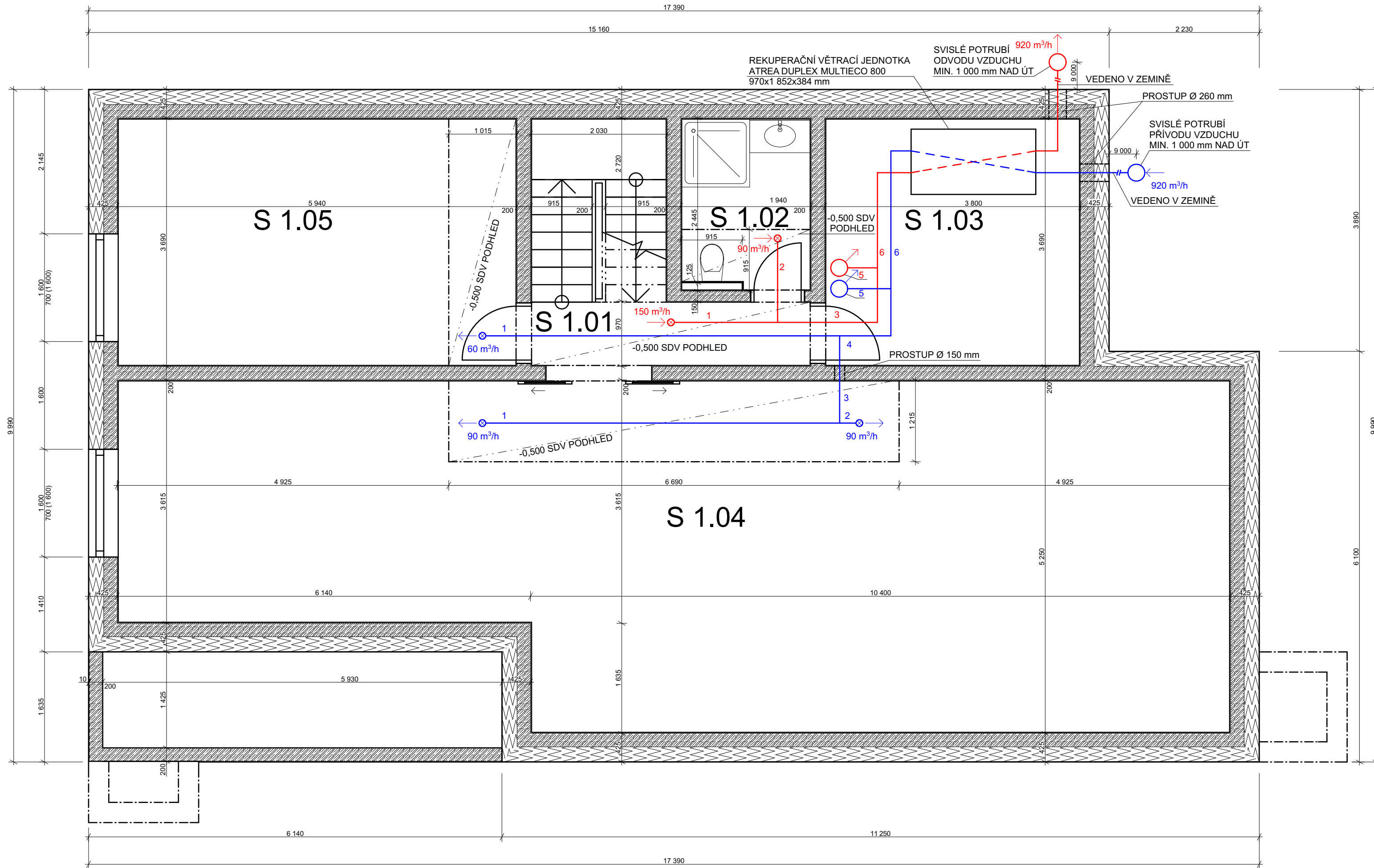
NÁMĚTEK Z OSB DESKY TL. 12 mm  
UCHYCEN K DŘEVĚNÉMU "I" NOSNÍKU

KOTVENÍ KROKVE - VRUT DO DŘEVA

ULOŽENÍ KROKVE DO VYŘEZANÉHO OTVORU V CLT PANELU

PŘETAŽENÍ PAROTĚSNÉ VRSTVY POD ZATEPLENÍ OBVODOVÉ STĚNY

Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha:	NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU	Datum:	29.4. 2021
Výkres:	DETAIL SKRYTÉHO OKAPNÍHO ŽLABU	Formát:	A3
		Měřítko:	1:5
		Číslo výkresu:	23



## LEGENDA MÍSTNOSTÍ


Č.	Název místnosti	Plocha (m <sup>2</sup> )	Nášlapná vrstva	Povrchová úprava stěn
S 1.01	Chodba + schodiště	9,33	Keramická dlažba	VPS omítka + malba
S 1.02	Koupelna + WC	4,74	Keramická dlažba	Keramický obklad
S 1.03	Technická místnost	13,80	Keramická dlažba	VPS omítka + malba
S 1.04	Herna	76,20	Gumová podlaha	VPS omítka + malba
S 1.05	Dětská zóna	21,63	Gumová podlaha	VPS omítka + malba

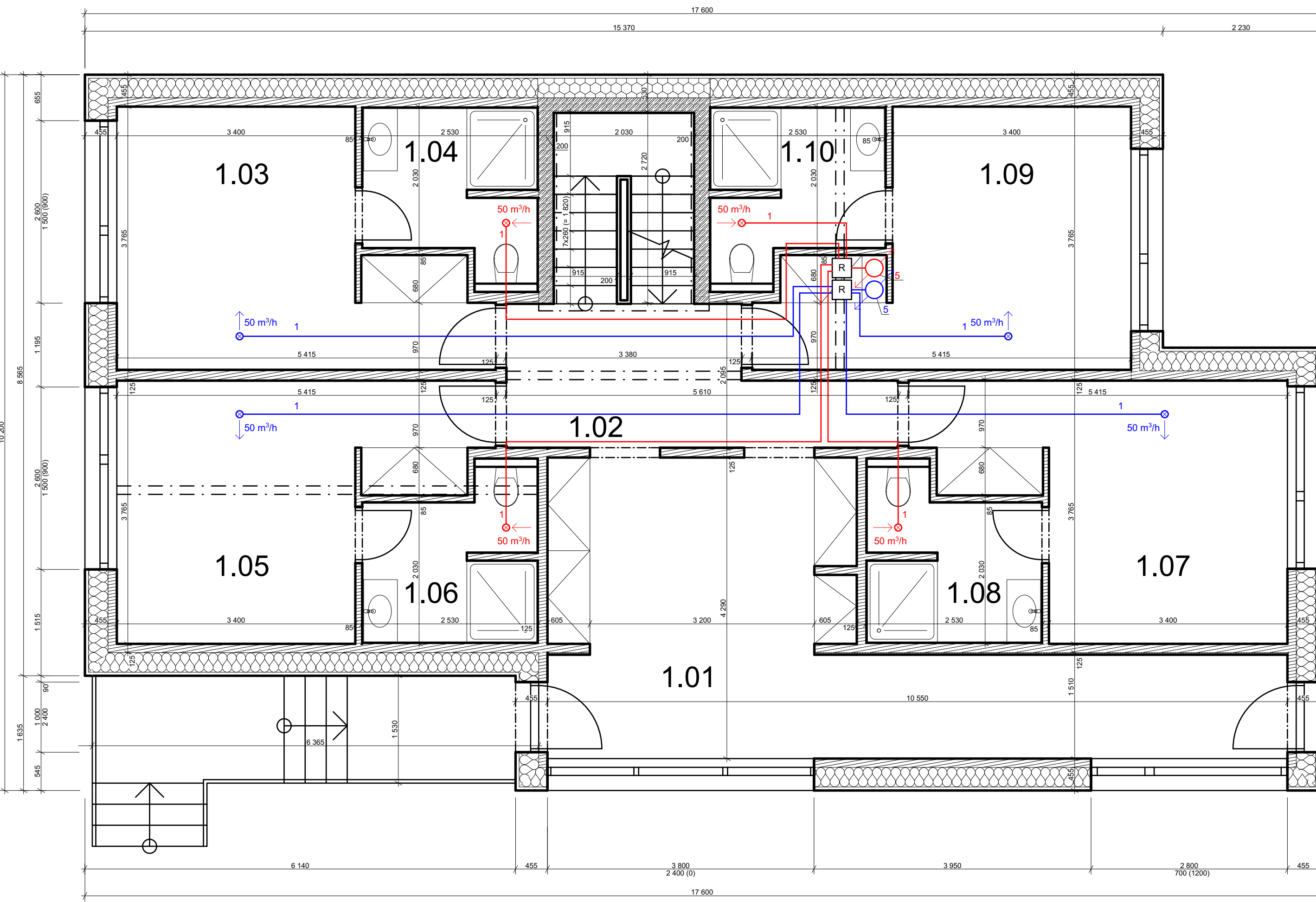
## LEGENDA PRVKŮ

- Přívodní potrubí čerstvého vzduchu - Spiro potrubí z oboustranně pozinkovaného plechu vedeno v podhledu, zavěšeno pod stropem 1. PP
- Odvodní potrubí odpadního vzduchu - Spiro potrubí z oboustranně pozinkovaného plechu vedeno v podhledu, zavěšeno pod stropem 1. PP
- ⊙ Hlavní stoupací potrubí přívodu čerstvého vzduchu - Spiro potrubí z oboustranně pozinkovaného plechu
- ⊙ Hlavní stoupací potrubí odvodu odpadního vzduchu - Spiro potrubí z oboustranně pozinkovaného plechu
- ⊗ Talířový přívodní ventil kovový TFFC - montáž do podhledu pod stropem 1. PP
- ⊗ Talířový odvodní ventil kovový EFFC - montáž do podhledu pod stropem 1. PP

Bpv: 732,50 = ± 0,000



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU		Datum:	30.4. 2021
Výkres: SCHÉMA VĚTRÁNÍ 1. PP		Formát:	
		Měřítko:	1:50
		Číslo výkresu:	24



### LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.	Název místnosti	Plocha (m2)	Nášlapná vrstva	Povrchová úprava stěn
1.01	Vstupní hala	28,27	Laminátová podlaha	CLT panel/SDV deska + malba
1.02	Chodba + schodiště	14,44	Laminátová podlaha	CLT panel/VPS omítka a SDV deska + malba
1.03	Ložnice 1	15,69	Laminátová podlaha	CLT panel/SDV deska + malba
1.04	Koupelna + WC	5,33	Keramická dlažba	Keramický obklad
1.05	Ložnice 2	15,69	Laminátová podlaha	CLT panel/SDV deska + malba
1.06	Koupelna + WC	5,33	Keramická dlažba	Keramický obklad
1.07	Ložnice 3	15,69	Laminátová podlaha	CLT panel/SDV deska + malba
1.08	Koupelna + WC	5,33	Keramická dlažba	Keramický obklad
1.09	Ložnice 4	15,69	Laminátová podlaha	CLT panel/SDV deska + malba
1.10	Koupelna + WC	5,33	Keramická dlažba	Keramický obklad

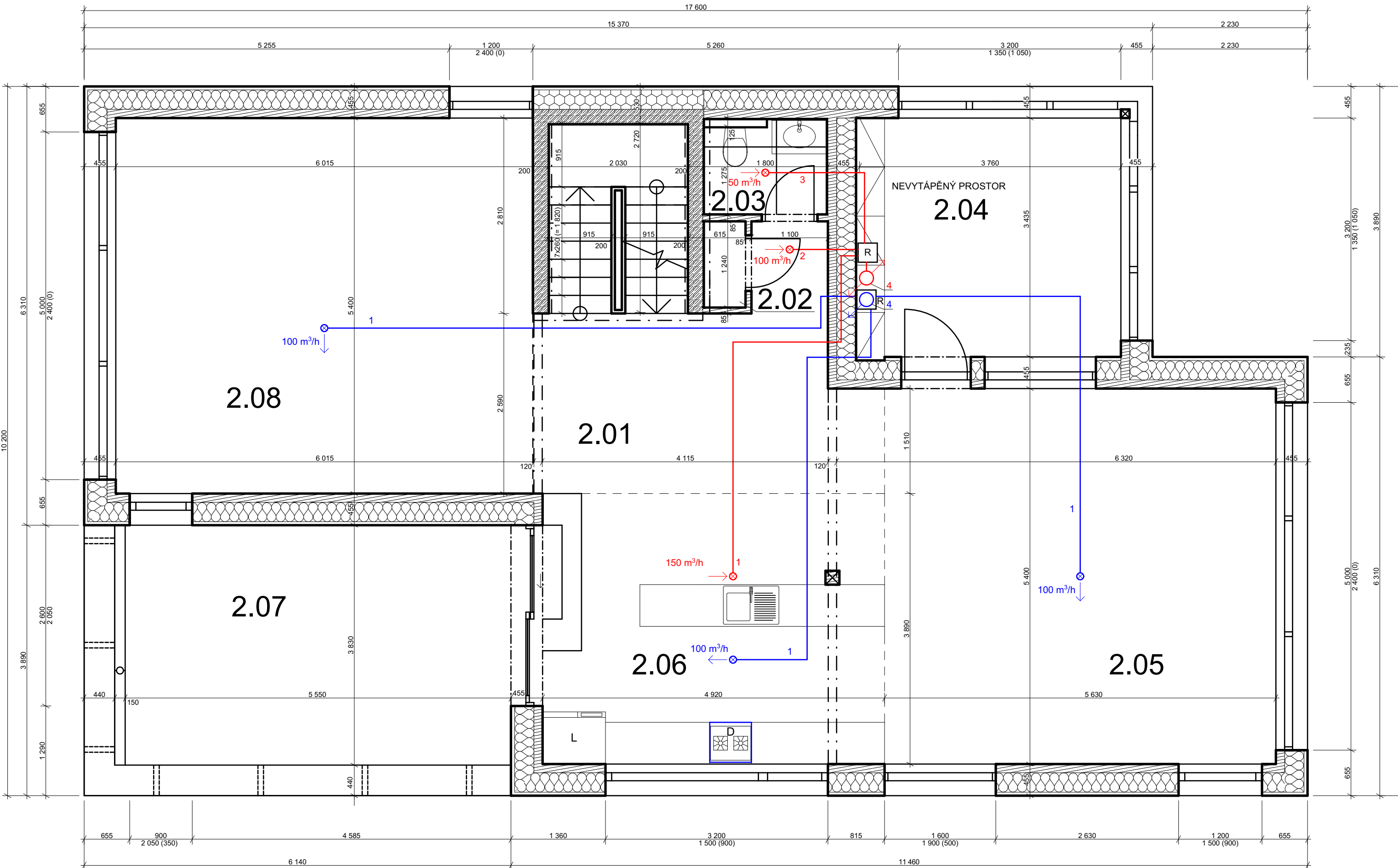
### LEGENDA PRVKŮ

- Přívodní potrubí čerstvého vzduchu - flexibilní potrubí Aluflex Hygienic vedeno v dutinách stropních panelů Novatop Element 1. NP
- Odvodní potrubí čerstvého vzduchu - flexibilní potrubí Aluflex Hygienic vedeno v dutinách stropních panelů Novatop Element 1. NP
- Hlavní stoupací potrubí přívodu čerstvého vzduchu - Spiro potrubí z oboustranně pozinkovaného plechu vedeno v instalačním prostoru
- Hlavní stoupací potrubí odvodu odpadního vzduchu - Spiro potrubí z oboustranně pozinkovaného plechu vedeno v instalačním prostoru
- Talířový přívodní ventil kovový TFFC - montáž do pohledové spodní desky stropního panelu Novatop Element 1. NP
- Talířový odvodní ventil kovový EFFC - montáž do pohledové spodní desky stropního panelu Novatop Element 1. NP
- Rozdělovač MCU z pozinkovaného plechu pro přívod i odvod vzduchu - instalace do dutiny stropního panelu Novatop Element 1. NP

Bpv: 732,50 = ± 0,000



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	<b>Fakulta stavební</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha:	NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU	Datum:	30.4. 2021
Výkres:	SCHÉMA VĚTRÁNÍ 1. NP	Formát:	
		Měřítko:	1:50
		Číslo výkresu:	25



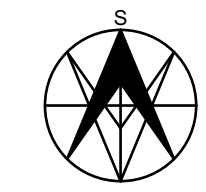
### LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.	Název místnosti	Plocha (m <sup>2</sup> )	Nášlapná vrstva	Povrchová úprava stěn
2.01	Chodba + schodiště	19,25	Laminátová podlaha	CLT panel/VPS omítka - malba
2.02	Komora	0,74	Laminátová podlaha	CLT panel
2.03	WC	2,31	Keramická dlažba	Keramický obklad
2.04	Zimní zahrada	13,13	Keramická dlažba	CLT panel/dřevěný obklad
2.05	Jídlelna + hobby	30,40	Laminátová podlaha	CLT panel
2.06	Kuchyně	19,38	Keramická dlažba	CLT panel
2.07	Terasa	24,02	Terasové prkno	Fasádní dřevěný obklad
2.08	Obývací pokoj	32,40	Laminátová podlaha	CLT panel

### LEGENDA PRVKŮ

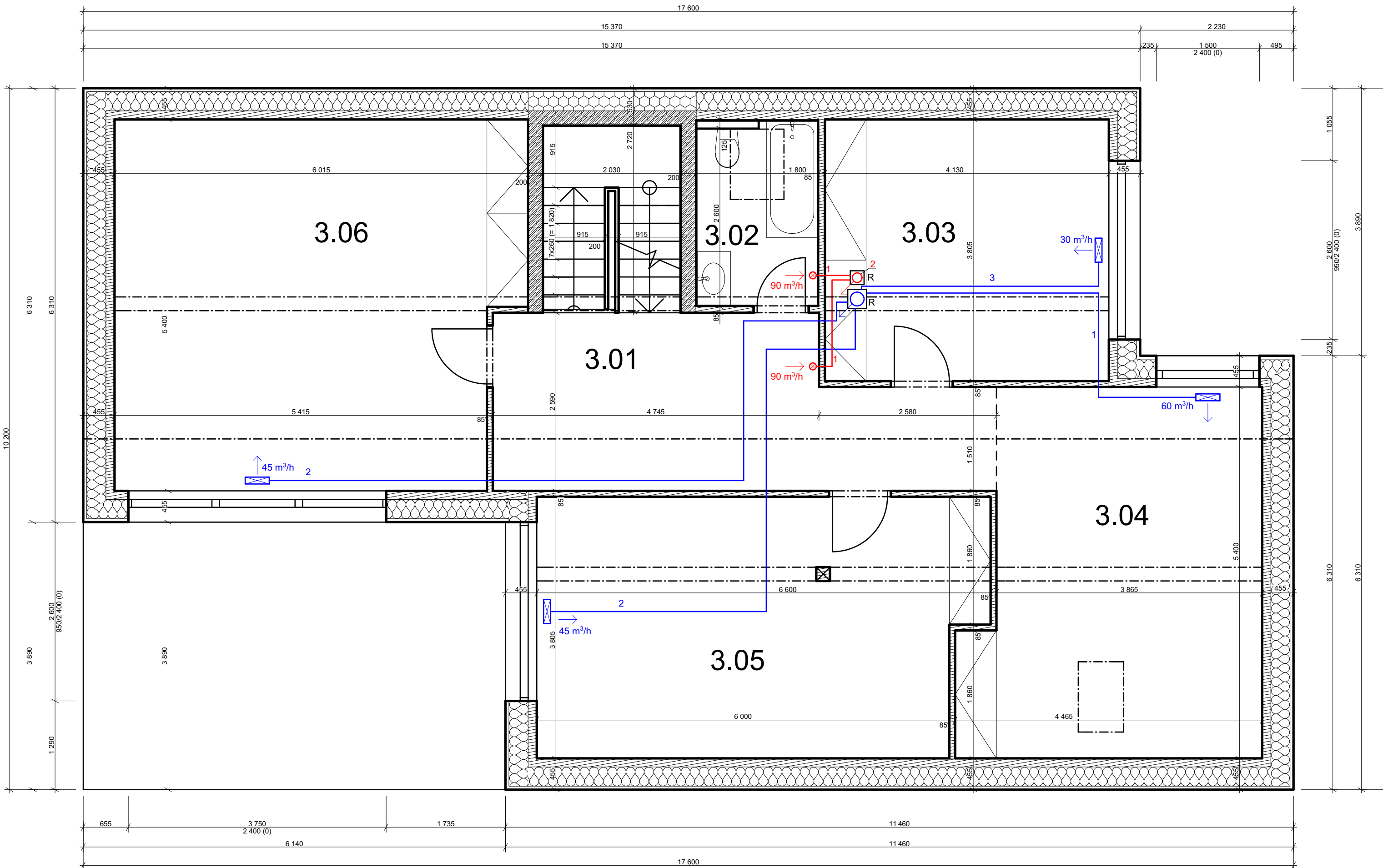
- Přívodní potrubí čerstvého vzduchu - flexibilní potrubí Aluflex Hygienic vedeno v dutinách stropních panelů Novatop Element 2. NP
- Odvodní potrubí čerstvého vzduchu - flexibilní potrubí Aluflex Hygienic vedeno v dutinách stropních panelů Novatop Element 2. NP
- R Hlavní stoupací potrubí přívodu čerstvého vzduchu - Spiro potrubí z oboustranně pozinkovaného plechu vedeno v instalačním prostoru - ukončeno rozdělovačem pro přívod vzduchu - instalace do dutiny stropního panelu Novatop Element 2. NP
- ⊗ Hlavní stoupací potrubí odvodu odpadního vzduchu - Spiro potrubí z oboustranně pozinkovaného plechu vedeno v instalačním prostoru
- ⊗ Talířový přívodní ventil kovový TFFC - montáž do pohledové spodní desky stropního panelu Novatop Element 2. NP
- ⊗ Talířový odvodní ventil kovový EFFC - montáž do pohledové spodní desky stropního panelu Novatop Element 2. NP
- R Rozdělovač MCU z pozinkovaného plechu pro odvod vzduchu - instalace do dutiny stropního panelu Novatop Element 2. NP
- D Recirkulační digestoř s uhlíkovým filtrem

Pozn.: instalační prostor izolován protipožární tepelnou izolací z kamenné vlny Isover Orstech 45



Bpv: 732,50 = ± 0,000

Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU		Datum: 30.4. 2021	
Výkres: SCHÉMA VĚTRÁNÍ 2. NP		Formát:	
		Měřítko: 1:50	
		Číslo výkresu: 26	



### LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.	Název místnosti	Plocha (m2)	Nášlapná vrstva	Povrchová úprava stěn
3.01	Chodba + schodiště	21,63	Laminátová podlaha	CLT panel/VPS omítka + malba
3.02	Koupelna + WC	4,66	Keramická dlažba	Keramický obklad
3.03	Pokoj 1	15,66	Laminátová podlaha	CLT panel
3.04	Hobby	21,99	Laminátová podlaha	CLT panel
3.05	Pokoj 2	23,91	Laminátová podlaha	CLT panel
3.06	Pokoj 3	30,88	Laminátová podlaha	CLT panel

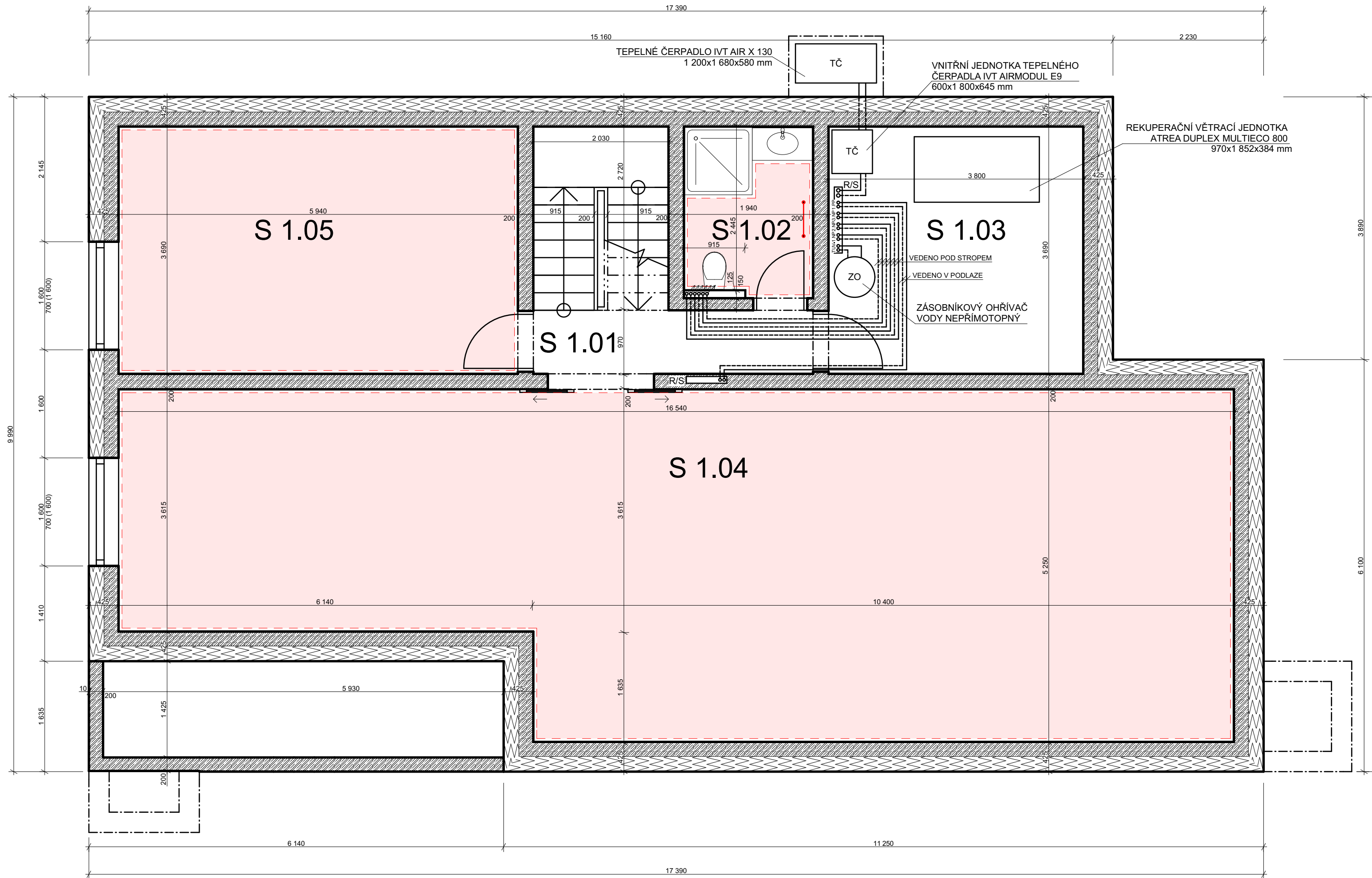
### LEGENDA PRVKŮ

- Přívodní potrubí čerstvého vzduchu - flexibilní potrubí Aluflex Hygienic vedeno v dutinách stropních panelů Novatop Element 2. NP
- Odvodní potrubí čerstvého vzduchu - flexibilní potrubí Aluflex Hygienic vedeno v dutinách stropních panelů Novatop Element 2. NP
- Hlavní stoupační potrubí přívodu čerstvého vzduchu - Spiro potrubí z oboustranně pozinkovaného plechu vedeno v instalačním prostoru - ukončeno rozdělovačem pro přívod vzduchu - instalace do dutiny stropního panelu Novatop Element 2. NP
- Hlavní stoupační potrubí odvodu odpadního vzduchu - Spiro potrubí z oboustranně pozinkovaného plechu vedeno v instalačním prostoru - ukončeno rozdělovačem pro odvod vzduchu - umístěno v instalačním prostoru 3. NP
- Podlahová větrací mřížka PMA pro přívod vzduchu - montáž do podlahy 3. NP
- Talířový odvodní ventil kovový EFFC - montáž do stěnového panelu Novatop Solid 3. NP ve výšce 2 600 mm

Bpv: 732,50 = ± 0,000



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU		Datum: 30.4. 2021	Měřítko: 1:50
Výkres: SCHÉMA VĚTRÁNÍ 3. NP - PODKROVÍ		Formát:	



## LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.	Název místnosti	Plocha (m <sup>2</sup> )	Nášlapná vrstva	Povrchová úprava stěn
S 1.01	Chodba + schodiště	9,33	Keramická dlažba	VPS omítka + malba
S 1.02	Koupelna + WC	4,74	Keramická dlažba	Keramický obklad
S 1.03	Technická místnost	13,80	Keramická dlažba	VPS omítka + malba
S 1.04	Herna	76,20	Gumová podlaha	VPS omítka + malba
S 1.05	Dětská zóna	21,63	Gumová podlaha	VPS omítka + malba

## LEGENDA PRVKŮ

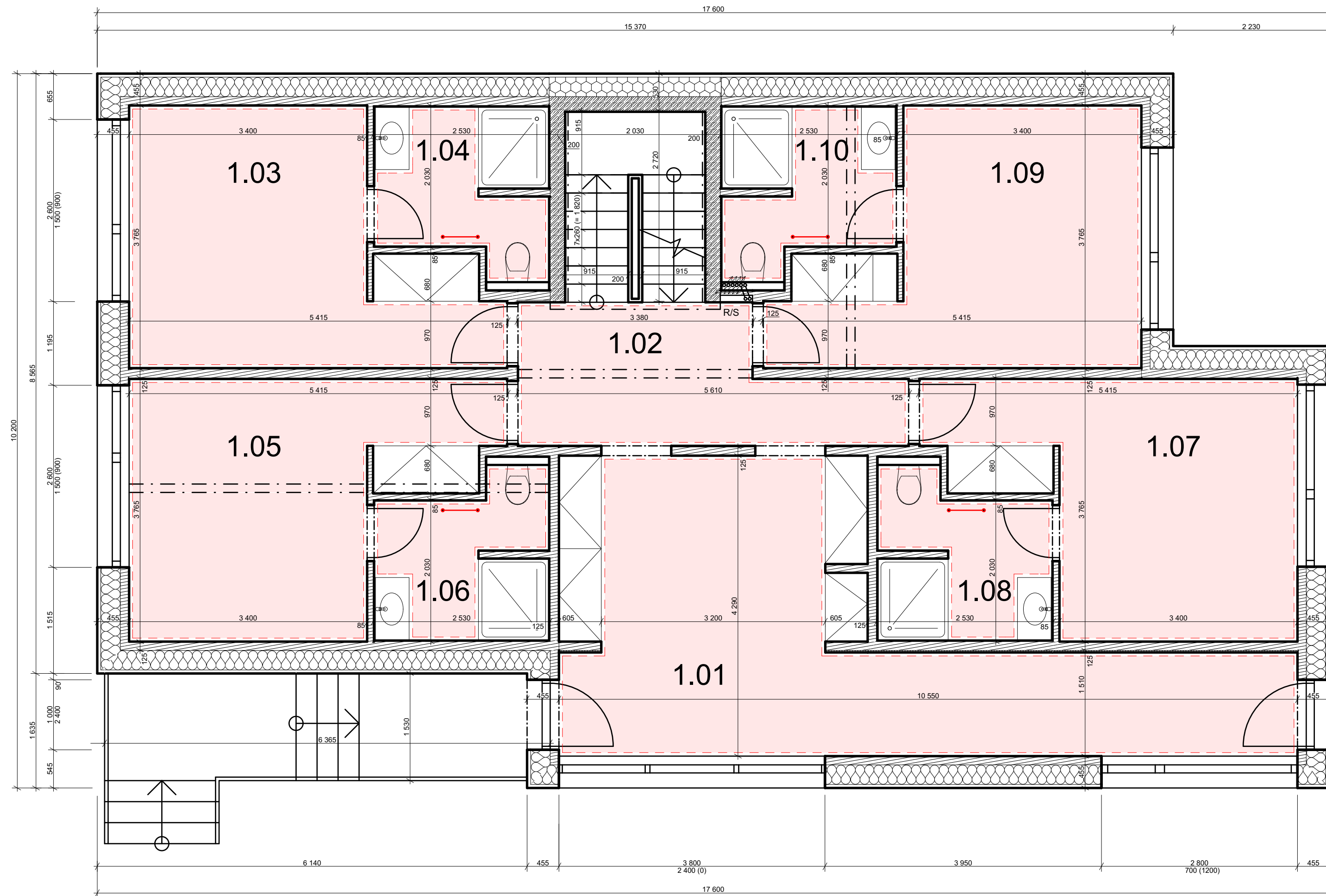
- Přívodní potrubí otopné soustavy - vedeno pod stropem, v podhledu či v podlaze
- Vratné potrubí otopné soustavy - vedeno pod stropem, v podhledu či v podlaze
- Stoupací potrubí otopné soustavy přívodní/vratné - vedeno v předstěně
- Elektrické trubkové otopné těleso
- Teplovodní podlahové vytápění - PEX potrubí vedeno v drážkách systémové podlahové desky - po jednotlivých okruzích z patrového rozdělovače a sběrače
- R/S Rozdělovač a sběrač - hlavní - zavěšen v technické místnosti, patrový - zabudován do vnitřní ŽLB stěny

Bpv: 732,50 = ± 0,000



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSc., FEng.	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>	
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum:	30.4. 2021
Úloha: NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU			Formát:	
Výkres: SCHÉMA VYTÁPĚNÍ 1. PP			Měřítko:	1:50
			Číslo výkresu:	28








## LEGENDA MÍSTNOSTÍ


Č.	Název místnosti	Plocha (m <sup>2</sup> )	Nášlapná vrstva	Povrchová úprava stěn
1.01	Vstupní hala	28,27	Laminátová podlaha	CLT panel/SDV deska + malba
1.02	Chodba + schodiště	14,44	Laminátová podlaha	CLT panel/VPS omítka a SDV deska + malba
1.03	Ložnice 1	15,69	Laminátová podlaha	CLT panel/SDV deska + malba
1.04	Koupelna + WC	5,33	Keramická dlažba	Keramický obklad
1.05	Ložnice 2	15,69	Laminátová podlaha	CLT panel/SDV deska + malba
1.06	Koupelna + WC	5,33	Keramická dlažba	Keramický obklad
1.07	Ložnice 3	15,69	Laminátová podlaha	CLT panel/SDV deska + malba
1.08	Koupelna + WC	5,33	Keramická dlažba	Keramický obklad
1.09	Ložnice 4	15,69	Laminátová podlaha	CLT panel/SDV deska + malba
1.10	Koupelna + WC	5,33	Keramická dlažba	Keramický obklad

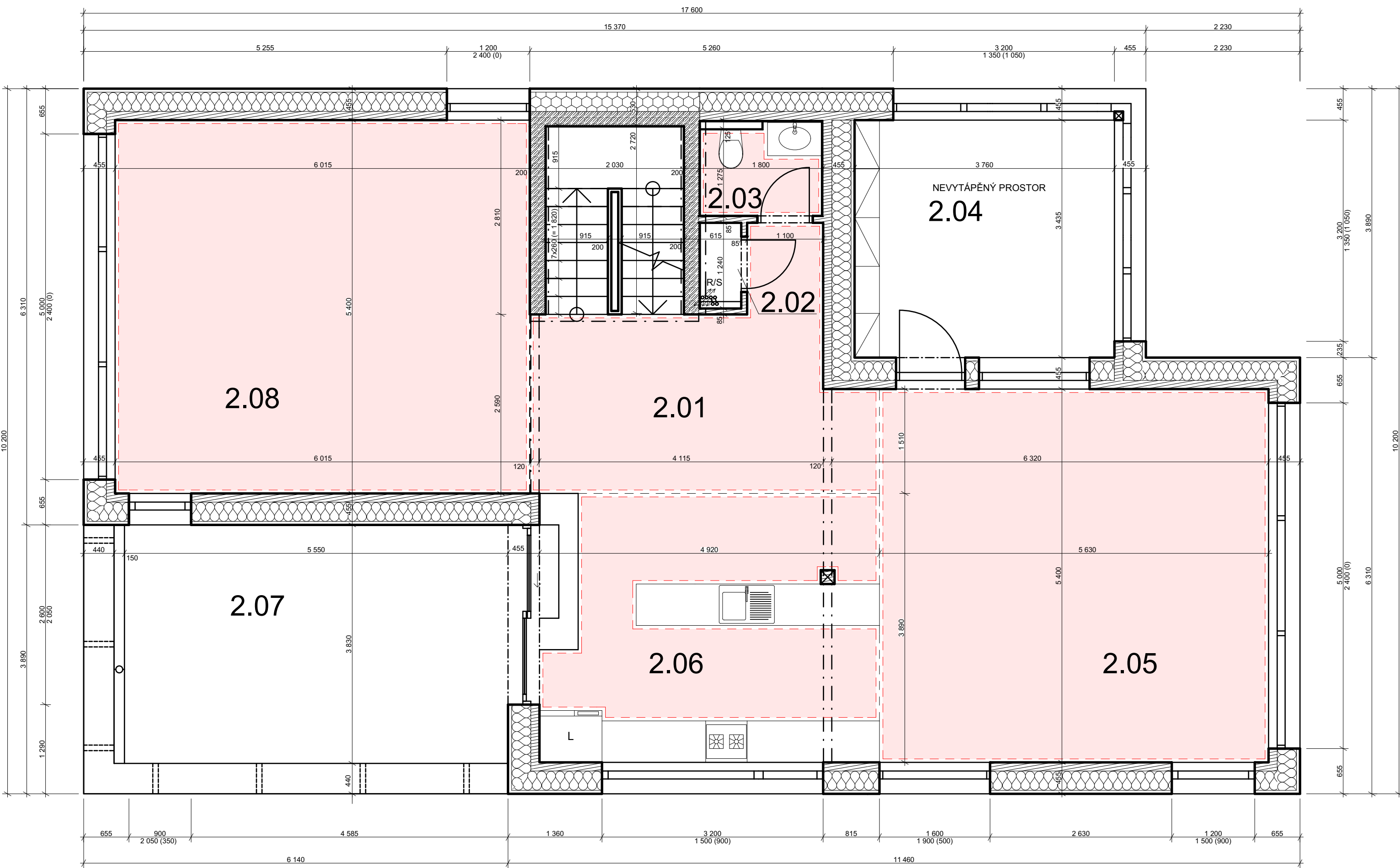
## LEGENDA PRVKŮ

-  Stoupačí potrubí otopné soustavy přívodní/vratné - vedeno v předstěně
-  Elektrické trubkové otopné těleso
-  Teplovodní podlahové vytápění - PEX potrubí vedeno v drážkách systémové podlahové desky - po jednotlivých okruzích z patrového rozdělovače a sběrače
- R/S Rozdělovač a sběrač patrový - zabudován do dřevěného stěnového panelu Novatop Solid

Bpv: 732,50 = ± 0,000



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha:	NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU	Datum:	30.4. 2021
Výkres:	SCHÉMA VYTÁPĚNÍ 1. NP	Formát:	
		Měřítko:	1:50
		Číslo výkresu:	29



### LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.	Název místnosti	Plocha (m <sup>2</sup> )	Nášlapná vrstva	Povrchová úprava stěn
2.01	Chodba + schodiště	19,25	Laminátová podlaha	CLT panel/VPS omítka - malba
2.02	Komora	0,74	Laminátová podlaha	CLT panel
2.03	WC	2,31	Keramická dlažba	Keramický obklad
2.04	Zimní zahrada	13,13	Keramická dlažba	CLT panel/dřevěný obklad
2.05	Jídlna + hobby	30,40	Laminátová podlaha	CLT panel
2.06	Kuchyně	19,38	Keramická dlažba	CLT panel
2.07	Terasa	24,02	Terasové prkno	Fasádní dřevěný obklad
2.08	Obývací pokoj	32,40	Laminátová podlaha	CLT panel

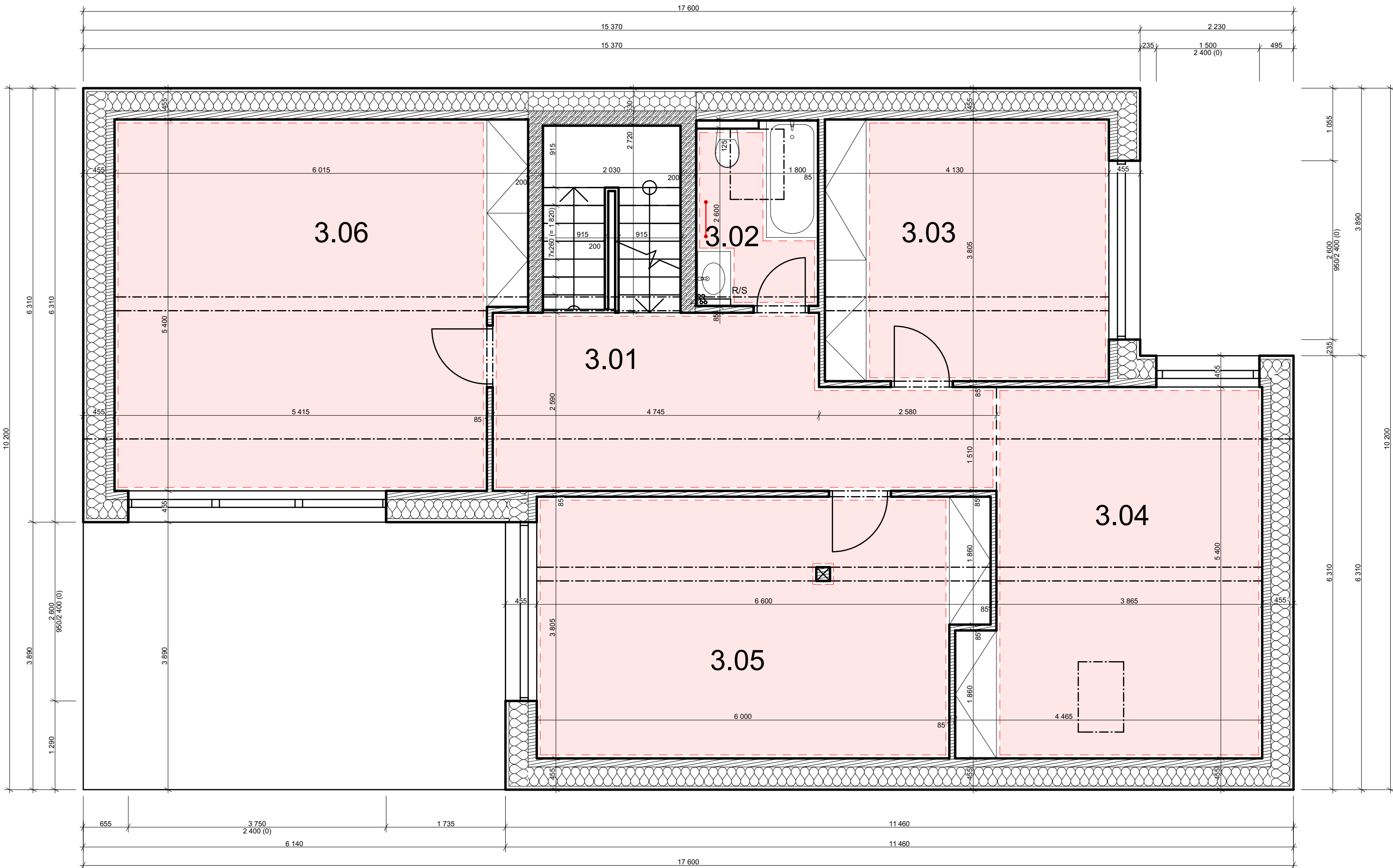
### LEGENDA PRVKŮ

- Stoupací potrubí otopné soustavy přívodní/vratné - vedeno v komoře
- Teplovodní podlahové vytápění - PEX potrubí vedeno v drážkách systémové podlahové desky - po jednotlivých okruzích z patrového rozdělovače a sběrače
- R/S Rozdělovač a sběrač patrový - umístěn ke zdi do komory

Bpv: 732,50 = ± 0,000



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha:	NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU	Datum:	30.4. 2021
Výkres:	SCHÉMA VYTÁPĚNÍ 2. NP	Formát:	
		Měřítko:	1:50
		Číslo výkresu:	30



### LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.	Název místnosti	Plocha (m2)	Nášlapná vrstva	Povrchová úprava stěn
3.01	Chodba + schodiště	21,63	Laminátová podlaha	CLT panel/VPS omítka + malba
3.02	Koupelna + WC	4,66	Keramická dlažba	Keramický obklad
3.03	Pokoj 1	15,66	Laminátová podlaha	CLT panel
3.04	Hobby	21,99	Laminátová podlaha	CLT panel
3.05	Pokoj 2	23,91	Laminátová podlaha	CLT panel
3.06	Pokoj 3	30,88	Laminátová podlaha	CLT panel

### LEGENDA PRVKŮ


- Stoupačí potrubí otopné soustavy přívodní/vratné
- Elektrické trubkové otopné těleso
- Teplovodní podlahové vytápění - PEX potrubí vedeno v drážkách systémové podlahové desky - po jednotlivých okruzích z patrového rozdělovače a sběrače
- R/S Rozdělovač a sběrač patrový - zabudován pod umyvadlo

Bpv: 732,50 = ± 0,000



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha:	NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU	Datum:	30.4. 2021
Výkres:	SCHÉMA VYTÁPĚNÍ 3. NP - PODKROVÍ	Formát:	
		Měřítko:	1:50
		Číslo výkresu:	31



Zpracoval: Bc. Ondřej Fencel	Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Hájek, CSs., FEng.	Školní rok: 2020/2021	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Úloha:	NÁVRH DŘEVOSTAVBY OBYTNÉ BUDOVY V NÍZKOENERGETICKÉM STANDARDU A JEHO POROVNÁNÍ S ALTERNATIVOU DŘEVĚNÉHO SKELETU	Datum:	30.4. 2021
Výkres:	VIZUALIZACE	Formát:	A3
		Měřítko:	
		Číslo výkresu:	32